ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ПЕРВАЯ
ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО КОСМИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ
«ДОРОГА В КОСМОС»

1–4 октября 2019 года

МОСКВА
2019

ISBN 978-5-00015-038-2

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), 2019

Уважаемые коллеги!

Сегодня, когда космические исследования бурно развиваются и в традиционных, и в новых направлениях, особенно важной становится подготовка новых поколений специалистов для реализации новых амбициозных космических проектов. Эта ситуация очень похожа на ту, что существовала в середине прошлого века. Успехи Советского Союза в исследованиях космического пространства и нарастающий темп этих исследований в нашей стране вызвали появление космических кафедр и факультетов во многих вузах таких как Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (МАИ), Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет) (МВТУ), Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет) (МФТИ), Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (СГАУ) и многих других. В частности, через 12 лет после запуска Первого искусственного спутника и вскоре после образования Института космических исследований (ИКИ) АН СССР, 50 лет назад была создана и специализированная кафедра Космической физики в Московском физико-техническом институте.

Исследования ближнего и дальнего космоса стали сейчас одним из важнейших фундаментальных направлений современной физики и астрономии. Огромный прогресс в этих направлениях достигнут с помощью космических средств, дальнейшие перспективы в этом направлении представляются ещё более обещающими. Весьма важными для научно-технологического развития Российской Федерации являются практические вопросы, решение которых даст возможность наиболее глубокого изучения нашей планеты: в частности, развитие технологий дистанционного зондирования Земли, космическое приборостроение, изучение околоземного пространства и космической погоды, определяющейся Солнечно-Земными взаимодействиями.

Сейчас, как и тогда, стоит задача подготовки высококвалифицированных специалистов, занимающихся исследованиями космоса с помощью ракетных зондов, спутников, а также межпланетных космических аппаратов. Обмен опытом между представителями разных школ и организаций бесценен и, несомненно, даст толчок новым проектам и новому содержанию уже существующих проектов. Кроме того, становится все более актуальным решение проблем связи между научными задачами, приборостроением, техническими средствами выведения и связи, т.е. управление проектами и организация космической деятельности.

Когда-то космическое направление было окутано романтическим ореолом, поэтому многие шли в эти сферы науки и техники. Романтика первопроходцев, к сожалению, уже давно начала бледнеть, к тому же сейчас не часто приходится слышать о достижениях отечественных космических исследований. Поэтому так важно привлечь и удержать талантливую, мотивированную молодёжь. Для этого вузам, занимающимся космической тематикой, надо держаться вместе и привлекать больше инженеров, техников, которых с успехом готовят МГТУ им. Н. Э. Баумана, МАИ, профильные университеты в Самаре, Красноярске, Томске и других российских городах.

Важнейшую роль в пропаганде достижений в исследованиях космоса, привлечению в нашу отрасль новых поколений исследователей, учёных и инженеров играют отечественные космические музеи: от всемирно известного музея им. К. И. Циолковского в Калуге до недавно восстановленного усилиями Госкорпорации «Роскосмос» знаменитого павильона на территории ВДНХ. Доклады представителей российского сообщества космических музеев тоже будут широко представлены на конференции.

Конференция «Дорога в космос» имеет статус Всероссийской и проводится с привлечением учёных и экспертов различных вузов (в частности, МФТИ, Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (МГУ), Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), МГТУ им. Н. Э. Баумана, МАИ, Томский, Самарский университеты), представителей Госкорпорации «Роскосмос», Российской академии наук, ведущих российских научно-исследовательских институтов, руководителей космических музеев из Москвы, Калуги и других российских городов, школьных учителей, популяризаторов исследований космоса. В конференции участвуют специалисты из Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Воронежа, Нижнего Новгорода, Самары и целого ряда других российских городов.

Среди участников конференции — молодые исследователи, аспиранты и студенты ведущих российских научных и образовательных центров: МГТУ им. Н. Э. Баумана, МГУ им. М. В. Ломоносова, Самарский университет и многих других организаций. Участие в конференции позволит им не только повысить свой профессиональный уровень, узнать о последних достижениях ведущих специалистов, но и самостоятельно участвовать в обсуждениях докладов и научных дискуссиях, представлять доклады о самостоятельно полученных результатах. Таким образом, данная научная конференция внесёт весомый вклад в повышение профессионального уровня молодых российских учёных и специалистов.

Первая всероссийская конференция «Дорога в космос» в 2019 г. станет частью ежегодных Дней космической науки — торжественных мероприятий, которые Институт космических исследований РАН проводит в начале октября в честь запуска первого спутника Земли. Дни космической науки зарегистрированы сейчас как мероприятие ежегодной Всемирной недели космоса ООН 4–10 октября. Конференция получила своё название от замечательной книги Юрия Алексеевича Гагарина, в которой он описал траекторию своей жизни, приведшую его на космическую орбиту.

Первая всероссийская конференция по космическому образованию «Дорога в космос» является совместным мероприятием РАН, ГК «Роскосмос» и Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, которым мы искренне признательны за поддержку нашей инициативы. Надеемся, что в случае успеха конференции в 2019 г., её проведение станет регулярным как во всероссийском, так и международном формате.

Желаем всем участникам конференции полезных и интересных «космических дней» в начале октября.

Председатель программного комитета конференции
академик *Л. М. Зеленый*
Учёный секретарь программного комитета
кандидат физико-математических наук *А. М. Садовский*

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

ЗЕЛЕНЫЙ Лев Матвеевич, д-р физ.-мат. наук, акад. РАН, ИКИ РАН — председатель
НЕГОДЯЕВ Сергей Серафимович, канд. техн. наук, МФТИ — заместитель председателя
СОЛОВЬЕВ Владимир Алексеевич, д-р техн. наук, МГУ — заместитель председателя
АЛИФАНОВ Олег Михайлович, д-р техн. наук, МАИ — заместитель председателя
САДОВСКИЙ Андрей Михайлович, канд. физ.-мат. наук, ИКИ РАН — ученый секретарь
БЕЛОКОНОВ Игорь Витальевич, д-р техн. наук, проф., Самарский университет
БЛОШЕНКО Александр Витальевич, ГК «Роскосмос»
ПЕТРУКОВИЧ Анатолий Алексеевич, д-р физ.-мат. наук, чл.-корр. РАН, ИКИ РАН
ЛУТОВИНОВ Александр Анатольевич, д-р физ.-мат. наук, проф. РАН, ИКИ РАН
ДОЛГОНОСОВ Максим Сергеевич, канд. физ.-мат. наук, НИУ ВШЭ
ЗАКУТНЯЯ Ольга Валерьевна, канд. филол. наук, ИКИ РАН

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

ЗЕЛЕНЫЙ Лев Матвеевич, д-р физ.-мат. наук, акад. РАН, ИКИ РАН — председатель
САДОВСКИЙ Андрей Михайлович, канд. физ.-мат. наук, ИКИ РАН — заместитель председателя
АНТОНЕНКО Елена Александровна, ИКИ РАН
МАЛЫХИН Андрей Юрьевич, ИКИ РАН
САПУНОВА Ольга Владимировна, ИКИ РАН
ДОЛГОНОСОВ Максим Сергеевич, канд. физ.-мат. наук, НИУ ВШЭ
ЖАРКОВА Татьяна Дмитриевна, ИКИ РАН
КОРАБЛЕВА Екатерина Олеговна, ИКИ РАН
ЗАКУТНЯЯ Ольга Валерьевна, канд. филол. наук, ИКИ РАН

1 октября 2019 года, вторник

09:15–10:00 **Регистрация участников**
конференц-зал

10:00–11:00 **ОТКРЫТИЕ КОНФЕРЕНЦИИ**
Приветствия и обсуждение
Планируется участие **А. М. Сергеева, Д. О. Рогозина, М. М. Котюкова, О. Ю. Васильевой**

11:00–11:20 Кофе-брейк

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ
конференц-зал

11:20–11:40 **Шишкин Д. А.** («Роскосмос») Проекты «Роскосмоса» в сфере аэрокосмического образования, профориентации и молодежной политики

11:40–12:00 **Панасюк М. И.** (НИИЯФ МГУ) Проекты МГУ в области космической физики и астрофизики космических лучей: интеграция образовательного компонента в научно-исследовательскую работу

12:00–12:20 **Белоконов И. В.** (Самарский университет) Обучение через исследования: роль и место наноспутников в космическом образовании

12:20–12:40 **Негодяев С. С., Борисов Ю. А., Завьялова Н. А., Щелик Г. С.** Совмещение научной и образовательной практик в аэрокосмической школе МФТИ

12:40–13:00 **Алифанов О. М., Тузиков С. А. (**МАИ) О внедрении космических технологий в образовательную деятельность и подготовку кадров для ракетно-комической промышленности

13:00–14:00 Обед. Посещение выставочного зала ИКИ РАН

14:00–14:20 **Соловьев В. А.** Космический факультет МГУ: взгляд в будущее

14:20–14:40 **Маров М. Я.** Международный космический университет — успешный проект инновационного образования

14:40–15:00 **Юрчихин Ф. Н. TBD**

15:00–15:20 **Абакумова Н. А.** (Калуга) Государственный музей истории космонавтики им. К. Э. Циолковского: миссия и пути развития

15:20–15:40 **Балебанова Т. В.** (Москва) Выездные экспедиции в обсерватории и научные центры России Межшкольного центра изучения астрономии 1874

15:40–16:00 **Сахарова С. Ю.** (Кострома, член правления Ассоциации планетариев России) TBD

16:00–16:10 **Зелёный Л. М., Закутняя О. В.** (ИКИ РАН) Журнал «Земля и Вселенная» и популяризация космических исследований

16:10–16:30 Кофе-брейк

16:30–18:30 **ЗАСЕДАНИЯ ПО СЕКЦИЯМ**

секция: **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОСУДАРСТВА И БИЗНЕСА В КОСМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ**

конференц-зал

Черенков П. Г. (АО «Спутниковая система «Гонец») Цифровые сервисы высокотехнологичных компаний в образовательной среде

Сметанин В. А., Егоренкова Н. А. (НПО «Энергомаш») Квалификация персонала предприятий РКП

Кузнецов М. И. (Союз развития наукоградов) Молодежные образовательно-исследовательские экспедиции в космические наукограды

Камолов С. Г., Миракова Д. А. (МГИМО) Развитие управленческих компетенций в современном космическом образовании

Комарова А. В. (Детско-юношеский центр космического образования «Галактика» Калуги) Реализация современного космического образования на примере взаимодействия Акционерного общества «Научно-производственное объединение им. С. А. Лавочкина» и МБОУДО «Детско-юношеский центр космического образования «Галактика» Калуги

Скорина С. Ф. (Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения) Организационно-методические аспекты кадрового обеспечения экспериментальной отработки изделий ракетно-космической техники: состояние, перспективы, проблемы (Опыт взаимодействия гражданского вуза и первого государственного испытательного космодрома Министерства обороны «Плесецк»)

Авдеев С. В. («ЦНИИмаш» АО / Лётчик-космонавт РФ) Концепция «космического образования», взгляд космонавта

Тузиков С. А. (МАИ) Развитие методов довузовского космического образования

Ульянов В. А. (ФКП «НИЦ РКП») Подтверждение качества изделий РКТ через испытания

Ясвин В. А. (МГПУ) Методологические основы организации среды эколого-космического образования

Чаруйская М. А. (МГТУ «Станкин») Компетенции в области инжиниринга как основа успешной диверсификации

Дискуссия

секция: **МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

комната 202

Белоконов И. В., Аваряскин Д. П., Кудрявцев И. А., Гульбис А. А., Черников С. А. (Самарский университет) Формирование потенциала в области космических наук и технологий в развивающихся странах: опыт Самарского университета

Ильина А. В. (Сколково) СКОЛТЕХ — опыт реализации международной магистратуры по направлению «Инженерные космические системы»

Купреев С. А. (РУДН) Создание системы непрерывного образования в сфере подготовки и повышения квалификации специалистов в области использования результатов космической деятельности

Пиккиев В. А., Ширабакина Т. А. (ЮЗГУ, Курск) Опыт сотрудничества с университетами Латинской Америки по созданию CubeSat

Чеверда В. В. (ИТ СО РАН) Опыт проведения экспериментов в рамках международного сотрудничества с ESA

Агеев Г. К., Каменев С. И., Хайруллина Р. Р. (ФГБОУ ВО УГАТУ) Международная аэрокосмическая школа в Республике Башкортостан как эффективная форма популяризации космических исследований и привлечения молодёжи для работы в космической отрасли

Дискуссия

комната 200

КРУГЛЫЙ СТОЛ, посвящённый 50-летию кафедры «Космическая физика» МФТИ

Выступление выпускников, аспирантов, студентов и преподавателей кафедры

2 октября 2019 года, среда

09:00–13:00 **Экскурсии на предприятия Роскосмоса (TBD)**

13:00–14:00 Обед. Посещение выставочного зала ИКИ РАН

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ
конференц-зал

14:00–14:20 **Беляев М. Ю.** (РКК «Энергия») Участие космического факультета МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана в исследованиях и экспериментах на МКС

14:20–14:40 **Громыко А. Ю.** (Сколковский институт науки и технологий, Космический центр) Опыт космического центра Сколтеха в аэрокосмическом образовании для школьников: образовательные программы в ОЦ «Сириус» и программа «Дежурный по планете»

14:40–15:00 **Метелковская Е. А.** (Фонд популяризации пилотируемой космонавтики «Космос-это мы») Гагаринский урок «Космос — это мы» — неотъемлемая часть космического образования школьников

15:00–15:20 Кофе-брейк

15:20–18:30 **ЗАСЕДАНИЯ ПО СЕКЦИЯМ**

секция: **КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ОСВОЕНИЕ КОСМОСА: ОТ НАНОСПУТНИКОВ ДО ПИЛОТИРУЕМЫХ СТАНЦИЙ**

комната 200

Гансвинд И. Н. (НГИЦ РАН) Путь в космос через научно-образовательные летательные аппараты

Зайцев А. Н., Мединский В. В. (Троицк) Радиолюбительские спутники как база освоения космической связи

Герасимова-Мейгал Л. И., Мейгал А. Ю. (ПетрГУ) Необходимость мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы при симуляции условий микрогравитации с помощью метода «сухой» иммерсии

Курагин А. В., Колесенков А. Н., Таганов А. И. (Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина) История и перспективы развития малых космических аппаратов

Курицын А. А., Харламов М. М. (НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина) Использование методик и средств подготовки космонавтов для задач космического образования

Шпотя Д. А., Романов А. А. (МФТИ) Сквозной жизненный цикл проектирования и разработки МКА класса CUBESAT в парадигме модельно-ориентированного системного инжиниринга

Мейгал А. Ю., Герасимова-Мейгал Л. И., Саенко И. В. (ПетрГУ) Трансляция эффектов космической физиологии в реабилитацию пациентов с неврологическими заболеваниями

Сон Э. Е. (МФТИ) Космические эксперименты по фундаментальным проблемам физики и их роль в образовании

Твердохдебова Е. М. (ЦНИИмаш) Комплексное развитие космических информационных технологий на 2020–2030 годы. Вызовы, компетенции, космическое образование

Бубнов М. А. (ИМАШ РАН им. А. А. Благонравова) Численное моделирование как инструмент космического образования и инженерии в 21 веке

Дискуссия

секция: КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ: КРУЖКИ И УРОКИ АСТРОНОМИИ

конференц-зал

Бирюкова Т. Е., Бирюков К. Г., Зайцев А. Н., Солдатова Е. В., Тимошенко Н. А. (Троицк) Космические исследования и школа

Прудник Д. О. (МАИ) Инженерно-технические кружки как этап профессиональной навигации школьника

Николаева Н. В. (МБУ ДО Дворец детского (юношеского) творчества г. Новомосковска Тульской области) Система аэрокосмического образования в г. Новомосковске Тульской области

Вибе А. А. (МАУ ДО Дом детского творчества г. о. Звенигород) Астрономическое образование школьников в Доме детского творчества г.о. Звенигород

Ешанов С. Н. (Москва) Проект КОСМОФОРТ

Дёмин М. В. (Рязань) Образовательный центр «Гражданин Вселенной», как составляющая проекта «Дом Циолковского»

Гаджиев Э. В., Юрьев И. С., Жукова О. В., Шуплякова М. Б., Кулькина Е. С. (НИИЭМ) К вопросу о построении обучения старшеклассников космической тематике

Дмитриев В. В. (ОмГПУ) Использование ИКТ при организации исследовательской работы со школьниками по изучению объектов ближнего космоса

Пиккиев В. А., Ширабакина Т. А. (ЮЗГУ, Курск) Научно-испытательная площадка развития технического творчества школьников

Чигасова А. Б. (ЕГУ им. И. А. Бунина) Задачи с астрономическим содержанием на уроках физики как элемент космического образования

Замоздра С. Н. (ЧелГУ) Численные модели небесной механики — школьникам

Колосков А. В. (ГБПОУ «Воробьевы горы») Программа организации космобиологических экспериментов школьников

Абрамович И. В., Шамбин А. И. (МБОУ «Лицей «Сигма») Космическая тематика в рамках дополнительного астрономического практикума

Князева М. Д., Митрофанов Е. М., Филатов А. Н. (Москва) Формирование компетенций будущих аэрокосмических инженеров через реализацию проектной деятельности в АНО ЦДО «Будущим-Космонавтам»

Щербаков Ю. К. (Москва) Московская педагогическая школа астрономического и аэрокосмического образования детей (по материалам наследия Б. Г. Пшеничнера и И. В. Кротова)

Царьков И. С., Бобырев А. Д., Самойлов Н. Е., Шаенко А. Ю. (МОУ СОШ 29 г.о. Подольск) Сетевой проект «Школьный космический телескоп»

Горбатых О. С. (АО КБХА) Комплексный подход в применении традиционных методов профориентации. Профориентация в современной школе: привлечение молодёжи к самостоятельной научно-исследовательской деятельности под руководством специалистов предприятия

Дискуссия

секция: ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ В СМИ И КОСМИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ

комната 202

Шубин П. С. (Кемерово, Санкт-Петербург) Мифы космической эры: Проблемы историографии

Дудоров А. Е., Замоздра С. Н. (ЧелГУ) Челябинский суперболид — вспышка космического просвещения

Стриженова Е. М., Тюкалова В. В., Петров А. С. (Москва) Комплексное решение задачи популяризации космонавтики в современных условиях

Хохлов А. В. (ЦНИИ РТК) Популяризация космонавтики в Санкт-Петербурге на базе Северо-Западной организации Федерации космонавтики РФ

Олиферович Д. И. (СЗМОО ФК РФ) Популяризация космонавтики в России и в мире: задачи и вызовы

Кагиров Р. Р. (Блог «Ты космос») Космическое искусство как средство популяризации космонавтики

Канюс М. В. (Межрегиональный проект «Беляевские чтения») Опыт и результат практического космического просвещения для детей и молодёжи в учебных заведениях регионов РФ

Андреев А. В., Севоян В. А., Зотолокина А. Р., Ложников А. Е. (ОмГТУ) Критерии выбора космического образования у современных школьников

Белаковский М. С., Волошин О. В., Лекай Л. Л. (ГНЦ РФ ИМБП РАН) Опыт популяризации космической медицины и биологии в СМИ

Закутняя О. В. (ИКИ РАН) ИКИ и СМИ: чуть-чуть истории и день сегодняшний

Ваврик И. В. (Комитет образования Администрации городского округа Королёв Московской области) Международная космическая олимпиада школьников — первый шаг на пути покорения космоса

Сваровская А. Ю. (СЗМОО ФК РФ) Образ космонавтики в российских медиа

Морозов С. А. (РКК «Энергия» им. С. П. Королёва) Применение опыта эксплуатации российских антарктических станций в интересах перспективных космических программ

Федотов Д. В. Космическая акустика

Дискуссия

3 октября 2019 года, четверг

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ
конференц-зал

09:00–09:20 **Зеленый Л. М., Садовский А. М.** (ИКИ РАН) НОЦ ИКИ РАН и реализация программ космического образования

09:20–09:40 **Колтунов Р. П.** (ГБОУ Школа № 444) Аспекты изучения астрономии в школе № 444 города Москвы

09:40–10:00 **Мединский В. В., Радченко В. В., Веденькин Н. Н.** (Троицк) Восемь лет образовательному проекту «Воздушно-инженерная школа (CanSat в России)». Промежуточные итоги и перспективы

10:00–10:20 ***Кофе-брейк***

10:20–13:00 **ЗАСЕДАНИЯ ПО СЕКЦИЯМ**

13:00–14:00 ***Обед. Посещение выставочного зала ИКИ РАН***

14:00–18:00 **Экскурсии на предприятия «Роскосмоса»**

секция: **БАЗОВЫЕ КАФЕДРЫ И УНИВЕРСИТЕТСКИЕ ЛАБОРАТОРИИ**

комната 200

Солнцев А. М. (РУДН) История преподавания космического права на кафедре Международного права РУДН

Судариков М. Д., Сударикова Е. В., Плехова Ю. О. (АО «Корпорация «СПУ-ЦКБ ТМ») Механизм взаимодействия предприятий-природопользователей и организаций профессионального образования в сфере подготовке кадров, обеспечивающих создание и внедрение новейших экологичных технологий в ракетно-космической промышленности

Дунаева Е. А., Мельничук А. Ю. (ФГБУН «НИИСХ Крыма») Внедрение космических технологий в образовательную деятельность по направлению подготовки землеустройство и кадастры

Королев М. Ю. (МПГУ) Роль и задачи образовательной программы «Астрокосмическое образование» при подготовке магистров в педагогическом университете

Черных И. А. (РУДН) Преподавание международного космического права на кафедре Международного права РУДН

Чириков С. А., Охочинский М. Н., Зубов А. Г. (БГТУ «Военмех») Опыт выполнения межвузовских студенческих проектов

Гиенко Е. Г., Ганагина И. Г. (СГУГиТ) История подготовки кадров в НИИГАиК-СГУГиТ по специальности «Космическая геодезия»

Карпенко С. О. (ДВФУ) Магистерская образовательная программа «Управление развитием территорий на основе данных и технологий дистанционного зондирования Земли» Школы цифровой экономики ДВФУ

Лупян Е. А., Бурцев М. А., Сазонов В. В., Садовский А. М. (ИКИ РАН, МГУ) Магистерская программа ДЗЗ ФКИ МГУ: первые результаты, опыт и перспективы

Фирсюк С. О. (МАИ) Центр проектирования и производства малых космических аппаратов МАИ

Завьялова Н. Преподавание компьютерных наук в аэрокосмической школе МФТИ

Чеботарев А. С., Рогалев Н. Д. (АО «ОКБ МЭИ», МЭИ) Подготовка высококвалифицированных кадров в области разработки и развития перспективных пространственно-временных радиосистем и технологий космической связи, радиолокации и навигации

Дискуссия

секция: КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ: КРУЖКИ И УРОКИ АСТРОНОМИИ

Рытик А. П., Аникин В. М., Богданов М. Б., Короновский А. А. (СГУ им. Н. Г. Чернышевского) Общество любителей астрономии Саратовского университета

Самойлов Н. Е., Царьков И. С., Бобырев А. Д. (ООО «НТЦ «Промышленной Экологии») Школьный астрокосмический комплекс с удалённой обсерваторией на платформе интернета вещей

Исаев Д. А., Яблошевская Ю. С. (Институт физики, технологии и информационных систем МПГУ) Формирование разноуровневой образовательной среды на базе Астрокосмического комплекса имени С. П. Королёва

Калегин А. А. (ЕГУ им. И. А. Бунина) Космическое образование в средней школе: не часть курса физики, а самостоятельная дисциплина

Кондакова Е. В. (ЕГУ им. И. А. Бунина) Элементы космического образования в современном школьном курсе астрономии

Матасов Н. А. (ЯрГУ им. П. Г. Демидова) Космический Ярославль

Ильина А. В. (МММК) Инженерный центр Музея космонавтики — опыт организации развивающих и профориентационных занятий в области космонавтики на примере клуба «Космический отряд»

Ярцев А. В. (ГБОУ Школа № 2086) Космонавтика в предпрофессиональном образовании

Лятс К. Г. (Проект «Инженерно-космический класс») Дополнительное инженерно-космическое образование для старшеклассников

Ерёмина В. В. (АмГУ) Партнерство, как ресурс развития дополнительного образования детей

Пинчук В. Б. (ГБОУ Школа № 2097) Космическое образование школьников на основе проектной деятельности

Абрамович И. В. (МБОУ Лицей «Сигма») Космическая тематика в рамках дополнительного астрономического практикума

Баландин А. В. (МБОУ Гимназия №6) Опыт руководства проектной группой по созданию линейки ракет «Фотон» для участия в конкурсах научно-технологических проектов по направлению: космос

Николаев Н. Н. (ГБПОУ «Воробьёвы горы») Астрономическое и космическое образование в ГБПОУ «Воробьёвы горы»

Семенов Д. В. (Большой Иркутский планетарий) Планетарий в современной школе

Дискуссия

секция: **НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ. МАЛЫЕ СПУТНИКИ**

комната 202

Гаджиев Э. В., Генералов А. Г., Салихов М. Р. (НИИЭМ) Состояние и перспективы развития бортовых антенных систем космических аппаратов

Фролов С. Н., Титенко Е. А., Добросердов Д. Г., Щитов А. Н. (ЮЗГУ) Малые космические аппараты ЮЗГУ: опыт создания и применения

Свертилов С. И., Богомолов В. В., Гарипов Г. К., Горбовской Е. С., Калегаев В. В., Климов П. А., Корнилов В. Г., Липунов В. М., Оседло В. И., Панасюк М. И., Петров В. Л., Подзолко М. В., Рубинштейн И. А., Тулупов В. И., Яшин И. В. (МГУ) Образование и наука на базе проекта МГУ «УниверСат – СОКРАТ»

Сочнев А. В., Зиганшин Б. Р., Саттаров А. Г. (КНИТУ-КАИ) Лазерные ракетные двигатели в малых спутниках и их применение для освоения ближнего и дальнего космоса

Уткин Б. В., Магазинникова А. Л., Семчанкова К. В., Анишин М. Н., Бабанов Д. А., Жуков И. А. (ТУСУР) Проект по разработке системы управления спутниковой антенной на основе сигнала с канала обмена в рамках грантовой программы

Шаенко А. Ю. (Сообщество «Твой сектор космоса») Спутник «Маяк» и другие проекты сообщества «Твой сектор космоса»

Иванов Н. С., Кададова А. В. (БГТУ «Военмех» им Д. Ф. Устинова) Разработка зонда для исследования стратосферы

Ефремов Д. И. («Стратонавтика») Школьные, студенческие и научные аппараты, запускаемые в стратосферу в России и в мире

Дискуссия

выставочный зал

КРУГЛЫЙ СТОЛ. Гагаринский урок «Космос — это мы» — неотъемлемая часть космического образования школьников

Коломеец А. В. (МБОУ Средняя школа № 1 им. Ю. А. Гагарина) Живые уроки. Школа и музей — вместе в будущее

Миронов Н. А. (СОГБУК «Объединённый музей Ю. А. Гагарина») Взаимодействие СОГБУК «Объединённый музей Ю. А. Гагарина» со школьными космическими музеями

Филатова Т. Д. (СОГБУК «Объединённый музей Ю. А. Гагарина») Смоленская дорога, что к звёздам привела…

4 октября 2019 года, пятница

09:00–09:20 **Шитц А. Э.** (ООО Парки Развития. Станция МАРС) Игровые миры опережающего развития

09:20–09:40 **Климов С. И., Вайсберг О. Л., Готлиб В. М., Грушин В. А., Долгоносов М. С., Зелёный Л. М., Ангаров В. Н., Козлов И. В., Летуновский В. В., Назаров В. Н., Новиков Д. И., Петрукович А. А., Родин В. Г., Эйсмонт Н. А., Корепанов В. Е., Костров А. В., Лихтенбергер Я., Надь Я., Сегеди П., Шоймоши Я.** (ИКИ РАН) Результаты и перспективы фундаментальных космических исследований на микроспутниках, реализуемых в инфраструктуре МКС

09:40–10:00 **Богомолов В. В., Богомолов А. В., Дементьев Ю. Н., Еремеев В. Е., Жарких Р. Н., Июдин А. Ф., Оседло В. И., Прохоров М. И., Свертилов С. И.** (МГУ) Опыт научно-образовательной работы со школьниками на примере КА «СириусСат»

10:00–10:20 ***Кофе-брейк***

10:20–13:00 **ЗАСЕДАНИЯ ПО СЕКЦИЯМ**

13:00–14:00 ***Обед. Посещение выставочного зала ИКИ РАН***

14:00–18:00 **Экскурсии в Павильон «Космос» ВДНХ**

секция: **ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МКС В ИНТЕРЕСАХ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

комната 200

Богданова Ю. В., Волков А. П., Деркунский А. В., Иванова Ю. А., Клименко Т. В., Ковинько В. А., Кондаков П. П., Макаренко А. Н., Обухов В. В., Псахье С. Г., Чернявский А. Г., Шеков И. С., Шмелева Е. В., Минаев Н. Н. (ТГПУ) Инициатива «Космический урок» — инновационный проект российского космического образования

Садовский А. М. (ИКИ РАН) Проект «Сферы – Астроби» и его реализация в России

Десинов Л. В., Десинов С. Л., Кудякова С. Т., Рудаков В. А. (Институт географии РАН) «Уроки географии с орбитальной высоты» в программе «Ураган» на МКС

Фирсюк. С. О., Бирюкова М. В., Оделевский В. К., Юн Сон Ук (МАИ) Программа экспериментов на МКС Московского авиационного института

Климов П. А., Шаракин С. А. (НИИЯФ МГУ) Космический эксперимент «УФ атмосфера»: образовательный потенциал проекта

Шаклеина А. Ю., Павлова Л. П. (НИИ ПП и СПТ — филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии») Организация космического питания экипажей Российского сегмента Международной космической станции

Жуков А. О. (АО «ОКБ МЭИ») Космический эксперимент «Лира-Б» в интересах космического образования

Левинских М. А. (ГНЦ РФ ИМПБ РАН) Опыт и перспективы использования МКС: образовательные эксперименты с растениями

Дискуссия

секция: **ИСТОРИЯ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ. КОСМИЧЕСКИЕ МУЗЕИ**

конференц-зал

Гончарова И. В., Чувардин Г. С. (ОГУ им. И. С. Тургенева) Экспозиция музея космонавтики как инструмент формирования наглядности в системе космического образования

Фирсюк С. О., Егоров Ю. Г., Кульков В. М., Чернышов А. Н. (МАИ) История создания студенческих спутников в МАИ

Данилова О. В. (ГБОУ Школа № 58 Приморского района Санкт-Петербурга) Школьный музей космонавтики им. С. П. Королева — центр воспитательной работы школы

Дёмин М. В. (Рабочая группа по созданию Мемориально-просветительского комплекса «Дом Циолковского» (МПКЦ) в Рязанской области) Популяризация идей К. Э. Циолковского и русских космистов в музейных экспозициях МПКЦ. Новые подходы

Ваганов А. Г. (ИИЕТ РАН) На кого упало яблоко Ньютона. Закон всемирного тяготения и рождение феномена наивной науки дилетантов

Кайсин Е. И. (Кировское областное государственное бюджетное учреждение культуры «Музей К. Э. Циолковского, авиации и космонавтики») Музей К. Э. Циолковского авиации и космонавтики как многофункциональный центр космического образования Кировской области

Коленкина М. М., Козлова Н. А., Гаров А. С., Карачевцева И. П. (КЛИВТ МИИГАиК) Геопортал планетных данных как интерактивный музей для сохранения результатов лунных исследований советской эпохи

Кузнецов Э. Д., Левитская Т. И. (УрФУ) История астрономического образования в Уральском университете

Морозова Л. Н. (Дом-музей А. Л. Чижевского — отдел ГМИК им. К. Э. Циолковского) Дети «Галактики»

Богданова Н. В. (Самарский университет) Самарский университет — «Кузница кадров» российской космонавтики

Бадюков Д. Д. (ГЕОХИ РАН) Метеоритная коллекция РАН

Воронина Н. Е. (ГАУК ЯО «Центр имени В. В. Терешковой») Деятельность экспозиционно-выставочного зала Центра имени В. В. Терешковой

Гачева А. Г. (ИМЛИ РАН, Музей-библиотека Н. Ф. Фёдорова) Философия русского космизма как гуманитарная составляющая космического образования

Лекай Л. Л. (ГНЦ РФ ИМПБ РАН) История космической биологии и медицины: опыт партнерских музейных проектов

Куприянов В. Н. (СЗМОО ФК РФ) Секция истории космонавтики и ракетной техники Северо-Западной Межрегиональной Общественной организации Федерация Космонавтики России (к 35-летию деятельности)

Шлядинский А. Г. Развитие ракетного моделизма в Ленинграде – Петербурге

Дискуссия

секция: **МОБИЛЬНОСТЬ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫЕ И ДИСТАНЦИОННЫЕ ФОРМЫ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

комната 202

Ганагина И. Г., Гиенко Е. Г. (СГУГиТ) Комплексный подход в геодезическом вузе при подготовке специалистов в области использования результатов космической деятельности

Малыгин Д. В. (Лаборатория «Астрономикон») SMART-приложение «ПротоС» на мобильное устройство для проектирования наноспутников

Дмитриев В. В. (ОмГПУ) Система очно-заочной подготовки школьников Омской области к Всероссийской олимпиаде по астрономии

Мирзоева И. К., Дубовский И. Н. (ИКИ РАН) Межотраслевая система обучения и ранней научно-технической профориентации школьников на базе космических и интернет-технологий

Хромов Г. А., Бычков В. К., Павлов В. А., Балескин В. А., Зарипова А. В., Абрамешин Д. А. (НИУ ВШЭ) Учебный симулятор сборки и программирования спутника

Шатовская Н. Е. (ГБОУ Школа № 179) Дистанционная работа по астрономии со школьниками

Шпотя Д. А., Шпотя В. А. (МФТИ) Преимущества объединения онлайн и традиционных форматов образования на примере развития профориентационного курса: «Взгляд в космос: события, технологии и люди российской космонавтики»

Яскевич М. И. (ГИРЯ им. А. С. Пушкина) Открытые онлайн-курсы для космического образования

Дискуссия

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

1. **Шпекин М. И., Безменов В. М.** Орбитальная фотограмметрия в учебном процессе в Казанском федеральном университете (результаты, проблемы, перспективы)
2. **Швецова И. Н.** Роль региональных вузов в подготовке кадров для космической отрасли
3. **Баникевич А. С.** «Космические вахты Кузбасса»: из опыта взаимодействия ГАУК Кемеровского областного краеведческого музея и образовательных учреждений
4. **Ельчанинов А. И.** Памятники советской и российской истории исследования и освоения космоса
5. **Охочинский М. Н.** Детские книги о космонавтике, изданные в Советском Союзе и России. Сравнительный анализ
6. **Охочинский М. Н., Куприянов В. Н.** Секция истории космонавтики и ракетной техники Северо-западной межрегиональной общественной организации Федерации космонавтики России
7. **Шалункова В. В.** Гагаринские дни. Проект в школе — просто о сложном
8. **Афиани В. Ю.** Архивы и проблемы изучения истории, преподавание и популяризация космических исследований
9. **Халецкая Т. В., Лейфа А. В., Еремина В. В.** Профессиональная подготовка инженерных кадров для космической отрасли на довузовском этапе
10. **Халецкая Т. В.** К вопросу о подготовке инженерных кадров для космической отрасли на основе интегративного подхода
11. **Фомин Д. В., Титова А. Д., Яненко С. А., Лейфа А. В., Плутенко А. Д.** Проектное обучение студентов космических специальностей в рамках программы «УниверСат» в Амурском государственном университете
12. **Кутник И. В. Попова Е. В.** Профориентационная деятельность в рамках интересов космической отрасли
13. **Баникевич А. С., Феофанова О. А.** Космические вахты Кузбасса: из опыта взаимодействия Кемеровского областного краеведческого музея и образовательных учреждений
14. **Михайлов М. С.** Особенности построения космической радиолинии
15. **Горелова Л. И., Надточий Ю. Б**. Кадровые ресурсы предприятий ракетно-космической отрасли: проблемы и перспективы
16. **Дмитриев Н. Д.** Музей, как носитель космической идеи, и его популяризация средствами современного маркетинга
17. **Охочинский М. Н., Бородавкин В. А.** Из истории кафедры «Ракетостроение» Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова
18. **Ротару В. А., Ищенко М. А., Кузнецов К. В., Коленкина М. М.** Архив планетных карт как музейно-образовательная база для студентов-картографов
19. **Дмитриев Н. Д.** Музей, как носитель космической идеи, и его популяризация средствами современного маркетинга
20. **Трофимов С. Е.** Изучение истории космонавтики и ракетостроения в музее Центра им. В. В. Терешковой

КОСМИЧЕСКАЯ ТЕМАТИКА В РАМКАХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО АСТРОНОМИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

И. В. Абрамович[1], **А. И. Шамбин**[2]

[1] Лицей «Сигма», Барнаул, Алтайский край, учитель физики ,
e-mail: viktorijskaj@mail.ru

[2] Адыгейский государственный университет, Майкоп,
старший преподаватель кафедры теоретической физики

Основной целью введения космической тематики в школьном образовании является формирование естественно-научной грамотности учащихся, в ключе использования всех возможностей коммуникации. Открытость образовательной среды предоставляет дополнительные возможности для организации и обеспечения ситуаций, в которых обучающийся сможет самостоятельно ставить цель продуктивного взаимодействия с другими людьми, сообществами и организациями и достигать её.

Школьники должны не только освоить основные понятия и законы астрономии, физики, уметь объяснять окружающие явления, но и изучить достижения современной науки и техники, формировать основы знаний о методах, результатах исследований.

Оценим востребованность профессий, которые, по мнению аналитиков, будут актуальны через 10–15 лет: специалист по созданию искусственных органов, фермеры, работающие с генными технологиями, специалист по увеличению памяти, космические пилоты и архитекторы, специалисты по работе с информацией и т. п.

Названия звучат, как профессии из фантастического фильма, из далёкого будущего... или близкого?

Значит, наша задача показать ребёнку, человеку будущего, что мир новых профессий — это его мир! Мы должны ввести в курс дела нового человека нашего общества. Дать возможность понять школьнику, что его окружает, как всё устроено и, конечно же, показать все направления, в которых человек может себя реализовать.

Как можно заинтересовать школьника, в изучении того нового, что нас окружает или будет окружать в ближайшем будущем? Заинтересовать теми исследованиями и достижениями науки, космонавтики, которые, по мнению человека, никогда его не коснутся лично?

Один из способов привлечь человека к теме — задать вопрос не прямо, освободить от оценивания его ответа, что выполнимо в рамках дополнительного астрономического практикума. Задать вопрос так, чтобы человек начал рассуждать в своё удовольствие, начал бы решать проблему. Предложение школьникам решить судьбу планеты, определить нужность космонавтики и т. д. повлечёт за собой ряд реплик, обоснованных или необоснованных суждений, помогут школьнику почувствовать свою важность и авторитет, и, как следствие, желание решать и в дальнейшем различные проблемы, связанные с предметом.

Рассмотрим пример организации проектной работы по исследованию современных достижений космонавтики.

Вопрос о том, кто должен исследовать Марс — космонавты или роботы, конечно же, не абстрактный, но попытка на него ответить «обрастает» всё новыми и новыми вопросами, ответы на которые требуют изучения различных направлений не только физики, астрономии, но и экономики, политики, медицины, других наук и видов деятельности человека.

Подобный метод обучения (проблемный) побуждает учащегося к деятельности, формирует навыки поисковой практики, анализа, самостоятельную исследовательскую деятельность, компоновку полученной информации.

Целью такого проекта будет знакомство учащихся с достижениями современной науки и техники, формировать основы знаний о методах, результатах исследований в области освоения космического пространства.

Задачи проекта можно выделить следующие:

1) знакомство учащихся с основными механизмами, методами исследований космических тел;
2) знакомство учащихся с различными видами космических аппаратов и их возможностями;
3) получение представления о новейших разработках в области науки и технологий;
4) формирование мировоззренческих представлений учащихся о влиянии условий труда на здоровье человека;
5) формирование готовности к проектной деятельности с помощью коммуникационных технологий и интернет;
6) формирование способности использования универсальных учебных действий в познавательной и социальной практике.

В процессе подготовительного этапа учитель организует беседу о последних новостях астрономии, космоса. О том, где информацию черпают школьники. Насколько она достоверна. Насколько достоверна информация в поисково-информационных системах? Какими источниками информации в сети интернет мы можем воспользоваться? Какими источниками информации можно воспользоваться для исследования темы?

Перед участниками проекта ставится следующая проблема: «Кто должен исследовать Марс — космонавты или роботы?»

Учитель может предложить для ответа на вопрос заполнить таблицу «за» и «против», поставить вопрос об актуальности проекта (нужность, затратность, обоснованность), предложить выявить варианты использования обоснованного ответа на данный вопрос.

В ходе беседы, учащиеся вместе с учителем должны проанализировать знания в коллективе. Понять, что для ответа на вопрос, требуется глубокий анализ многих направлений науки и деятельности человека.

На этом этапе может сформироваться дополнительно коллективный проект выхода в открытое образовательное пространство. Учитель и школьники совместно разрабатывают направления выхода в социум с уже обоснованным, решённым коллективом вопросом, о необходимости присутствия человека на Марсе.

Планирование выполнения проекта происходит через понимание учащимися необходимости получения знаний о КА, принципах их действия, законах, которые используются для безопасного следования в космосе и посадки. Получение знаний о космическом пространстве, об условиях на планете Марс и их влиянии на здоровье человека. Учитель показывает необходимость освоения и создания новых технологий по исследованиям космоса. Также, обращает внимание участников на то, что с помощью этих знаний и будет определяться ответ на вопрос о степени необходимости присутствия человека на Марсе.

Здесь может быть выявлен перечень вопросов (мини-проектов) необходимых для изучения. А также, сформированы рабочие группы по интересам и по работе с общественностью.

Как вариант: проект делится на две части:

1) получить обоснованный ответ на вопрос, который решается рабочими группами по тематике интересов;
2) те же группы, уже представив свои проекты и сделав общий вывод, снова распределяют обязанности по работе с социумом.

Такой проект может охватить различные направления науки, технического развития и жизни человека.

Предметность: Какие виды космических аппаратов существуют? Каков их принцип действия? Как можно рассчитать траекторию движения КА [2], время полёта (Теория космического полёта — статья опубликована на сайте Научно-исследовательского Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина (НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина) [3]). Также предложить ребятам решить задачу на одном из этапов освоения темы: Космический корабль совершает перелёт от Земли к Марсу по орбите Гомана – Цандера. Найдите время такого полёта. Орбиты планет считать круговыми.

Безопасность: Как влияют на здоровье человека перелёты на космических аппаратах, условия на планете Марс? Какие условия безопасной посадки КА на Марс? Факторы космического полёта, опубликованные на сайте НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина [4]. Видеолекция Сурдина В. Г. «На Марс в один конец» [1].

Эстетика: Будет ли людям комфортно в условиях полёта, жизни, работы, которые предлагаете вы?

Инновации: Каким должен быть космический аппарат, чтобы мог защитить от радиации? Как можно решить проблему использования защитных перчаток в условиях космоса? Экзоскелет? Предложите виды роботов и механизмы их работы на различных участках поверхности Марса.

Экономичность: Насколько экономично будет отправить человека на планету Марс? Рассчитать стоимость полёта человека и робота.

В процессе выполнения проекта происходит воспроизведение знаний, умений, жизненного опыта, нахождение новой информации, исследование, анализ информации. Репродуктивное воспроизведение изученного материала; выполнение заданий на основе изученного; проверка уровня усвоения и понимания материала. Представление и оценка продукта путём коллективного обсуждения и самооценка.

В результате защиты темы проекта должна произойти (при необходимости) такая корректировка, чтобы проект стал реализуемым и позволил обучающемуся предпринять реальное проектное действие.

Учитель оказывает помощь в достижении поставленных целей, предлагая ребятам пошаговые инструкции в решении задач и трудных вопросов.

Ниже, представлен примерный перечень заданий, которые можно предложить учащимся выполнить в ходе работы.

Задания

Блок 1. Знакомство с подвижной моделью Солнечной системы.

Задание 1-1. Пользуясь схемой Солнечной системе определить планеты в подвижной модели.

Задание 1-2. Пользуясь линейкой сопоставить расстояния планет в подвижной модели от её центра. Проверить правильность этого соответствия, пользуясь таблицей параметров орбит планет Солнечной системы.

Задание 1-3. С помощью штангенциркуля (или линейкой и листом тетради в клетку) определить диаметры моделей планет и сопоставить их размеры. Проверить правильность соответствия размеров планет в модели, пользуясь таблицей физических характеристик планет.

Задание 1-4. Если конструкция подвижной модели позволяет снимать модели планет, то с помощью весов измерить массу каждой планеты. Пользуясь таблицей физических характеристик, проверить: насколько соотношение масс между моделями планет адекватно, соотношению действительных масс.

Задание 1-5. Если выполнено задание 1-5, то можно произвести измерение плотности планет. Объём можно измерять двумя

способами: либо вычисляя его по формуле объёма шара, либо (для младших школьников) методом погружения модели планет в измерительный сосуд. Также можно пользоваться методом подобия. Сопоставить полученные значения плотностей планет с их действительными средними плотностями, взятыми из таблицы физических характеристик планет Солнечной системы.

Блок 2. Работа с подвижной моделью Солнечной системы.

Задание 2-1. Включить модель Солнечной системы и отметить общие закономерности движения планет вокруг Солнца:

1) все планеты вращаются вокруг Солнца примерно в одной плоскости
2) все планеты вращаются вокруг Солнца в одном направлении (против часовой стрелки, при наблюдении с северного полюса эклиптики);
3) планеты, расположенные ближе, вращаются быстрее, чем планеты, расположенные дальше.

Задание 2-2. С помощью секундомера измерить звёздные периоды обращения планет на модели и сопоставить их отношения. Убедиться с помощью таблицы параметров орбит планет, что это отношение верно.

Задание 2-3. Проверить правильность 3 закона Кеплера для Земли и Марса.

Задание 2-4. Пользуясь схемой конфигураций внешних планет, вручную перемещая модель Марса в выключенной подвижной модели воспроизвести основные конфигурации Марса относительно Земли: противостояние, соединение, восточную и западную квадратуру. Запустить подвижную модель и определить последовательность смены основных конфигураций Марса для наблюдателя, находящегося на Земле.

Задание 2-5. С помощью секундомера измерить время между двумя одинаковыми конфигурациями Земли и Марса (синодический период).

Задание 2-6. Пользуясь схемой конфигурации внутренних планет возможные конфигурации Земли для наблюдателя, находящегося на Марсе.

Задание 2-7. Установить взаимное соответствие между конфигурациями Марса относительно Земли и конфигурациями Земли относительно Марса (например, то, что противостояние Марса для наблюдателя, находящегося на Земле соответствует нижнему соединению Земли для наблюдателя, находящегося на Марсе и т. п.).

Блок 3. Изучение движения Марса по звёздному небу с помощью виртуального планетария.

Задание 3-1. Изучить работу с виртуальным планетарием.

Задание 3-2. Изменяя дату видимости звёздного неба в планетарии изучить годичный путь движения Солнца по звёздному небу и ознакомиться с зодиакальными созвездиями.

Задание 3-3. Изменяя дату видимости звёздного неба в планетарии изучить движение Марса по звёздному небу в течение синодического периода. Изучить условия наблюдения Марса с Земли в различных конфигурациях.

Задание 3-4. Изменяя дату видимости определить траекторию движения Марса по звёздному небу в течение синодического периода. Обратить внимание на петлеобразный характер траектории. Выяснить причину такого видимого движения.

Задание 3-5. Установив режим наблюдения звёздного неба с Марса, изучить годичное движение Земли и Луны по звёздному небу в течение синодического периода.

Блок 4. Астрономические наблюдения Марса.

Задание 4-1. Используя виртуальный планетарий, астрономический календарь или другой источник определить текущее по-

ложение Марса на звёздном небе. Определить оптимальное время наблюдений.

Задание 4-2. Провести систематические наблюдения Марса, нанося его положение на негативную звёздную карту.

Задание 4-3. Провести наблюдения Марса в бинокль и выполнение его зарисовок относительно ближайших звёзд для фиксации его небольших передвижений по звёздному небу.

Задание 4-4. Наблюдение Марса в телескоп, оценка изменения его расположения относительно ближайших звёзд и оценка изменения видимого диаметра его диска.

Блок 5. Изучения основ теории космического полёта к Марсу.

Задание 5-1. С помощью сети интернет собрать информации о наиболее важных космических экспедициях на Марс в различные периоды (60-е, 70-е, 80-е, 90-е, 2000-е годы).

Задание 5-2. Составить сводную таблицу:

Экспедиция	Дата запуска с Земли	Дата прибытия на Марс	Продолжительность полёта

Задание 5-3. Проанализировать таблицу и определить типичное время полёта к Марсу.

Задание 5-4. Изучить эллипс и его основные понятия: большая ось и полуось, малая ось и полуось, перигелийное и афелийное расстояния.

Задание 5-5. Изучить: как применяется 3-й закон Кеплера к эллиптическим орбитам.

Задание 5-6. Изучить эллипс Гомана – Цандера. Определить период обращение тела, вращающегося вокруг Солнца по эллипсу Гомана – Цандера, построенного для орбит Земли и Марса.

Задание 5-7. Провести расчёт времени полёта космического аппарата от Земли к Марсу по эллипсу Гомана – Цандера и сопоставить его с типичным временем полёта от Земли до Марса, полученным в задании 4-4.

Задание 5-8. Составить собственную схему полёта к Марсу и её хронологическую таблицу для ближайшего удобного момента запуска космического аппарата к Марсу.

Блок 6. Знакомство с природой и поверхностью Марса.

Задание 6-1. Собрать общие сведения о планете Марс: данные о геометрии планеты, предполагаемое внутреннее строение, состав атмосферы, сведения о спутниках.

Задание 6-2. По карте Марса ознакомиться с его основными областями и деталями рельефа.

Задание 6-3. Маркером нанести сетку марсографических координат на пластиковый шар и с помощью пластилина постараться наиболее точно воспроизвести поверхность Марса, в частности такие достопримечательности как гора Олимп. Долины Маринера.

Блок 7. Сопоставление перспектив исследования Марса с участием космонавтов и автоматическими космическими аппаратами.

Задание 7-1. Собрать информацию о том, какие исследования Марса должны проводиться в период с 2019 — 2030. На основании их анализа выяснить: какие исследования Марса актуальны в настоящее время?

Задание 7-2. Собрать информацию о планируемых исследованиях Марса с участием космонавтов. Составить примерную программу подготовки и проведения пилотируемого полёта к Марсу, аналогично заданию 5-8.

Задание 7-3. Провести сравнительный поэтапный анализ двух космических программ: с использованием автоматических аппаратов и с использованием пилотируемых космических аппаратов. Сделать аргументированный вывод.

З а м е ч а н и е: в качестве дополнительного задания можно провести сравнительный анализ исследования Луны автоматическими межпланетными станциями и астронавтами «Аполлонов».

Литература

1. *Сурдин В. Г.* На Марс в один конец: видеолекция. URL: https://www.youtube.com/watch?v=EWTflMTN0IY/ (дата обращения 24.08.2019).
2. *Сурдин В. Г.* Космонавтика // Наука из первых рук. URL: https://scfh.ru/lecture/kosmonavtika/ (дата обращения 24.08.2019).
3. Теория космического полёта / НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина. http://www.gctc.ru/main.php?id=295/ (дата обращения 24.08.2019).
4. Факторы космического полёта / НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина. http://www.gctc.ru/main.php?id=940/ (дата обращения 24.08.2019).

МЕЖДУНАРОДНАЯ АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ШКОЛА В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН КАК ЭФФЕКТИВНАЯ ФОРМА ПОПУЛЯРИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРИВЛЕЧЕНИЯ МОЛОДЁЖИ ДЛЯ РАБОТЫ В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Г. К. Агеев, С. И. Каменев, Р. Р. Хайруллина

Уфимский государственный авиационный технический университет,
e-mail: btrvoz@mail.ru

Взятый ведущими вузами России, в том числе и Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ), решительный курс на реализацию инновационных образовательных программ подразумевает самое серьёзное внимание подготовке квалифицированных специалистов для высокотехнологических отраслей экономики, и прежде всего — для ракетно-космического комплекса.

В этой связи важным фактором является ранняя профориентация школьников, популяризация среди молодёжи профессий, связанных с ракетно-космическим комплексом, пилотируемой космонавтикой, повышение престижа инженерных и конструкторских специальностей, привлечение молодёжи к обучению в ведущих технических вузах.

С этой целью в Республике Башкортостан с 2012 г. проводится международная аэрокосмическая школа имени космонавта-испытателя СССР, уроженца Башкортостана У. Н. Султанова. Организаторы школы — Уфимский государственный технический университет и Башкортостанское региональное отделение Федерации космонавтики России.

Главная цель организаторов — популяризация профессий, связанных с авиацией и космонавтикой, поиск молодёжи, мотивированной на трудовую деятельность на предприятиях ракетно-космического профиля, патриотическое воспитание молодёжи, расширение международного сотрудничества.

Участниками школы становятся победители и призёры Международной олимпиады по истории авиации и воздухоплавания им. А. Ф. Можайского, победители республиканской олимпиады на Кубок Ю. А. Гагарина, республиканского конкурса «Мой космический мир». Летом 2019 г. аэрокосмическая школа проводилась уже в восьмой раз. За это время она стала международной: в числе участников были юные любители и знатоки авиации и космонавтики из 13 стран дальнего и ближнего зарубежья [1]. В том числе — Мексики, Болгарии, Конго, Марокко, Вьетнама, Индии, Камбоджи, Китая, Таиланда, Беларуси, Казахстана, Узбекистана, Таджикистана. Значительно расширилась и география российских участников — кроме Республики Башкортостан в аэрокосмической школе за последние годы побывали представители Москвы, Санкт-Петербурга, Московской области, Ярославской области, Пермского края, Самарской, Вологодской, Свердловской, Челябинской и Ульяновской областей. В последние годы в работе аэрокосмической школы участвуют студенты ведущих технических вузов России — Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана, Московского авиационного института (национального исследовательского университета), Балтийского государственного технического университета «Военмех» имени Д. Ф. Устинова (Санкт-Петербург), Самарского национального исследовательского университета им. С. П. Королёва, Уральского федерального университета им. Б. Н. Ельцина (Екатеринбург), Ульяновского политехнического института, Южно-Уральского федерального университета (Челябинск).

Помимо лекций и практических занятий, тренингов и мастер-классов по авиационной и ракетно-космической тематике, освоению космоса, подготовке и осуществлению пилотируемых полётов в космос, астрономии регулярно проводятся встречи с известными учёными, руководителями предприятий, ветеранами вооружённых сил и космодрома Байконур, деятелями искусств.

За восемь лет существования школы в ней побывали и выступили с лекциями лётчики-космонавты СССР: Дважды Герои Советского Союза В. В. Коваленок и В. А. Ляхов, Герои Советского Союза А. Н. Баландин, А. П. Арцебарский, И. П. Волк, лётчики-космонавты РФ, Герои России С. Н. Ревин, М. Б. Корниенко, А. А. Скворцов, Заслуженный испытатель космической техники, кавалер ордена Ленина, генерал-майор, оператор «Лунохода» В. Г. Довгань [2].

В каждую смену организаторы школы совместно с Центром управления полётами устраивают сеансы связи с экипажами Международной космической станции (МКС).

Неоднократно с видеоприветствием к участникам аэрокосмической школы обращались члены российских экипажей МКС — Михаил Корниенко, Фёдор Юрчихин, Сергей Рязанский, Александр Мисуркин, Алексей Овчинин.

Теоретические и практические занятия проводятся ведущими преподавателями и учёными УГАТУ, действующими лётчиками и космонавтами, ветеранами космодромов Байконур, Плесецк, Капустин Яр.

Международная аэрокосмическая школа имеет не только образовательный, научный, воспитательный и патриотический профиль. Её участники имеют возможность укрепить своё здоровье. В рационе питания ежедневно-знаменитый лечебный богатырский напиток-кумыс и известный на весь мир башкирский мёд. Все именитые гости из числа космонавтов, ветеранов космодромов Байконур и Капустин Яр, организаторов и руководителей предприятий ракетно-космического комплекса, побывав хотя бы один раз в аэрокосмической школе, в один голос говорят: «Подобного проекта в России нет. Его нужно всемерно поддерживать и развивать».

Закономерно, что многие из участников аэрокосмической школы впоследствии становятся студентами УГАТУ и других ведущих технических вузов России, а в последующем связывают свою трудовую деятельность с предприятиями, научно-исследовательскими институтами и конструкторскими бюро ракетно-космического комплекса России.

Помимо этого проекта в УГАТУ уже свыше 15 лет успешно реализуется программа долговременного партнёрства с ведущими предприятиями-лидерами ракетно-космического комплекса России [3].

Ежегодно в период каникул группа лучших студентов УГАТУ — 25–27 человек направляется в качестве поощрения за отличную учёбу и успехи в научной работе за счёт университета в Москву, Подмосковье и Санкт-Петербург для посещения ведущих российских аэрокосмических центров, предприятий, институтов. Целью данных поездок, помимо установления контактов с ведущими предприятиями — лидерами авиакосмического комплекса России, является знакомство с историей, сегодняшним днём и перспективами развития этих предприятий, встречи с ведущими специалистами и конструкторами, знакомство с лучшими разработками отечественных КБ, приглашение ведущих специалистов для чтения лекций в УГАТУ и участия в ГАК.

За прошедшие годы студенты УГАТУ посетили Центр подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина, ГКНПЦ им. М. В. Хруничева, Центр управления полётами (г. Королёв), Научно-производственное объединение (НПО) «Измерительная техника» (г. Королёв), РКК «Энергия» имени С. П. Королёва» (г. Королёв), НПО «Энергомаш»

им. В. П. Глушко (Химки), Машиностроительное конструкторское бюро (МКБ) «Факел» имени академика П. Д. Грушина (Химки), НПО им. С. А. Лавочкина (Химки), Государственный ракетный центр имени академика В. П. Макеева (Миасс), ГосМКБ «Радуга» им. А. Я. Березняка» (Дубна).

В результате таких контактов закономерно устанавливаются долгосрочные партнёрские отношения.

Подобные мероприятия позволяют студентам осознать значимость и престижность своих будущих профессий, проникнуться чувством гордости за свою страну, её достижения в ракетно-космической отрасли, найти сферу приложения своих знаний и талантов в области освоения космоса.

Таким образом, установление партнёрских отношений между ведущими предприятиями аэрокосмического комплекса России и УГАТУ позволяет совместно успешно решать задачи подготовки специалистов для предприятий-работодателей, существенным образом повысить престиж профессий, связанных с авиационно-космическим и оборонным комплексом России, активнее привлекать молодёжь к будущей работе в космической отрасли.

Литература

1. *Каменев С. И.* И на Марсе будут яблони цвести... // Вестн. ЦИК РБ. 2015. № 1/2(23/24). С. 60–62.
2. *Каменев С. И.*, *Гриценко О. Ю.* Международная аэрокосмическая школа им. космонавта-испытателя СССР У. Н. Султанова как эффективная форма патриотического воспитания молодежи // Материалы 2-й Научно-практ. конф. «Военно-патриотическое воспитание молодежи». 2018. С. 94–97.
3. *Каменев С. И.*, *Гриценко О. Ю.* Стратегическое партнерство с ведущими аэрокосмическими предприятиями России — залог подготовки конкурентоспособных специалистов в УГАТУ: сб. материалов // Международная научно-технич. конф. «Проблемы и перспективы развития двигателестроения». Самара. 2018. С. 181–184.

КРИТЕРИИ ВЫБОРА КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ У СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ

А. В. Андреев[1], В. А. Севоян[1], А. Р. Зотолокина[2], А. Е. Ложников[3]

[1] Омский государственный технический университет, Омск, e-mail: a.andreev98@mail.ru
[2] Московский авиационный институт, Москва
[3] Лицей № 25, Омск

Введение

Космическое образование как социокультурный феномен вызывает различные оценки и суждения, но то, что оно должно активно развиваться, войти в жизнь российского общества и завоевать приоритетные позиции, не вызывает сомнений. Его можно рассматривать как важный стратегический ресурс национальной безопасности, устойчивого развития и экономической конкурентоспособности страны на том основании, что роль России в становлении и развитии теоретической и прикладной космонавтики признана во всем мире.

Необходимо отметить, что атрибутом космического образования является его инновационность, ориентированность на будущее. Поэтому выработка общей стратегии по отношению к предметно-содержательной и мировоззренческой методологии космического образования позволит создать в образовательных учреждениях инновационную среду, открытую актуальным запросам общества. Несомненно, что данная образовательная среда не должна быть формальной, слабо связанной с внутренней жизнью ребёнка, его ожиданиями и интересами. Содержание образования и учебно-воспитательный процесс в таком случае выстраиваются вокруг взаимодействия учащегося с окружающей действительностью [1].

В настоящее время активно, продолжается освоение космоса и использование его преимуществ: ежегодно на орбитах появляются десятки спутников различного назначения и выполняются различные космические программы. Для обеспечения бесперебойного выполнения всех космических программ в космической отрасли работают десятки тысяч людей. Так же как и в любой другой отрасли промышленности в космической отрасли тоже требуется периодическое обновление высококвалифицированных кадров.

Чтобы обеспечить эффективную подготовку новых кадров для космической отрасли и привлекать абитуриентов с более высокими баллами, необходимо понять какими критериями они руководствуются, выбирая эту сферу образования и науки. И основываясь на полученных данных принять соответствующие меры по достижению данных целей.

Постановка задачи

Целью данного исследования, является выявление критериев выбора со стороны абитуриентов космического образования.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие *задачи:*

- выявить критерии выбора космического образования у абитуриентов путём разработки специального опросника и проведения опроса среди студентов, поступивших на первый курс аэрокосмических специальностей;
- анализ и обработка данных полученных в результате проведения опроса;
- обсуждение полученных результатов и разработка рекомендаций по привлечению абитуриентов в аэрокосмическую отрасль.

Проведение исследования

Для проведения исследования было решено выбрать целевую группу студентов поступивших на первый курс Омского Государственного Технического университета, кафедры Авиа- и ракетостроения, не приступивших к основному курсу обучения. По направлениям подготовки «Ракетные комплексы и космонавтика», «Проектирование, производство и эксплуатация авиационных и ракетных двигателей», а также «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетных комплексов». Опрос был проведён в первый день учебного года до начала занятый в университете.

Данная целевая группа и время проведения опроса была выбрана исходя из следующих соображений:

- студенты уже выбрали специальность;
- студенты не приступили к занятиям в университете и это не исказило их восприятие выбора и исходного понимания специальности.

Результаты и обсуждения

По результатам проведения опроса среди студентов первого курса были выявлены следующие особенности:

- не подтвердилось предположение о том, что большинство студентов учатся только для получения диплома о высшем образовании (всего 26,7 % от опрошенных);
- результаты ЕГЭ играют одну из ключевых ролей при специальности при поступлении в университет: 44 % опрошенных ответили, что они сильно повлияли на выбор специальности, 26,7 % не сильно повлияли и 23,3 % оказали среднее влияние;
- важную роль так же играет наличие бюджетных мест и их доступность с точки зрения минимального проходного балла или конкурса на место;
- основным источником получения информации при выборе специальности у современных школьников является интернет, 86,7 % опрошенных и т. д.

В ходе обсуждения полученных результатов были выявлены ключевые моменты при выборе специальности абитуриентами и разработаны рекомендации для повышения популярности космического образовании со стороны абитуриентов.

Литература

1. *Денисова Р. Р.* Космическое образование как феномен современной педагогики // Вестн. Амурского гос. ун-та. 2018. № 80. С. 85–88.
2. *Ильясов Д. Ф.*, *Селиванова Е. А.*, *Масленникова Н. А.*, *Крушина М. Ю.*, *Крушин А. В.* Эффективные стратегии повышения качества школьного естественно-научного и инженерно-математического образования с использованием методов популяризации научных знаний о космосе // Мир науки, культуры, образования. 2018. № 6(73). С. 9–11.

ВЫЕЗДНЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ В ОБСЕРВАТОРИИ И НАУЧНЫЕ ЦЕНТРЫ РОССИИ МЕЖШКОЛЬНОГО ЦЕНТРА ИЗУЧЕНИЯ АСТРОНОМИИ (МШЦИА) 1874

Т. В. Балебанова
Школа № 1874, Москва, e-mail: btv-2@yandex.ru

В работе обосновывается актуальность новой формы работы над проектами «Выездные экспедиции в обсерватории и научные центры России», созданного в рамках работы Межшкольного центра изучения астрономии (МШЦИА) 1874, раскрываются этапы осуществления проекта, представлены результаты и выводы, а также ожидаемые авторами перспективы.

В федеральных государственных образовательных стандартах основной результат образования рассматривается на основе системно-деятельностного подхода, предполагающего достижение учащимися новых уровней развития с помощью освоения ими как универсальных способов действий, так и способов, специфических для изучаемых предметов [3]. Реализация этой особенности в образовательном процессе требует его новой организации, одна из форм которой проектная деятельность учащихся.

На базе Школы № 1874 СЗАО Москвы совместно с Институтом космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) пятый год реализуется инновационный проект «Выездные экспедиции в обсерватории и научные центры России» в рамках школьной экспериментальной площадки «Межшкольный центр изучения астрономии».

Основными целями проекта являются:

- Формирование и развитие личности учащегося, умеющей владеть информационными технологиями, заботиться о своём здоровье, вступать в коммуникацию, решать проблемы [2].
- Повышение уровня образования школьников, вовлечение их в научную деятельность.
- Воспитание патриотов России, обладающих высокой нравственностью и проявляющих национальную и религиозную терпимость, уважительное отношение к языкам, традициям и культуре других народов.

Проект «Выездные экспедиции в обсерватории и научные центры России Межшкольного центра изучения астрономии (МШЦИА) 1874» является новым, доступный многим методом по развитию проектной деятельности, в ходе которых учащиеся основывают свою деятельность не только на теоретических знаниях учёных, но и на собственных наблюдениях, экспериментах, практической деятельности, полученных фото- и видеоматериалах. В ходе работы над экспедиционными проектами действительно происходит формирование личностных качеств, умений и навыков школьников (исследовательских, информационных, кооперативных, коммуникативных, презентационных, рефлексивных) вместо работы над искусственной внешней «красотой» проекта [1]. Благодаря проекту, формируется определённая культура проектирования и вовлекается в неё всё большее количество участников.

В начале учебного года осуществляется определение направления поездки (регион РФ), осуществляется выбор научных учреждений, с которыми устанавливается связь и предварительные договорённости о направлениях работы со школьниками (лекции, практические занятия, показ научных объектов). Затем изучается история соответствующего региона, его достопримечательности и формируется примерный план поездки. На основе этого плана решаются правовые и экономические составляющие проекта (определение финан-

сирования, подписание договоров). Полученные результаты доводятся до сведения учащихся и их родителей, формируется численный состав экспедиции. Затем проводятся организационные собрания.

За несколько недель до поездки каждый участник экспедиции выбирает тему проекта и начинает её разработку. Причём предлагаемые темы охватывают различные предметные области от физики и астрономии до литературы и искусства. Первоначально проводится установочный семинар по темам, определяются планы работы, руководители проектов, затем, уже в рамках экспедиции, проходят семинары по обмену опытом.

В экспедиции набирается материал по теме (фотографии, беседы с учёными, местными жителями, участие в мастер-классах, знакомство с устройством и особенностями телескопов). По приезду тема дорабатывается, и создаётся презентация как итог работы над проектом. В рамках школьной Недели науки и творчества по результатам экспедиции проводится открытая конференция для учащихся 7–11-х классов, на которой происходит защита представленных проектных работ, а также демонстрируются сделанные участниками экспедиции фильмы о поездке. Во время поездки на сайте школы на страничке «МШЦИА» в рубрике «Школьные вести из...» ежедневно публикуются заметки и фотографии. Результаты работы над проектами также публикуются на школьном сайте.

По итогам четырёхлетнего существования проекта можно сделать вывод о результативности данного метода. Учащиеся действительно выступают в нём в роли исследователей. На семинарах по обмену опытом они с восторгом делились полученной по темам информацией и давали друг другу рекомендации. Многие учащиеся попробовали себя в роли корреспондентов и журналистов и поступили на соответствующее направление в институт. Многие участники экспедиций выбрали поступление на факультеты, связанные с космической направленностью. Часть школьников либо не имела опыта выступления перед большими аудиториями, либо чувствовала дискомфорт от этих выступлений. После экспедиций им так хотелось поделиться не только полученной информацией, но и своими впечатлениями, что они с удовольствием рассказывали о своих проектах, преодолевая застенчивость и чувствуя поддержку других членов экспедиции. И в дальнейшем они блестяще представляют свои проекты, становясь победителями различных конкурсов в которых они с удовольствием участвуют, ведь полученные в экспедициях знания позволили расширить их кругозор. Участники экспедиции разного возраста — от 5-го до 11-го класса, из классов разной направленности, из разных школ, имеющие разные психофизические особенности в экспедициях учились толерантности по отношению друг другу, взаимопомощи. Наконец, экспедиции способствуют и развитию межпоколенных связей, ведь в них участвуют не только дети, но и родители. Отношения между родителями и детьми становятся более открытыми, дружескими, подростковый максимализм сглаживается в результате неформального общения.

В перспективах проекта следует особенно выделить увеличение, во-первых, числа проектных работ прежде всего по физике, астрономии, истории, а также работ метапредметной направленности, во-вторых, числа выпускников, поступающие в вузы технической направленности, в-третьих, увеличение количественного и качественного состава профильных и педпрофильных классов.

Литература

1. *Зимняя И. А.* Воздейственность выступления лектора. М., 2005.
2. *Хуторской А.* Ключевые компетенции. Технология конструирования // Народное образование. 2003. № 5.
3. *Яковлева Н. О.* Теоретико-методологические основы педагогического проектирования: монография. М.: Изд-во АТиСО, 2002. 240 с.

«КОСМИЧЕСКИЕ ВАХТЫ КУЗБАССА»: ИЗ ОПЫТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КЕМЕРОВСКОГО ОБЛАСТНОГО КРАЕВЕДЧЕСКОГО МУЗЕЯ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

А. С. Баникевич

Кемеровский областной краеведческий музей,
e-mail: a.banikevich@mail.ru

Кемеровский областной краеведческий музей (КОКМ) — ведущий музей Кузбасса, центр научно-исследовательской, краеведческой и методической работы в области. Именно здесь аккумулируется информация об истории и природе Кемеровской области. В настоящее время в структуре музея имеется четыре отдела: дореволюционной и современной истории, природы, военной истории, научных исследований и экспедиций (научно-исследовательская палеонтологическая лаборатория).

Тема наследия космонавтики в Кемеровском областном краеведческом музее транслируется в отделе истории и связана с деятельностью земляков-космонавтов из первого отряда космонавтов А. А. Леонова и Б. В. Волынова.

Научно-просветительская и образовательная деятельность отдела истории КОКМ, в рамках презентации наследия космонавтики, ориентирована на дошкольную и школьную аудиторию. При взаимодействии музея и школы необходимо учитывать, что традиционные формы работы музея (экскурсии, музейные уроки, лекции) не вызывают интереса у современных школьников. Сейчас, для школьников наибольший интерес представляют развлекательные мероприятия. И для многих школьников, родителей и учителей музей начинается раскрываться по-новому.

В рамках работы выставки организованы следующие формы работы: тематические экскурсии по выставке, видеопоказы, викторины, интерактивные занятия и костюмированные фотосессии. Таким образом, выставочная и культурно-образовательная деятельности в Кемеровском областном краеведческом музее является одним из хорошо развитых направлений.

Деятельность Кемеровского областного краеведческого музея в рамках презентации наследия космонавтики и взаимодействия с образовательными учреждениями отражается несколькими крупными проектами:

1. «Космическая Одиссея» в 2011 году, на открытии которого присутствовал В. Б. Волынов — земляк-космонавт. Выставка включала в себя несколько разделов: «Космос на службе человека. Космос и наука», «Первые космические корабли и их создатели», «Полёт Ю. А. Гагарина», «Космонавты — наши земляки — Волынов», «Леонов — первый человек, вышедший в открытый космос», «Бирюлёвский завод — производитель Космического питания», «Космос в фалеристике», «Космос в филакартии», «Космос в медальерном искусстве», «Космос в сувенирах».
2. Выставка «Попробуй космос на вкус» в 2013 году. Центральную роль в выставке, помимо подлинных экспонатов, играло питание космонавтов. На базе выставки была организована дегустация продукции Бирюлёвского экспериментального завода (БЭЗ).
3. В 2017 году, в преддверии 60-летнего юбилея запуска первого искусственного спутника Земле, начинает свою работу тематическая выставка «60 лет в космосе». На базе выставки совместно с Городским центром технического творчества был организован цикл занятий «Автостопом по Галактике».

Программа, была реализована во время осенних каникул для школьников: 1 октября – 10 ноября 2017 года и включала:

- экскурсии с демонстрацией уникальных экспонатов, связанных с освоением космоса кузбассовцами: космонавтами Алексеем Архиповичем Леоновым и Борисом Валентиновичем Волыновым;
- мастер-классы по робототехнике от педагогов Городской центр технического творчества: рисование 3D-ручкой, «Создание микросхем», «Программирование роботов»;
- лектории «7 — счастливое число Роскосмоса» и «Космос в творчестве Жюль Верна» с Павлом Шубиным — исследователем космонавтики;
- лекторий «История освоения космоса» с Татьяной Онгоро — руководителем планетария Кемеровского государственного университета;
- дегустацию космического питания продукции Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии;
- путешествие по виртуальной реальности — очки VR;
- тематическую фотосессию с примеркой шлемофонов и парадных фуражек космонавтов.

4. В 2018 году Кемеровский областной краеведческий музей реализует масштабный региональный выставочный проект «Вехи большого пути в истории Кузбасса» в рамках празднования 300-летия Кузбасса. Проект включает в себя четыре передвижные выставки: «Родина наша — Кузбасс», «Динозавр.ru», «Вклад Кузбасса в Победу в Великой Отечественной войне», «Космические вахты Кузбасса», на базе которых сотрудники музея проводят уроки по истории Кемеровской области.

В продолжение выставки «60 лет покорений» и программы «Автостопом по Галактике» 12 апреля 2018 года начинает работу передвижной выставочный проект «Космические вахты Кузбасса». Главная цель — сделать доступными культурные ценности, хранящиеся в фондах областного краеведческого музея, для детей и подростков городов и районов Кемеровской области, в том числе отдалённых территорий региона. Базой для размещения выставки образовательного учреждения (школа, центр детского творчества, центры дополнительного образования), аудитория — преимущественно школьники, редко дошкольники и студенты. Максимальное количество экскурсантов — от 15 до 30 человек.

В построении выставки был использован историко-хронологический принцип и были отобраны и сгруппированы основные предметные блоки:

I. *Памятные сувениры*. Предметный ряд, отражающий полёт Ю. А. Гагарина — сувениры на тему «космос», игрушки, значки, вымпелы имени Ю. А. Гагарина, фотографии, открытки.

II. *Личные вещи*. Личные вещи космонавта А. А. Леонова: китель повседневный — часть форменного обмундирования высшего командного состава Советской Армии (СА) образца 1956 г. из шерстяной ткани защитного цвета, застёжка на четыре пуговицы (А. А. Леонова лётчика-космонавта); шинель парадно-выходная — часть форменного обмундирования высшего командного состава СА образца 1964 г. из драпа стального цвета, застёжка на шести металлических пуговицах (А. А. Леонова лётчика-космонавта); парадная фуражка; подшлемная шапочка; фотография с автографом Леонова кузбасскому художнику Кирчанову; стационарный телефон из квартиры Леонова. Фрагмент парашюта, на котором опускался А. А. Леонов после выхода в открытый космос 18 марта 1965 года. Батарея «Маячок-1» и «Маячок-2», предназначенные для питания аварийно-поисковых огней в морской и пресной воде, изготовлены на Ленинск-Кузнецком заводе «Кузбассэлемент». Ручка шариковая

РШЗ «Космос» для космонавтов, способная писать в невесомости. Символический стартовый ключ от космического корабля «Союз-19» в футляре, передан А. А. Леоновым после первого экспериментального полёта и стыковки космических кораблей «Союз» и «Аполлон» 1975 года. Обложка бортовой инструкции первого экспериментального полёта и стыковки «Союза» «Аполлона» 1975 года.

Личные вещи космонавта Б. В. Волынова: китель — часть обмундирования офицеров всех родов войск с 1958 по 1964 г., из шерстяной ткани защитного цвета, застёжка на четыре пуговицы. Китель Волынова Бориса Валентиновича — лётчика-космонавта, шлемофон. Космический спасательный скафандр «Сокол» Б. В. Волынова. Фрагмент замши, которым вытирали иллюминатор космического корабля «Союз-5», полёт Б. В. Волынова в 1969 году. Первая стыковка двух космических кораблей «Союз-4» и «Союз-5».

III. *Уникальные экспонаты*. Ракета космическая «Союз», макет, серийный выпуск. Масштабный сувенир изготовлен из металла первой ступени ракеты «Восток», на которой совершил полёт 12 апреля 1961 г. Ю. А. Гагарин. Изготовлен в Казахской ССР, городе Ленинск (с декабря 1995 г. — город Байконур), 1961 г., дар от А. М. Тимошичева, заместителя прокурора Кемеровской области, старшего советника юстиции, прибывшего для прохождения службы в Кузбасс из города Байконур, 12 апреля 2014 г.

IV. *Образцы продукции*. Питание космонавтов: тубусы, сублимированная продукция, консервы, вакуумная продукция.

V. *Плоскостной материал. Фотокопии*.

За время работы выставку посетило порядка 25 000 дошкольников, школьников, студентов. Этому способствует интерес к теме космоса у разных категорий посетителей. Для более яркого восприятия темы, создания правильного восприятия, эстетически оформлены конструкции и создана тематическая фотолокационная зона, с использованием фрагмента игры со светом. Именно правильно оформленное пространство способствует возникновению интереса к теме. Не последнюю роль в посещаемости играет организованное посещение представителей управления образования, директоров школ, учителей. В рамках презентации выставки приглашаются представители различных учреждений, повторяют программу, подготовленную для детей, формируют своё представление о значимости темы, её уникальности и в дальнейшем способствуют её распространению на базе образовательных учреждений.

В среднем на базе выставки проводится от 5 до 9 экскурсий в день, принимаются группы по 25–30 человек, в общей сложности за один рабочий день посещают выставку порядка 200 человек. Выставка открыта для любой категории посетителей. За 2019 год на выставке побывали 6432 экскурсанта платно и 3452 бесплатно. Из категории платных посетителей 75 % составили школьники, 15 % — дошкольники и оставшиеся 10 % — студенты средне специальных учебных заведений.

Формы взаимодействия Кемеровского областного краеведческого музея с образовательными учреждениями имеет многочисленные плюсы, такие как:

1. Мобильность. Техническая составляющая выставки. Она состоит из четырёх металлических конструкций, каждая из которых разделена на два блока, шести витрин с стеклянными куполами, для фонового оформления используются тематически оформленные баннера, весь плоскостной материал представлен в виде пластиковых табличек с фотокопиями документов, фотографий, чертежей. Используются и технические средства, такие как экран, проектов и телевизор для демонстрации фрагмента видеофильма, подготовленного телестудией «Роскосмоса».

2. Возможность трансляции уникальных предметов для жителей отдалённых территорий, которые не имеют возможность по-

сещать подобные выставки по месту проживания. В нашем регионе коллекции по теме космос сосредоточены в трёх городах на базе музеев: Кемерово (Кемеровский областной краеведческий музей), Прокопьевск (Прокопьевский городской краеведческий музей) и Мариинск (Мариинский городской краеведческий музей – филиал Музея-заповедника «Мариинск- исторический»). Такое территориальное расположение неудобно для посещения, поскольку представленные города отдалены друг от друга.

3. Занятие на базе выставки ведёт к формированию патриотического воспитания. Благодаря музею в образовательных учреждениях появляется возможность рассказывать о достижениях, открытиях. На примерах деятелей космической отрасли, прививать нравственные ценности, уважения к памяти прошлых лет. В совокупности, все эти аспекты позволяют, воспитать патриотизм и чувство гордости за свою страну. Поскольку сама история покорения космоса напрямую связана с историей государства.

4. Профориентация. Работа сотрудников на базе выставки предусматривает рассказ о необходимых навыках и умений у потенциального кандидата в космонавты, специалиста в другом профиле, например, техническое оснащение. Как правило, результатами такой работы являются: расширение кругозора, выбор изучаемых дисциплин, профилей подготовки.

5. Научно- исследовательская деятельность. На первоначальном этапе у экскурсантов формируется интерес к теме. 80 % свой интерес удовлетворят посредством обращения к различным интернет-источникам, 17 % оставят тему без внимания, а 3 % продолжат исследования, посредством изучения точных наук. Такой вывод позволила сделать работа выставки «Космические вахты Кузбасса» на базе Средней общеобразовательной школы № 1 им. Б. В. Волынова. Школьный музей ведёт активную исследовательскую работу по теме «космонавтика».

6. Расширение кругозора. Само понимание «расширить кругозор», в узком смысле, означает «познавать мир». Зачастую, каждый не обращает внимания на то, чего нет в его окружении. Сама по себе тема космоса имеет ярко выраженную биполярность: тема либо вызывает восторг и желание получать все новые и новые знания, либо полностью игнорируется, не вызывает желания получать новые знания.

За период работы выставки были выявлены оптимальные формы работы, такие как: интерактивная экскурсия, выстроена в диалоговой форме, музейное занятие на базе выставки, интерактивная игра, демонстрация видеофрагментов, отражающих заявленную тему.

Таким образом, исследуя и анализируя динамику развития передвижной выставки «Космические вахты Кузбасса», можно проследить, как за непродолжительный срок был сформирован новый формат работы совместно с образовательными учреждениями, учреждениями дополнительного образования и школьными музеями. Что стало первым шагом к развитию темы, формированию интереса к этой теме. Выставка «Космические вахты Кузбасса» совершила огромный рывок в презентации наследия космонавтики: из небольшой выставки с узким профилем работы, формируется полноценная выставка, отражающая основные этапы покорения и освоения космического пространства. Отталкиваясь от полученных данных, можно отметить перспективы развития в целом. В дальнейшем рост и развитие выставки будет обусловлен повышающимся интересом у аудитории к теме и её доступности для любого желающего. Поскольку развитие темы всегда ознаменуется её поддержкой у посетителя, вне зависимости от её расположения.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА В ОБЛАСТИ КОСМИЧЕСКОЙ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАНАХ: ОПЫТ САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

И. В. Белоконов, Д. П. Аваряскин, И. А. Кудрявцев, А. А. Гульбис, С. А. Черников

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва, e-mail: ibelokonov@mail.ru

В последнее время возрастает интерес со стороны развивающихся стран к освоению космических технологий в интересах повышения качества жизни своих граждан, а также к созданию и запуску собственных спутников, которыми обычно являются наноспутниками формата CubeSat. Создание своего наноспутника сильно стимулирует интерес молодёжи к освоению космических технологий, а также является престижным для страны, так как открывает двери в «космический клуб» при небольших финансовых затратах.

В Самарском университете в последние годы ведётся активная работа по установлению и развитию сотрудничества с развивающимися странами в области космических наук и технологий. Особый импульс эта деятельность приобрела после выступления ректора университета Е. В. Шахматова на научно-техническом подкомитете комитета по мирному использованию космического пространства ООН в Вене в 2016 году. Ежегодное участие университета в работе комитета по космосу привело к подписанию большого числа соглашений о сотрудничестве с развивающимися странами, например, со Шри-Ланкой, Мексикой, Нигерией и другими странами. Плодотворное взаимодействие с Управлением по вопросам космического пространства ООН (UNOOSA — United Nations Office for Outer Space Affairs) привело к проведению в ноябре 2017 года практикума ООН/РФ по формированию потенциала в области космических наук и технологий для развивающихся стран, в котором приняли участие представители 35 стран.

Сотрудничество с развивающимися странами в Самарском университете развивается по следующим направлениям:

- проведение практикумов в области разработки и создания наноспутников как на базе Самарского университета, так и на выезде;
- чтение курсов лекций в области перспективных космических технологий;
- обучение молодёжи на англоязычных программах магистратуры;
- обучение молодёжи в рамках англоязычных летних космических школ;
- привлечение молодёжи к участию в международных конференциях;
- участие в совместных космических проектах.

В настоящее время аффилированные с ООН образовательные региональные центры действуют в Индии и Китае — для региона Азии и Тихого океана, в Марокко и Нигерии — для Африки, в Бразилии и Мексике — для Латинской Америки и Карибского бассейна и в Иордании — для Западной Азии. Эти центры укрепляют потенциал государств — членов ООН на региональном и международном уровнях в различных областях космическое науки и техники, способствуют их научному, экономическому и социальному развитию. Во всех центрах организуются девятимесячные курсы для специалистов (с высшим образованием) по дистанционному зондированию, спутниковой связи, прикладное спутниковой метеорологии,

глобальным навигационным спутниковым системам и наукам о космосе и атмосфере на основе типовых учебных программ, которые были разработаны UNOOSA с учётом вклада специальных международных совещаний экспертов.

Изучив опыт работы этих центров, Самарский университет предложил создать на своей базе отделение образовательного центра, аффилированного с ООН, в области космических наук и технологий на основе наноспутников. Основанием для этого является успешная работа межвузовской кафедры космических исследований с развивающимися странами. С 2016 года кафедра провела два тренинга в области космических технологий в Коломбо (Шри-Ланка) на базе Института современных технологий имени Артура Кларка, в техническом университете Монтеррея (Мексика) и три тренинга на тему разработки наноспутников на своей базе, в которых приняли участие более 100 человек.

Ежегодно кафедра проводит двухнедельные летние космические школы «Перспективные космические технологии и эксперименты в космосе», в которых принимают участие в среднем 30 человек из развивающихся стран. Летняя космическая школа поддерживается UNOOSA путём предоставления грантов для участников из развивающихся стран на оплату транспортных расходов, а также административным комитетом по космическим университетам Международной астронавтической федерации (IAF — International Astronautical Federation). Популярность Школы очень высока, при ограничении на число участников в 40 человек конкурс со стороны студентов из развивающихся стран составляет от двух до пяти человек на место. Такая популярность объясняется большим научным, образовательным и технологическим потенциалом кафедры в области создания наноспутников и проведения экспериментов в космосе. В рамках Школы участники приобретают навыки анализа космических миссий и разработки наноспутников, участвуя в конкретных проектах. В конце Школы проводится публичная защита достигнутых результатов, как правило, в рамках молодёжной секции международной конференции, например, российского симпозиума по наноспутникам с международным участием RusNanoSat (2015, 2017, 2019), Международной конференции Российской академии космонавтики и Международной академии астронавтики «Научные и технологические эксперименты на автоматических космических аппаратах и малых спутниках» (SPEXP-2018), которые проводятся в это же время.

На кафедре реализуется англоязычная магистерская программа “Advanced space technologies and experiments in space”, а также программа двойных дипломов по подготовке кандидатов наук (PhD) в области спутниковых радионавигационных технологий совместно с техническим университетом Тампере (Финляндия).

Реализация международных программ по космическому образованию, ориентированных на развитие компетенций в области космических наук и технологий, для формирования долгосрочной стратегии устойчивого развития в XXI веке с использованием для этих целей инструментария Комитета по космосу ООН, может оказать влияние на формирование новых элит в области высокотехнологичного сектора в развивающихся странах.

ОБУЧЕНИЕ ЧЕРЕЗ ИССЛЕДОВАНИЯ: РОЛЬ И МЕСТО НАНОСПУТНИКОВ В КОСМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

И. В. Белоконов, А. В. Крамлих, И. А. Тимбай

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва, e-mail: ibelokonov@mail.ru

Передовые университеты во всём мире, ведущие обучение в области космических наук и технологий, широко используют методику проектного обучения или «обучение через исследования», базирующееся на создании научно-образовательных наноспутников. Современные достижения в области микромеханики и микроэлектроники, использование коммерческих комплектующих, возрастающие возможности по запуску на орбиту способствуют увеличению числа создаваемых ежегодно наноспутников. Возникновение рынка коммерческих комплектующих резко удешевило и ускорило создание в стенах университетов наноспутников.

В Самарском университете на межвузовской кафедре космических исследований с 2014 года реализуются образовательные программы, в процессе которых учащиеся могут не только изучать передовые космические технологии, но и принять непосредственное участие в создании наноспутников. Наличие центра испытаний, а также оборудования для разработки и производства бортовых систем позволило сотрудникам и студентам самостоятельно разрабатывать и создавать наноспутники. На кафедре развита теория и технология создания аэродинамически стабилизируемых наноспутников, которые могут эффективно функционировать на низких орбитах.

В докладе описываются особенности реализации образовательных программ, базирующихся на наноспутниках, перспективные проекты и направления использования наноспутников для решения фундаментальных и прикладных задач.

УЧАСТИЕ КОСМИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МЫТИЩИНСКОГО ФИЛИАЛА МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ Н. Э. БАУМАНА В ИССЛЕДОВАНИЯХ И ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

М. Ю. Беляев[1], **Н. Г. Поярков**[2]

[1] ПАО «РКК «Энергия» им. С. П. Королёва, начальник отдела, заместитель руководителя НТЦ, e-mail: Mikhail.Belyaev@rsce.ru

[2] Мытищинский филиал Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана, Москва, декан космического факультета

Подготовка специалистов для ракетно-космической отрасли является важнейшим звеном в процессе развития этого сложного научно-технического направления. Именно поэтому по инициативе академика С. П. Королёва в 1959 г. в стенах ближайшего к его предприятию учебного института МЛТИ (ныне Мытищинский филиал (МФ) МГТУ им. Н. Э. Баумана) создаётся факультет «Электроники и счётно-решающей техники» (ФЭСТ). ФЭСТ (в настоящее время — космический факультет МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана) стал одним из основных факультетов подготовки кадров для ближайших к нему предприятий ракетно-космической отрасли: РКК «Энергия», ЦНИИмаш и др.

В современных условиях роль космического факультета при подготовке кадров ещё более возросла. Кроме того, в настоящее время требуется готовить кадры не только для создания космической техники, но и для использования космических технологий при решении различных практических задач. Важнейшей практической задачей, решаемой с помощью космических технологий, для нашей страны является мониторинг территории, и, поскольку большую часть страны занимают лесные угодья — мониторинг лесов. В этой связи следует отметить удачно сложившуюся возможность МФ МГТУ в подготовке кадров для решения обеих указанных задач — создание космической техники и использование космических технологий в решении практических задач и, прежде всего, космическом мониторинге лесных угодий.

Важной составляющей образовательного процесса на космическом факультете является участие студентов, аспирантов и преподавателей в работах с Международной космической станцией (МКС). МКС — самый масштабный космический проект современности. В его осуществлении принимают участие многие выпускники МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, решая сложные организационные и технические вопросы и научно-технические задачи. В работах с МКС участвуют и студенты космического факультета во время производственной практики на базовых предприятиях. Преподаватели и сотрудники кафедр факультета принимают участие в выполнении исследований и экспериментов на МКС.

МКС предназначена для проведения на её борту различных экспериментов и исследований, а также отработки новых технологий и оборудования в условиях орбитального полёта. Масса МКС уже сейчас, до завершения полного её развёртывания, более чем в два раза превышает массу орбитального комплекса «Мир» в последние годы его эксплуатации. Для МКС характерны также чрезвычайно большие размеры и наличие большого количества сложных бортовых систем. МКС представляет собой весьма протяжённую конструкцию, состоящую из модулей стран-участниц программы создания и эксплуатации станции, объединённых в американский (АС) и российский (РС) сегменты.

Необходимость эксплуатации и управления таким сложным, массивным объектом, как МКС, потребовала решения ряда новых научных и практических задач. В процессе полёта станции вследствие изменения её конфигурации и массы за счёт стыковок с новыми модулями, доставки и перемещения дополнительных грузов и расходования ресурсов, постоянно меняются массово-инерционные характеристики станции. Поэтому для управления полётом МКС и проведения на её борту научных исследований необходимо определение и уточнение в полёте тензора инерции станции, её массы, положения центра масс, параметров действующих аэродинамических моментов, микроускорений. С целью решения данных специфических задач динамики и управления полётом МКС были организованы космические эксперименты (КЭ) «Тензор», «Среда МКС», «Изгиб» и др. [1–13]. МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана является участником КЭ «Среда-МКС», «Изгиб», «Вектор-Т», «Таймер» и др.

Технические возможности орбитальной станции, связанные с её оснащённостью современными бортовыми системами и наличием экипажа, позволяют выполнять на ней уникальные научные исследования и космические эксперименты [14]. Вместе с тем, некоторые конструктивные решения и характеристики ряда бортовых систем МКС создают определённые помехи и особенности для выполнения исследований. С целью разработки методов и технологии создания благоприятных условий для проведения экспериментов в области микрогравитации, были организованы эксперименты на российском сегменте МКС и проведены специальные исследования. С помощью разработанных методов периодически уточнялся тензор инерции станции и определялись некоторые другие динамические параметры МКС. При этом были разработаны и использовались разные способы оценки тензора инерции, определения положения центра масс и аэродинамических параметров [1–3]. Для определения массы станции были отработаны два способа — на основе использования двигателей транспортного грузового корабля (ТГК) «Прогресс» [2], и с помощью отделяемого от МКС спутника [3].

Разработанные методы и программно-математическое обеспечение уточнения динамических характеристик и полученные с их помощью данные регулярно использовались в процессе управления полётом МКС. Кроме того, разработанные методы были успешно использованы в процессе эксплуатации геостационарного спутника «Ямал-200» для управления ориентацией КА по прогнозу его углового движения, что было сделано впервые в мировой практике [4] и позволило эксплуатировать спутник более 15 лет. Успех решения данной проблемы во многом был обеспечен научными исследованиями и практической деятельностью выпускника кафедры систем автоматического управления (САУ) МФ кандидатом технических наук Ю. Р. Банита [1, 4], работающего в настоящее время главным инженером, заместителем генерального директора АО «Газпром космические системы».

В рамках организованных на МКС экспериментов «Среда МКС», «Изгиб» исследуется микрогравитационная обстановка на станции [5–7]. Микроускорения на МКС обусловлены вращением станции вокруг центра масс, неоднородностью поля земного тяготения в пределах МКС, силами негравитационной природы (аэродинамическое торможение, работа двигателей станции и т. д.), а также функционированием бортовых систем и деятельностью экипажа станции. В микроускорениях выделяют квазистатические и вибрационные составляющие.

На основе большого количества измерений, выполненных различными датчиками, изучено поведение вибрационной составляющей микроускорений при различных режимах полёта и при работе различных бортовых систем станции. Предложена методика обработки данных. Предусмотрено решение следующих задач: выделение

циклических трендов из данных измерений, оценка спектральной плотности составляющей этих данных с непрерывным спектром, низкочастотная фильтрация данных измерений. Исследованы колебания конструкции, вызванные работой двигателей. Изучены фоновые возмущения на МКС и возмущения при физических упражнениях экипажа [5–7]. С учётом больших размеров МКС для изучения микрогравитационной обстановки на станции необходимы переносные измерители микроускорений. Их разработка ведётся в настоящее время на космическом факультете.

При планировании и проведении многих экспериментов необходимо учитывать деформацию корпуса орбитальной станции. Деформация корпуса станции возникает после выведения её на орбиту из-за разности давления внутри и снаружи станции. В процессе орбитального движения станции деформация её корпуса возникает вследствие изменения температуры, выполнения в полёте динамических операций и т. д. Деформация может привести к отклонению чувствительных осей установленных на корпусе станции приборов на величину до 1...2°. В рамках эксперимента «Среда МКС» был предложен новый метод определения деформации корпуса станции на основе выполнения фото и видеосъёмки аппаратурой, устанавливаемой на иллюминаторе [8]. В настоящее время осуществляется набор статистики по изучению деформаций различных элементов конструкции МКС при изменениях воздействия на них солнечного излучения, при проведении динамических операций (изменение ориентации станции, коррекции орбиты, стыковочные операции и т. п.).

В рамках технических экспериментов на МКС проводится также изучение собственного магнитного поля станции, её собственной внешней атмосферы и т. д. Большое внимание в рамках экспериментов (КЭ «Пилот», «Таймер» и др.) уделяется также изучению особенностей деятельности космонавтов в условиях орбитального полёта [9]. В этих работах принимает активное участие выпускница кафедры САУ МФ Н. А. Тарасова.

При управлении полётом МКС, проведении экспериментов и решении других задач необходимо прогнозировать движение станции по орбите. МКС является объектом, обладающим значительными размерами и сложной, меняющейся конфигурацией. Ориентация станции изменяется при выполнении различных динамических операций. При решении задачи высокоточного прогнозирования движения МКС необходимо учитывать угловое движение станции вокруг её центра масс, наличие гравитационных и аэродинамических возмущений, срабатывание двигателей ориентации станции, изменение сил аэродинамического сопротивления при изменениях конфигурации и ориентации МКС. Для отработки методов учёта всех этих факторов при высокоточном прогнозировании движения станции на МКС разработан и успешно выполняется эксперимент «Вектор-Т».

Одной из задач этого эксперимента является уточнение параметров атмосферы на высоте полёта для повышения точности определения движения станции. На плотность атмосферы влияют многие факторы: активность Солнца, геомагнитная активность и т. д. Из-за влияния этих факторов значение плотности атмосферы может значительно отличаться от прогнозируемого значения. Это обстоятельство часто приводит к трудностям эксплуатации космических аппаратов.

Задаче уточнения прогноза движения КА в плотных слоях атмосферы посвящено большое количество работ, однако, она далека от своего решения. В эксперименте «Вектор-Т» предложен следующий способ решения этой задачи.

От станции отделяется спутник идеальной сферической формы, размеры и масса которого точно известны [10]. С помощью наземных станций радиоконтроля орбиты непрерывно измеряются и рассчитываются параметры движения спутника. Так как масса и размеры сферического спутника точно известны, может быть решена

обратная задача — по движению спутника по орбите можно рассчитать плотность атмосферы и уточнить параметры модели атмосферы. Поскольку спутник и МКС первое время движутся по близким орбитам, полученные уточнённые параметры атмосферы могут быть использованы для прогноза движения МКС.

Точное знание параметров атмосферы позволяет решить и многие другие задачи, например, уточнить значение квазипостоянных составляющих микроперегрузок, возникающих на МКС в полёте из-за влияния атмосферы. Именно квазипостоянные значения микроперегрузок наиболее важны для проведения и анализа экспериментов в области микрогравитации.

17.08.2017 был осуществлён запуск очередного спутника из серии «Сфера» в рамках эксперимента «Вектор-Т». В связи со значительным усложнением конструкции МКС перед запуском спутника была смоделирована траектория его полёта после запуска, исключающая соударение спутника со станцией.

Для уточнения параметров атмосферы в рамках КЭ «Вектор-Т» разработан также метод, основанный на определении движения свободно парящего тела внутри герметичного отсека станции [21]. Это движение вызвано тем, что на МКС действует сила сопротивления атмосферы Земли, а объекты на борту защищены от воздействия набегающего потока корпусом станции. Изучение движения спутника внутри корпуса станции имеет и весьма полезную образовательную составляющую, так как позволяет наглядно демонстрировать важные законы небесной механики, в частности, так называемый «парадокс спутника»: тело, отделившееся от космического аппарата против скорости его движения, начинает его обгонять. В реализации данного метода на борту МКС и обработке результатов КЭ большое участие принимают сотрудники космического факультета МФ, а полученные результаты используются в учебном процессе.

С целью отработки методов автономной навигации для планируемой лунной программы, в рамках КЭ «Вектор-Т» отрабатывается технология определения орбиты КА по снимкам планеты [12].

Результаты работ, выполненных в рамках технических экспериментов «Вектор-Т», «Тензор», «Среда-МКС», «Изгиб», были удостоены Премии Правительства для молодых учёных за 2008 г. Среди лауреатов этой премии выпускник космического факультета С. Н. Рожков.

В программе Международной космической станции используются российские ТГК «Прогресс», которые после выполнения основных задач в составе МКС нередко обладают запасом ресурсов основных систем. Для выполнения экспериментов в рамках КЭ «Изгиб» с помощью ТГК «Прогресс» разработаны новые эффективные технологии [13], в том числе технология изучения верхней атмосферы с помощью тросовой системы, разворачиваемой с ТГК.

Для наведения исследовательской аппаратуры МКС на изучаемые объекты без разворотов станции используются подвижные платформы наведения (ППН). Наличие поворотных платформ предоставляет дополнительные возможности наведения аппаратуры независимо от ориентации станции. Их использование потребовало разработки специальных методов оптимизации программы наблюдения исследуемых объектов работе [15]. Задача оптимизации программы наблюдений является частично-целочисленной задачей линейного программирования и решается методами линейного и целочисленного программирования. В этом направлении имеется много важных и интересных научных задач для учёных космического факультета МФ (особенно, в случае использования одновременно нескольких ППН).

Изучение характеристик и возможностей МКС в технических экспериментах и разработанные методы управления и проведения научных экспериментов позволяют отрабатывать в полёте станции новые технологии и конструкторские решения. Большое внимание

в программе научно-прикладных исследований на МКС уделяется экспериментам по изучению Земли и её атмосферы. Большое количество наблюдений и исследований было выполнено в космическом эксперименте КЭ «Ураган» [16]. В этом эксперименте используются фото и спектрометрические приборы, а также создаётся новая аппаратура в ближнем, среднем и дальнем ИК-диапазонах, спектрометрическая аппаратура с улучшенными характеристиками, серия ППН для автоматического наведения измерительной аппаратуры на исследуемые объекты. Создаваемая ИК аппаратура позволит, например, обнаруживать участки возгорания величиной 2...3 м. В КЭ «Ураган» отрабатывается также технология оценки по снимкам Земли развития потенциально опасных и катастрофических явлений: схода ледников, пожаров, наводнений и т. д. В создании научной аппаратуры для КЭ «Ураган», проведении эксперимента на РС МКС и обработке получаемых результатов принимают активное участие выпускники космического факультета и кафедры САУ Э. Э. Сармин, кандидат технических наук М. В. Черемисин, А. М. Есаков и др. [16, 17]. Научная аппаратура КЭ «Ураган» используется и в других космических экспериментах: КЭ «Дубрава» (постановщик КЭ МФ МГТУ), КЭ «Сценарий» (МФ МГТУ — участник КЭ «Сценарий») и т. д.

Таким образом, благодаря организованным на МКС техническим экспериментам и проведённым исследованиям были изучены реальные характеристики и возможности орбитальной станции. Были уточнены динамические характеристики МКС; определены магнитные помехи, возникающие на станции в полёте; исследована деформация корпуса МКС из-за температурных и др. факторов и т. д. Большое внимание при проведении технических экспериментов на МКС было уделено изучению микровозмущений, возникающих в процессе функционирования станции, особенностям деятельности космонавтов в условиях орбитального полёта и т. д. Выполненные исследования показали необходимость разработки новых методов управления станцией и проведения на ней целевых работ, в части прогнозирования движения крупногабаритной ОС, наведения научных приборов на изучаемые объекты и т. п. Разработанные и отработанные в полёте методы управления станцией и проведения научных экспериментов позволили выполнять в полёте МКС исследования, отрабатывать различные технологии и оборудование и ставить новые научные задачи. В решении научных задач на МКС активное участие принимают выпускники и сотрудники космического факультета МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Важнейшей для нашей страны задачей, решаемой с помощью космических технологий, является контроль территории (своей и прилегающей). Поскольку большую часть территории РФ составляют лесные угодья, задача, связанная с исследованием и контролем лесов с помощью космических методов, приобретает особое значение. Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана, в состав которого входит космический факультет и факультет лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства, вносит значительный вклад в решение этой важной для страны задачи. Результаты проводимых на МКС экспериментов по наблюдению Земли активно используются в учебном процессе.

Важное место в программе исследований на МКС отводится также образовательным экспериментам. Следует отметить, что образовательная составляющая присутствует в каждом из перечисленных выше экспериментов. Вместе с тем на станции проводятся и специальные образовательные эксперименты. МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана является участником одного из таких экспериментов (образовательный КЭ «Великое начало», портал «Планета Королёва») и готовит новые научно-прикладные и образовательные КЭ, которые будут способствовать подготовке высококвалифицированных специалистов для космической отрасли и народного хозяйства страны.

Литература

1. *Банит Ю. Р.*, *Беляев М. Ю.*, *Добринская Т. А.*, *Ефимов Н. И.*, *Сазонов В. В.*, *Стажков В. М.* Определение тензора инерции МКС по телеметрической информации // Космические исследования. 2005. Т. 43. № 2. С. 135–146.
2. *Беляев М. Ю.*, *Завалишин Д. А.*, *Егоров Н. А.*, *Спаржин Ю. В.*, *Хамиц И. И.*, *Шутиков М. А.*, *Сазонов В. В.* Определение массы Международной космической станции в полете // Космонавтика и ракетостроение. 2005. № 4. С. 224–232.
3. *Беляев М. Ю.*, *Завалишин Д. А.* Способ определения массы космической станции в полете: Пат. 2301181 Российская Федерация, МПК B64G 1/10. Приор. 24.03.2005; заявитель и патентообладатель ПАО «РКК «Энергия»; опубл. 20.06.2007, Бюл. № 17.
4. *Севастьянов Н. Н.*, *Бранец В. Н.*, *Беляев М. Ю.*, *Завалишин Д. А.*, *Платонов В. Н.*, *Банит Ю. Р.*, *Сазонов В. В.* Исследование возможности управления КА «Ямал-200» с использованием математической модели движения // 14-я Санкт-Петербургская Международная конф. по интегрированным навигационным системам. СПб.: ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор». 2007. С. 196–203.
5. *Беляев М. Ю.*, *Бабкин Е. В.*, *Рябуха С. Б.*, *Рязанцев В. В.* Микроускорения на Международной космической станции при физических упражнениях экипажа // Космические исследования. 2011. Т. 49. № 2. С. 167–181.
6. *Беляев М. Ю.*, *Волков О. Н.*, *Рябуха С. Б.* Микровозмущения на Международной космической станции // Научно-технический журнал «Космическая техника и технологии». «РКК «Энергия», г. Королёв. 2013. № 3. С. 14–24.
7. *Завалишин Д. А.*, *Беляев М. Ю.*, *Сазонов В. В.* Определение характеристик частот упругих колебаний конструкции МКС // Космические исследования. 2010. Т. 48. № 4. С. 362–370.
8. *Монахов М. И.*, *Беляев М. Б.*, *Волков О. Н.* Способ определения деформации корпуса космического аппарата в полете: Пат. 2605232 Российская Федерация, МПК B64G 1/22. Приор. 15.06.2015; заявитель и патентообладатель ПАО «РКК «Энергия»; опубл. 20.12.2016. Бюл. № 35.
9. *Belyaev M. Y.*, *Bronnikov S. V.*, *Petrov V. M.*, *Sekerzh-Zenkovich S. Ya.* Integrated study of the iss as an environment for human-operator ‘life and activities // Proc. Intern. Astronautical Congress. IAC Ser. “63rd International Astronautical Congress”. 2012. С. 4078–4082.
10. *Алямовский С. Н.*, *Беляев М. Ю.*, *Рулев Д. Н.*, *Сазонов В. В.*, *Тарасова М. М.* Сферические спутники — от начала космической эры до современных экспериментов // Космическая техника и технологии. 2017. № 4(19). С. 5–14.
11. *Беляев М. Ю.*, *Рулев Д. Н.*, *Алямовский С. Н.* Способ определения плотности атмосферы на высоте полета космического аппарата: Пат. 2016150068 Российская Федерация, МПК B64G 3/00, приор. 19.12.2016; заявитель и патентообладатель ПАО «РКК «Энергия»; опубл. 20.06.2018. Бюл. № 17.
12. *Микрин Е. А.*, *Беляев М. Ю.*, *Боровихин П. А.*, *Караваев Д. Ю.* Отработка на МКС технологии автономной навигации с помощью съемок экипажа для задачи облета Луны // 15-я Санкт-Петербургская Международная конф. по интегрированным навигационным системам. СПб.: ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор». 2018. С. 7–13.
13. *Беляев М. Ю.*, *Матвеева Т. В.*, *Рулев Д. Н.* Возможные технологии управления транспортными грузовыми кораблями «Прогресс» при проведении экспериментов в автономном полете // Гироскопия и навигация. 2017. Т. 25. № 3(98). С. 32–48.
14. *Беляев М. Ю.* Научные эксперименты на космических кораблях и орбитальных станциях. М.: Машиностроение, 1984. 264 с.
15. *Беляев М. Ю.*, *Боровихин П. А.*, *Караваев Д. Ю.*, *Рулев Д. Н.* Управление подвижными платформами при наведении научной аппаратуры на изучаемые объекты в эксперименте «Ураган» на Международной космической станции // 14-я Санкт-Петербургская Международная конф. по интегрированным навигационным системам. СПб.: ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор». 2017. С. 44–47.

16. *Беляев М. Ю.*, *Десинов Л. В.*, *Караваев Д. Ю.*, *Сармин Э. Э.*, *Юрина О. А.* Аппаратура и программно-математическое обеспечение для изучения земной поверхности с борта российского сегмента Международной космической станции по программе «Ураган» // Космонавтика и ракетостроение. 2015. № 1. С. 63–70.
17. *Belyaev M. Y.*, *Cheremisin M. V.*, *Esakov A. M.* Integrated monitoring of earth surface from onboard ISS Russian segment // 69 Intern. Astronautical Congress (IAC). Bremen, Germany, 1–5 Oct. 2018. IAC-18-F1.2.3. P. 1–9.

КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ШКОЛА

Т. Е. Бирюкова[1], К. Г. Бирюков[1], А. Н. Зайцев[2], Е. В. Солдатова[1], Н. А. Тимошенко[1]

[1] Гимназия им. Н. В. Пушкова, e-mail: karafog@mail.ru
[2] Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова Российской академии наук (ИЗМИРАН)

На протяжении уже пяти лет на базе Гимназии им. Н. В. Пушкова работает городской ресурсный центр «Космические исследования и школа». Вся наша практическая деятельность направлена на формирование сообщества творчески активных людей: учеников, педагогов, специалистов в области изучения космоса для популяризации достижений космических исследований среди молодёжи и внедрения современных космических технологий в учебный процесс образовательных организаций.

Для решения поставленной цели мы уже несколько лет совершенствуем связь между школой и Научно-исследовательскими институтами города, проводим множество тематических мероприятий и стараемся предоставить обучающимся возможность заниматься проектами в различных кружках данной направленности. Дружим мы не только с троицкими институтами. Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), РИСКСАТ (RISKSAT), Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова являются нашими старинными коллегами в области космического образования.

Как заинтересовать современного школьника космосом?

Покорять неизведанные миры других планет, искать воду на Марсе и изучать строение Солнца — это уже не научная фантастика, современная наука позволяет это делать! Инженеры конструируют космические аппараты, которые могут исследовать астероиды, кометы, спутники планет-гигантов. Человечество уже сделало свой первый шаг — вышло за пределы Солнечной системы. Но... всегда есть «но»!

Начиная с конца прошлого века, даже в развитых странах существенно снизился интерес молодёжи к инженерным профессиям. Отсутствие желания участвовать в развитии новых и перспективных направлений науки и техники привело к тому, что лидирующими профессиями в обществе стали адвокаты, бизнесмены, менеджеры, представители отдельных медицинских специальностей и др. Представители инженерных специальностей в этом перечне не значатся. «Результатом этого стало то, что на естественно-научные и инженерные специальности университетов поступает значительное количество тех, кто по среднему баллу не смог пройти на престижные в настоящее время факультеты и специальности. Желающих созидать меньше, чем управлять, торговать, быть адвокатами, артистами, топ-моделями или банковскими служащими. Происходит «перекачка» существенной части талантливой молодёжи в непроизводственные сферы, что ослабляет научный, инженерный и изобретательский потенциал общества».

Понятно, что подготовка кадров высокой квалификация требует с одной стороны, существенных изменений в методиках обучения, а с другой — повышения престижа профессии на государственном уровне!

Как же школа может помочь государству восполнить нехватку талантливых инженеров? Как сподвигнуть молодого одарённого человека выбрать профессию ИНЖЕНЕР?

На самом деле способов много, но все они сводятся к развитию творческого потенциала и ранней профориентации.

Действительно, на современном этапе развития образовательных и IT-технологий, ребёнок, особенно в московских школах, обеспечен такими уникальными возможностями получать знания из любой интересующей его области науки и техники. Московский школьник может запросто посетить лекцию в университете или экскурсию в действующий цех на заводе. Для него открыты двери любого музея. Появились технопарки и проектные школы, а в образовательных организациях открываются кружки по робототехнике и моделированию. В школах Москвы появились Инженерные классы! Выставки научно-технического творчества, мастер-классы, хакатоны — все это стало неотъемлемой частью жизни современного молодого жителя мегаполиса. Все это создаёт уникальную образовательную среду для воспитания будущего специалиста!

Каков же вклад нашей гимназии в развитие заинтересованности у современного школьника космическими исследованиями?

Немного истории. Гимназия Пушкова уже более 50 лет открывает свои двери для юных жителей наукограда Троицка и на протяжении всех этих лет, она славилась своим гуманитарным образованием. С октября 2006 года — наша школа носит имя известного физика Н. В. Пушкова (ИЗМИРАН). А в 2007 году получила статус гимназии. Школа много лет сотрудничает с Институтом земного магнетизма, ионосферы и распространению радиоволн имени Н. В. Пушкова и другими институтами города. В гимназии уже больше 10 лет проходит Открытая конференция школьников «Зов Вселенной». В 2019 году прошли XIII Всероссийские юношеские научные чтения имени С. П. Королёва и Первый Международный фестиваль космодизайна «Встречи на Звёздном мосту». Гимназия является базовой площадкой для проведения регионального этапа Московского городского конкурса исследовательских и проектных работ обучающихся. Наши ученики принимают участие в Международных космических олимпиадах, во Всероссийских олимпиадах по 3D-технологиям, региональном этапе KidSkills, национальном этапе WorldSkills (Казань), выездных аэрокосмических школах в России, Армении, Чехии, в воздушно-инженерной школе МГУ. В начале июня 2019 года на базе ИЗМИРАН проходил летний интенсив «Я у мамы инженер». А в конце августа наши старшеклассники приняли участие в МАКС-2019! В течение года ученики инженерных классов занимаются в Проектной школе Техноспарка. Посещают Университетские субботы, мероприятия под эгидой ГК «Роскосмос» и «РИСКСАТ». Встречаются с интересными людьми. Ежегодно группа ребят из клуба «Отроки во Вселенной» принимают участие в Днях открытых дверей в ИКИ РАН.

Часть наших выпускников всегда выбирала технические вузы страны, но желающих учиться в данных институтах было гораздо меньше, чем тех, кто хотел посвятить свою жизнь экономике или юриспруденции. Если же посмотреть статистику выбора вузов выпускниками нашей школы за последние 5–7 лет, то, как говорил Остап Бендер, «Лёд тронулся, господа присяжные заседатели, лёд тронулся!» И нас это радует!

В конце статьи хотим выразить признательность тем людям, благодаря которым реализация программы «Ресурсный центр» стала возможной! Огромное спасибо администрации городского округа Троицк в Москве, Управлению образования Троицка, директору МАОУ «Гимназия им. Н. В. Пушкова», генеральному директору «РИСКСАТ», заинтересованным родителям и увлечённым детям!

САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ — «КУЗНИЦА КАДРОВ» РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ

Н. В. Богданова

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва, e-mail: bogdana@ssau.ru

В годы Великой Отечественной войны в Самаре (Куйбышеве) был создан крупный центр авиационной промышленности, включавший 13 предприятий. Для подготовки авиационных инженерных кадров в 1942 году был открыт Куйбышевский авиационный институт (КуАИ), ныне Самарский университет.

В соответствии с Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 2/-1 от 02.01.1958 в Куйбышеве началось освоение производства межконтинентальной баллистической ракеты (МБР) Р-7 на авиационном заводе № 1 (директор — В. Я. Литвинов), а двигателей для ракеты — на авиамоторном заводе № 24 (директор — П. Д. Лаврентьев). 28 февраля того же года в Куйбышев прибыл ведущий конструктор МБР Р-7 Дмитрий Ильич Козлов с задачей организации серийного производства МБР — Р-7 на предприятиях Куйбышевского куста. 17 февраля 1959 года состоялся первый пуск МБР Р-7, изготовленной в Куйбышеве, он был успешным. 23 июля 1959 года был создан серийно-конструкторский отдел № 25 при ОКБ-1 с постоянным местонахождением в Куйбышеве на заводе № 1, а 23.06.1960 на базе отдела № 25 был образован филиал № 3 ОКБ-1 главного конструктора С. П. Королёва (в 1967 году филиал был переименован в Куйбышевский филиал Центрального конструкторского бюро экспериментального машиностроения (КФ ЦКБЭМ)). Начальником и Главным конструктором был назначен Д. И. Козлов. Одновременно на заводе им. М. В. Фрунзе был создан филиал № 2 ОКБ-456 главного конструктора В. П. Глушко.

Создание новой отрасли промышленности потребовало скорейшего решения кадрового вопроса. Тогда было принято решение организовать обучение ракетной тематике в КуАИ (ректор — В. П. Лукачёв). Уже в 1958 году для студентов старших курсов были организованы специальные курсы по новой технике. В 1959 году были открыты новые специальности: «Ракетостроение» и «Ракетные двигатели». Ракетная тематика стала активно развиваться сначала на ведущих кафедрах — конструкции и проектирования летательных аппаратов (ЛА) (заведующий кафедрой — В. А. Комаров) и конструкция и проектирования двигателей ЛА (зав. кафедрой А. М. Сойфер). Одновременно началась подготовка инженеров по специальности «Конструирование и производство радиоаппаратуры» на факультете ЛА, а в 1962 году цикл был преобразован в радиотехнический факультет.

В 1959–1961 гг. большая группа студентов-дипломников и выпускников КуАИ, прошедших переподготовку по ракетной тематике, была направлена на авиационный завод № 1 Куйбышевского Совнархоза, филиал № 3 ОКБ-1(с 1974 г. — ЦСКБ) и моторный завод № 24 где началось освоение производства ракетно-космической техники. Многие из них продолжили подготовку в ОКБ-1 в подмосковном Калининграде (ныне г. Королёв) и в ОКБ-456 главного конструктора В. П. Глушко. Молодые выпускники КуАИ составили костяк коллектива филиала № 3 ОКБ-1 и скоро вошли в состав его руководства. Среди них — А. В. Чечин, А. В. Соллогуб, Г. П. Аншаков, А. М. Солдатенков, К. В. Тархов, В. А. Капитонов и многие другие.

В начале 1960-х годов в ОКБ-276 главного конструктора Н. Д. Кузнецова (Куйбышев) начались работы по созданию жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) для баллистических ракет, а затем

для тяжелой ракеты-носителя (РН) Н-1. Основу вновь созданного ОКБ-2 по проектированию ЖРД в составе ОКБ-276 также составили выпускники КуАИ.

30.07.1974 КФ ЦКБЭМ был преобразован в самостоятельное предприятие — Центральное специализированное конструкторское бюро (ЦСКБ). Тогда же был образован Волжский филиал НПО «Энергия», который возглавил выпускник КуАИ Б. Г. Пензин. 12 апреля 1996 года слиянием завода «Прогресс» и ЦСКБ был образован Государственный научно-производственный ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс» (ныне АО РКЦ «Прогресс»), который до 2003 года возглавлял Д. И. Козлов. С 2003 по 2018 г. генеральным директором РКЦ «Прогресс» работал А. Н. Кириллин, затем его сменил Д. А. Баранов (оба окончили КуАИ — Самарский университет). С 1950-х годов и до настоящего времени все директора и главные инженеры завода № 1 (РКЦ «Прогресс») являются выпускниками Самарского университета, а до 2012 года — и моторостроительного завода № 24 им. М. В. Фрунзе (ныне ПАО «Кузнецов»).

За 60 лет в РКЦ «Прогресс» созданы 11 модификаций ракет-носителей. С их помощью выполнено более 1900 запусков космических аппаратов, из них более 990 — собственной разработки. Это почти 2/3 от общего числа пусков в СССР и России. Первый советский спутник «Зенит-2» был создан в ОКБ-1. С 1965 по 1982 год на базе спутника «Зенит» в ЦСКБ-Прогресс было создано семь модификаций спутников дистанционного зондирования Земли. Всего к настоящему времени в РКЦ «Прогресс» создано 28 типов автоматических космических аппаратов для наблюдения земной поверхности, решающих весь спектр задач в интересах национальной безопасности, науки и народного хозяйства. Подавляющее большинство руководителей и ведущих специалистов центра все эти годы составляют выпускники нашего вуза. Кроме того, в Самаре строились и две супертяжёлые ракеты: Н-1 и «Энергия». В их создании особое место занимают руководители самарских предприятий и конструкторских бюро, практически все они закончили КуАИ — Самарский университет. Многие из них удостоены высоких званий и наград. Среди них Герои Социалистического Труда Г. П. Аншаков, А. М. Солдатенков, Л. С. Чеченя, В. П. Лукачёв.

С первых лет существования вуза подготовка кадров для промышленности сопровождалось проведением научных исследований в области авиации, а затем и космонавтики. До 1958 года научные исследования проводились на кафедрах в основном в порядке содружества с заводами и только на отдельных кафедрах, в небольших объёмах по хозяйственным договорам. Мощный импульс развитию науки в вузе дало создание в 1958 году впервые в стране отраслевых научно-исследовательских лабораторий (ОНИЛ) Министерства авиационной промышленности, Министерства общего машиностроения и Академии наук СССР.

Совместным решением Куйбышевского Совнархоза и Минвуза СССР от 27.01/4.02.1958 были созданы первые в стране отраслевые научно-исследовательские лаборатории. Многие из них развернули работу в интересах ракетно-космической отрасли, например ОНИЛ-1 вибрационной прочности и надёжности двигателей (научный руководитель — доцент А. М. Сойфер); ОНИЛ-2 микроэнергетики (научный руководитель — доцент В. М. Дорофеев); ОНИЛ-3 резания и инструментов для обработки резанием специальных сплавов и материалов (научный руководитель — профессор Н. И. Резников); ОНИЛ-7 сварки (научный руководитель — доцент Л. А. Дударь) и другие.

В результате в вузе возникли и успешно развивались авангардные научные направления, оказавшие заметное влияние на развитие отечественной авиации и космонавтики. Научные идеи, заложенные основателями крупных научных школ, такими как Сойфер А. М.,

Дорофеев В. М., Комаров А. А., Аксенов Г. И., Човнык Н. Г. получили дальнейшее развитие в трудах их последователей, работающих в настоящее время в университете. На основе их исследований был создан новый материал МР (металлорезина), обладающий уникальными свойствами, а также сформулированы основы конструкционного демпфирования и виброзащиты. Исследованы процессы горения в камерах сгорания авиационных и ракетных двигателей, вопросы аэродинамики и теплообмена, оптимального управления движением космических летательных аппаратов, динамики пневмогидравлических и топливных систем, разработаны новые системы автоматизированного проектирования и расчёта конструкций летательных аппаратов, технологические процессы изготовления элементов летательных аппаратов, обработки изображений, компьютерных технологий широкого применения.

Признанием достижений вуза в области освоения космоса стало присвоение университету имени академика С. П. Королёва. В 1967 году за подготовку высококвалифицированных кадров университет был награждён орденом Трудового Красного Знамени.

С 1956 по 1988 г. институт возглавлял Герой Социалистического Труда профессор Виктор Павлович Лукачёв. В эти годы институт стал одним из крупнейших образовательно-научных центров, создавшим уникальные научные и научно-педагогические школы в тесном содружестве с промышленными предприятиями авиационно-космической и других отраслей народного хозяйства. В Вуз были привлечены многие ведущие специалисты промышленных предприятий и проектных организаций региона. С 1969 по 1978 г. кафедру конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов КуАИ возглавлял выдающийся конструктор авиационных и ракетных двигателей, академик АН СССР и РАН Н. Д. Кузнецов. Кафедрой динамики полёта и систем управления в 1967–1970 гг. заведовал патриарх отечественной космонавтики, член-корреспондент АН СССР и РАН Д. И. Козлов — генеральный конструктор ракетно-космической техники.

Стремительное развитие космической отрасли потребовало расширения направлений подготовки специалистов в этой области. В 1980 году на факультете летательных аппаратов была открыта специальность «Космические летательные аппараты и разгонные блоки», создана кафедра летательных аппаратов. Заведующим новой кафедрой был избран Д. И. Козлов. В 1982 году на факультете двигателей летательных аппаратов началось обучение по специальности «Лазерные системы в ракетной технике и космонавтике», была создана кафедра автоматических систем энергетических установок.

В 1988 году ректором КуАИ был избран Владимир Павлович Шорин, академик РАН, доктор технических наук, профессор. С 1990 по 2010 г. СГАУ возглавлял ныне академик РАН, профессор Виктор Александрович Сойфер, ныне президент СГАУ; с 2010 по 2018 г. — ректором университета был член-корреспондент РАН Евгений Владимирович Шахматов, доктор технических наук, профессор.

С целью улучшения профессиональной подготовки студентов в области космической техники, а также в связи с расширением спектра научных космических экспериментов, проводимых РКЦ «Прогресс» совместно с зарубежными специалистами, в 1995 году на радиотехническом факультете была организована специализация «Космическое приборостроение».

В университете создана уникальная база для обучения студентов и проведения научных исследований в области ракетостроения и космонавтики: построены и оснащены научным и техническим оборудованием залы для статических и динамических испытаний крупных узлов и элементов, ракет-носителей и космических аппаратов, аэродинамическая труба с возможностью проведения дистанционного управления экспериментом, комплексы для экспери-

ментальных исследований малоразмерных ракетных двигателей, высотноклиматические стенды для огневых испытаний малоразмерных авиационных и ракетных двигателей, акустические камеры, электродинамические ускорители частиц, технологические комплексы для проведения исследований в области материаловедения и прогрессивных технологий обработки материалов для авиационной и ракетно-космической отраслей и т. п. Студенты Куйбышевского авиационного института (КуАИ) начинали практическое освоение космических проектов с участия в научно-исследовательской работе (НИР) по изучению влияния реальных условий космического пространства на характеристики конструкционных материалов, электрорадиоэлементов, узлов и механизмов, предназначенных для работы в составе космических аппаратов.

С 1982 года на факультете летательных аппаратов в студенческом конструкторском бюро летательных аппаратов (СКБ-1, научный руководитель — профессор В. М. Шахмистов) начались работы по проектированию малых космических аппаратов. Вначале это были разработки оборудования для проведения испытаний конструкционных материалов, применяемых в космических аппаратах (КА). Были созданы уникальные по своим характеристикам устройства для статических и динамических испытаний образцов конструкционных материалов, фрикционных пар и смазочных материалов. Эти устройства успешно работали в составе научной аппаратуры космических аппаратов «Ресурс-Ф», созданных РКЦ «Прогресс» в реальных условиях космического пространства.

На следующем этапе СКБ-1 приступило к созданию искусственных спутников Земли «Пион», РОСС и КАИКС. Малый космический аппарат «Пион» — пассивный эталонный искусственный спутник, один из первых в стране студенческих спутников, был предназначен для исследования верхней атмосферы, характеристик космического мусора и микрометеоритных частиц. В кооперации с РКЦ «Прогресс» и другими организациями было изготовлено шесть спутников, которые выводились в космос на борту космического аппарата «Ресурс-Ф1» в качестве дополнительной полезной нагрузки в 1989, 1992 гг.

Одна из интереснейших разработок СКБ-1 — космический аппарат (КА) с солнечным парусом «Гелиос». Проект получил Главный приз на конкурсе оригинальных конструкций КА с солнечным парусом, организованном Российской Академией Наук в 1992 году. Разработанная в СКБ-1 конструктивная схема ещё одного КА с солнечным парусом «Вымпел» не имеет аналогов и прототипов. В 1993-1994 гг. преподаватели и студенты факультета ЛА тесно сотрудничали с Мюнхенским техническим университетом по проектам орбитальных тросовых систем «Рапунцель» и «Фиеста», в ходе которых были разработаны конструкции спускаемых капсул с научной аппаратурой. В сотрудничестве со специалистами Саутгемптонского университета (Великобритания, University of Southampton) был разработан проект студенческого микроспутника EasyPay.

В 1981 году в КуАИ была создана межкафедральная лаборатория «Аэрокосмическое приборостроение», позднее преобразованная в научно-исследовательский институт космического приборостроения ИКП-214 (научный руководитель — профессор Н. Д. Сёмкин). Сотрудниками института разработаны приборы и аппаратура, которые многократно использовалась в составе космических аппаратов РКЦ «Прогресс».

С 1999 года в университете разработана и реализуется программа студенческих научных экспериментов в космосе, ориентированная на отработку перспективных космических технологий и получение фундаментальных знаний об околоземном космическом пространстве. В 1999–2007 гг. успешно проведены научные эксперименты на космических аппаратах «Фотон» и «Фотон-М». С 2003 года

в вузе проводятся летние школы по космонавтике для зарубежных студентов.

В 2010 году в университете создана межвузовская кафедра космических исследований (заведующий кафедрой — профессор И. В. Белоконов). Основное направление её деятельности — создание наноспутников различного назначения. В составе оборудования кафедры — центр контроля полёта и управления микроспутниками и учебная лаборатория сборки и тестирования микроспутников. В настоящее время вуз выступает координатором консорциума российских вузов и научно-исследовательских институтов, цель которого — создание группировки наноспутников для изучения ионосферы и магнитосферы земли.

В 2006–2007 гг. в университете был создан Центр приёма космической информации. На базе этого центра осуществляется развитие космических геоинформационных технологий, в том числе приём, обработка и распространение информации с космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, а также подготовка кадров соответствующих специальностей и направлений. Центр активно работает в интересах научно-образовательных программ университета, а также обеспечения регионов России и СНГ актуальной космической информацией.

В 2006 году в университете начались работы по созданию семейства малых космических аппаратов (МКА) «АИСТ», выполняемые совместно вузом и Ракетно-космическим центром «Прогресс». МКА предназначен для решения образовательных, научно-технических и экспериментальных задач. Лётный образец МКА «АИСТ» был установлен на борту КА «Бион-М» № 1, который был выведен на орбиту 19 апреля 2013 года. 21 апреля произошло отделение МКА «Аист» от КА «Бион-М» № 1 и МКА начал штатную работу на заданной орбите. Опытный образец МКА «Аист» был успешно выведен на орбиту 28 декабря 2013 года в рамках испытаний РН «Союз-2» этапа 1в с блоком выведения «Волга» Телеметрическая информация с лётного и опытного образцов «Аиста» регулярно поступает на командный пункт Центра приёма и обработки информации РКЦ «Прогресс».

Опытно-технологический малый космический аппарат (ОТ МКА) «Аист-2Д» уникальный аппарат для рынка малых аппаратов. ОТ МКА «АИСТ-2Д» включает в себя инновационную аппаратуру для наблюдения поверхности Земли, а также научную аппаратуру для изучения околоземного космического пространства и его влияния на приборный состав, материалы и покрытия конструкции платформы. На борту МКА размещена оптико-электронная аппаратура высокого разрешения «Аврора». По сочетанию параметров «разрешение-полоса захвата» оптико-электронная аппаратура ОТ МКА «Аист-2Д» не имеет аналогов среди отечественных аппаратов. На борту также установлен опытный радиолокатор Р-диапазона для выявления подземных сооружений, трубопроводов и коммуникаций и оптико-электронная камера ИК-диапазона, позволяющая получать информацию об очагах пожаров. Научная аппаратура представлена принципиально новыми разработками учёных и специалистов Самарского университета. Особенностью рассматриваемого МКА является также то, что вся бортовая аппаратура, включая оптико-электронный комплекс, разработана и изготовлена в России, преимущественно на отечественной электронно-компонентной базе. ОТ МКА «Аист-2Д» выведен на орбиту 28.04.2016 года ракетой-носителем (РН) «Союз-2-1а» с блоком выведения «Волга» производства самарского АО «РКЦ «Прогресс» с космодрома «Восточный» — это был первый пуск ракеты с нового российского космодрома.

ОТ МКА «Аист-2Д» фактически является научно-исследовательской лабораторией, позволяющей в условиях космического пространства отработать широкий ряд новых технологий в области дистанционного зондирования Земли и разработки надёжных универ-

сальных малых космических платформ. Аппарат нацелен на решение задач материаловедения, отработки технических решений в области создания микрогравитации на борту, изучения микрометеоритной обстановки на орбите, совершенствования системы управления движением аппарата, отработки новых внутрисистемных интерфейсов, специального программного обеспечения. Аппарат успешно проходит стадию лётно-конструкторских испытаний. Формируется программа его дальнейшей работы в обеспечение научно-образовательных и народнохозяйственных задач. Рассматривается возможность дальнейшего расширения группировки МКА-лабораторий на базе космических платформ малых аппаратов серии «АИСТ», имеющихся средств управления аппаратами, приёма и обработки поступающей информации.

Самарский университет и РКЦ «Прогресс» намерены и в дальнейшем использовать накопленный опыт и задел создания, эксплуатации малых космических аппаратов в реализации программы обеспечения ракетно-космической промышленности кадрами высшей квалификации, подготовленными путём активного участия в создании реальной космической техники.

Лучшие традиции и достижения Самарского университета бережно хранит музей авиации и космонавтики имени С. П. Королёва, основанный в 1975 году. Музей входит в число ведущих авиакосмических музеев России и уникальных объектов высшей школы, является корпоративным членом Поволжского отделения Российской академии космонавтики имени К. Э. Циолковского. В составе музея — экспозиционно-выставочные залы: «История российской авиации и космонавтики» и «История Самарского университета».

Музей проводит разноплановую образовательную и научно-просветительную деятельность: учебные занятия, лекции-демонстрации, обзорные и тематические экскурсии, консультации, кинопоказы, организует общественно-научные чтения, конференции, выставки, презентации и т. п. При музее действует лекторий «Лестница в небо», работает молодёжный клуб « Лаборатория космической мысли».

ИНИЦИАТИВА «КОСМИЧЕСКИЙ УРОК» — ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ РОССИЙСКОГО КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ю. В. Богданова[1], А. П. Волков[2], А. В. Деркунский[2], Ю. А. Иванова[3], Т. В. Клименко[2], В. А. Ковинько[3], П. П. Кондаков[2], А. Н. Макаренко[1], В. В. Обухов[1], С. Г. Псахье[4], А. Г. Чернявский[3], И. С. Шеков[5], Е. В. Шмелева[5], Минаев Н. Н.[1]

[1] Томский государственный педагогический университет (ТГПУ), e-mail: bogdanova.ju@mail.ru
[2] Государственная телерадиокомпания «Томск», e-mail: tomsk.tv@mail.ru
[3] Ракетно-космическая корпорация «Энергия», e-mail: alexander.cherniavsky2012@yandex.ru
[4] Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, e-mail: root@ispms.tomsk.ru
[5] Фонд «Таланты и успех», e-mail: shekov.is@talantiuspeh.ru

Около 30 лет назад на орбитальной станции «Мир» лётчиком-космонавтом А. А. Серебровым были сняты первые «Уроки из космоса» — серия уроков по физике и географии [1]. Эти уникальные фильмы создавались специально для школьников и были ориентированы на образовательную программу по предметам, позволили развить интерес к космическому образованию.

Технические и информационные возможности педагогов с тех пор глобально изменились. Учителя подбирают научно-популярные фильмы для использования их фрагментов на уроках и во время внеурочной работы. Телестудия «Роскосмоса» предлагает старшим школьникам документальные научно-популярные фильмы, в том числе в формате междисциплинарных уроков из космоса [2]. Проект «Уроки из космоса в новом формате» Московского образовательного канала дополняет видеоуроками темы по физике, биологии и географии [3]. Российские космонавты ведут публичные страницы в социальных сетях (например, [4]), информируя подписчиков об интересных событиях своей жизни и работы, выкладывая фото- и видеоматериалы. Более того, виртуально посетить Международную космическую станцию (МКС) позволяет проект Космос 360 канала RT [5]. Также возможно прямое общение школьников и космонавтов российского сегмента МКС по радиолюбительскому каналу связи, для этого образовательной организации необходимо иметь оборудование и согласовать заявку [6].

На таком информационном поле в рамках совместных работ РКК «Энергия», Института физики прочности и материаловедения СО РАН (здесь обязаны выделить огромную роль в организации и реализации этого Проекта выдающегося учёного, директора Института физики прочности и материаловедения СО РАН С. Г. Псахье, умершего в конце 2018 г.), Государственной телерадиокомпании «Томск», и Томского государственного педагогического университета при участии Томского политехнического университета, Фонда «Талант и успех» (Образовательный центр «Сириус», Сочи) и большой поддержке администрации Томской области и непосредственно Губернатора Томской области Сергея Анатольевича Жвачкина был предложен комплекс мероприятий Инициативы «Космический урок» направленный на использование престижа российской космонавтики для формирования у молодёжи понимания ключевой роли отечественного образования, науки и техники в развитии современной цивилизации. Реализация «Космических уроков» мотивирует молодёжь к участию в разработке прорывных технологий.

К настоящему времени (с 2017 по июль 2019 г.) проведено 12 Космических уроков, постоянными участниками которых были

школьники г. Королёва, г. Томска и сел Томской области, участники образовательных программ в Сочи и Новосибирске. Космический урок в Севастополе был организован совместно с Аэрокосмическим центром имени Антона Шкаплерова и Севастопольским государственным университетом. Во время проведения урока в Санкт-Петербурге совместно с Нахимовским военно-морским училищем в уроке участвовали школьники из филиалов НВМУ в Мурманске, Владивостоке и Севастополе.

Во время урока устанавливается видеоконференцсвязь между площадками и МКС, таким образом, достигается возможность общения участников урока между собой и, экипажем МКС. Одновременно ведётся трансляция урока на YouTube-канале. На последних уроках использовались видеовопросы, записанные школьниками заранее, таким образом услышать ответ на свои вопросы смогли ученики Кызыла, Великого Новгорода и Белорецка.

Организаторами опробованы несколько форматов: информация преподносится учителем с участием демонстратора и/или экспертами, школьники представляют свои проекты непосредственно в студии или в форме видеосюжетов, проекты школьников обсуждаются всеми участниками урока, включая и школьников и экспертов. Поиск оптимального формата Космического урока продолжается. Одной из форм проведения «Космических уроков» предложено участие в космическом эксперименте на МКС — «Космический урок», в рамках которого школьники смогут получить возможность непосредственного участия в научно технических исследованиях в космосе. Одновременно эти работы потребуют в ближайшее время организации общения и совместной деятельности школьников и специалистов космической отрасли, а также необходимость подготовки учителей к такой деятельности и, безусловно, специальной подготовки космонавтов.

Школьники, принимавшие участие в Космических уроках, получают дополнительный стимул от общения с экспертами и космонавтами, вникают в инженерные проблемы и научные задачи в ходе подготовки и во время урока.

Литература

1. *Серебров А.А.* Уроки из космоса приводят ребят на путь открытий // Учительская газета. Образование XXI века. URL: http://www.ug.ru/old/99.23/t6.htm/.
2. Детям о космосе 12+. URL: http://www.tvroscosmos.ru/3846/.
3. *Князева М.Д.* Будущим космонавтам и исследователям космоса. URL: https://будущим-космонавтам.рф/index.php/konkursy-i-proekty-otdela/proekt-uroki-iz-kosmosa/.
4. Официальная публичная страница А. Шкаплерова. URL: https://vk.com/anton_astrey/.
5. Космос 360. URL: https://space360.rt.com/ru/.
6. Радиосвязь с МКС. URL: https://rs0iss.ru/.

ОПЫТ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СО ШКОЛЬНИКАМИ НА ПРИМЕРЕ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «СИРИУССАТ»

В. В. Богомолов[1], А. В. Богомолов[1], Ю. Н. Дементьев[1], В. Е. Еремеев[1], Р. Н. Жарких[2], А. Ф. Июдин[1], В. И. Оседло[1], М. И. Прохоров[1], С. И. Свертилов[1]

[1] Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, e-mail: bogovit@rambler.ru
[2] ООО «Спутникс», Сколково, Москва

Работа с наноспутниками «СириусСат», выполненными в формате «кубсат 1U+», была начата в июле 2017 года в ходе проектной смены в образовательном лагере «Сириус» (Сочи) с участием талантливых школьников. Впоследствии было принято решение изготовить и запустить в космос два одинаковых наноспутника. Заказчик — образовательный центр «Сириус», техническую поддержку проекта осуществляют Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ) (разработка полезной нагрузки, постановка научных задач, подготовка данных и обеспечение доступа к ним) и российская компания «Спутникс» (разработка и изготовление платформы спутника и наземного комплекса).

Полезной нагрузкой спутников «СириусСат» служит детектор заряженных частиц и гамма-излучения в диапазоне энерговыделения 0,3...3 МэВ. Он выполнен на основе нескольких оптически соединённых сцинтилляторов, просматриваемых двумя фотоэлектронными умножителями. Площадь входного окна составляет 4 см. Режим измерений предусматривает как ежесекундный мониторинг, так и подробный режим, в котором происходит фиксация энергии каждой зарегистрированной частицы или кванта, а также соответствующего момента времени с микросекундной точностью. Таким образом, установленные на спутниках «СириусСат-1» и «СириусСат-2» детекторы при работе на орбите международной космической станции (МКС) с наклонением ~52° дают возможность проводить исследование быстрых вариаций потоков электронов на внутренней границе внешнего радиационного пояса и на границе Южно-Атлантической Аномалии. Ещё одна задача — исследование динамики потоков частиц и гамма-излучения на очень низких орбитах в зависимости от геомагнитных условий. Дополнительные возможности даёт анализ последовательного прохождения двумя близко летящими спутниками одной и той же области захваченных или высыпающихся частиц.

Три спутника (два лётных и дублёр) были изготовлены и настроены к маю 2018 года, запуск был произведён космонавтами с МКС 15 августа. Таким образом, космический полёт длится уже более года. За это время были проведены лётные испытания бортовых систем, вращение спутников было замедлено, в течение всего времени регулярно сбрасывались на Землю данные о потоках частиц с полезной нагрузки. По результатам анализа показаний в начале ноября 2018 года была проведена перепрошивка (обновление программы) микроконтроллеров полезной нагрузки обоих аппаратов, позволившая более гибко настраивать пороги мониторинговых каналов и увеличить объём передаваемых данных. С каждого из спутников «СириусСат» ежедневно поступает ~50...100 Кбайт научных данных. С ноября 2018 года (после обновления прошивки полезной нагрузки) по август 2019 года получено ~21 Мбайт со спутника «СириусСат-1» и ~16 Мбайт со спутника «СириусСат-2». Данные размещаются в открытом доступе на сервере космической погоды НИИЯФ МГУ [1], где есть утилита по получению и визуализации, как показаний детекторов,

так и рассчитываемых сотрудниками НИИЯФ МГУ геомагнитных координат и др. параметров, необходимых для научного анализа.

Следует отметить, что на всех этапах реализации проект «СириусСат» имел не только научно-техническую, но и образовательную направленность. Уже на первом этапе, когда происходила разработка и тестирование аппаратуры спутника, в работе принимали непосредственное участие учащиеся старших классов. Это были талантливые школьники из разных городов страны, отобранные по конкурсу школьных проектов для выполнения конструкторских и научно-исследовательских работ под руководством учёных и инженеров в течение трёхнедельной летней смены в лагере «Сириус» (Сочи). В июле 2017 года группа из девяти человек выполняла проект «Наноспутник», результатом которого стал первый экземпляр спутника «СириусСат». Четверо школьников работали над полезной нагрузкой: изготавливали многослойный сцинтилляционный детектор, собирали и настраивали электронные платы, отлаживали программы для входящего в состав прибора микроконтроллера. Другая группа из пяти человек проводила отработку взаимодействия бортовых систем использованного для создания спутника опытного комплекта кубсат-конструктора «Орбикрафт-про», предоставленного фирмой «Спутникс», а также тестировала алгоритмы стабилизации космического аппарата (КА) с помощью магнитных катушек. В конце смены все разработанные и проверенные системы были интегрированы в готовый спутник, с которым были проведены виброиспытания и термовакуумные испытания.

После успешной защиты проекта школьниками в «Сириусе» агентство «Роскосмос» приняло решение о запуске спутника «СириусСат» с международной космической станции. Более того, было решено изготовить и запустить не один, а два космических аппарата, слегка доработав их конструкцию для ручного запуска космонавтами. Полезная нагрузка прошла дополнительные калибровки в НИИЯФ МГУ. Во время этих работ весной 2018 года был организован недельный мастер-класс для учащихся 8–11-х классов, с которыми были проведены как лекционные, так и практические занятия по работе бортовых систем и полезной нагрузки наноспутников и по анализу научных данных о космической погоде. Проведение подобных мастер-классов необходимо, поскольку, несмотря на наличие литературы, описывающей радиационные условия космического пространства и научные задачи, стоящие перед исследователями (например, [2]), у школьников ещё нет достаточной подготовки по физике, для самостоятельного освоения этих книг.

Уже после отправки спутников на космодром состоялась очередная проектная летняя смена в лагере «Сириус», в ходе которой одна из групп занималась проработкой миссии «СириусСат» с точки зрения оптимизации космического эксперимента. Ребята рассчитывали энергобаланс, выбирали наилучшие витки для включения детектора и оптимальное соотношение типов передаваемых данных с учётом ограниченной энергетики и информативности кубсата 1U, проводили сравнение орбиты МКС и полярной орбиты как с точки зрения условий работы со спутниками, так и с точки зрения научных задач в области исследования космической радиации. Финальным аккордом смены стала имитация проведения первого сеанса связи со спутником типа «СириусСат» с помощью созданного в ходе смены полностью функционального образца. Школьники должны были, используя компьютер Центра управления полётами (ЦУП), за ограниченное время сеанса — 8 минут — принять по радиоканалу телеметрию и подать необходимый набор команд, чтобы определить скорость вращения спутника, ток зарядки солнечных батарей и другие рабочие параметры.

Логичным продолжением работы было бы широкое включение учащихся в управление спутниками в полёте и в анализ данных,

поступающих с орбиты. Реализовать эти планы, однако, оказалось не просто, поскольку многие участники летних смен в лагере «Сириус» живут не в Москве, причём приходится учитывать, что основное свободное время у учащихся выпускных классов занимает подготовка к поступлению в вуз. Кроме того оказалось, что большинство школьников, участвовавших в проектах, имеют интерес к созданию работающих технических устройств, а не к научной работе, требующей длительного аккуратного анализа. Тем не менее, работа со школьниками с использованием спутников «СириусСат-1» и «СириусСат-2» проводилась после их запуска регулярно. Для повышения знаний учащихся о космическом пространстве и методах исследования космоса сотрудниками НИИЯФ МГУ был проведён ряд лекционно-практических занятий, как в МГУ, так и в других образовательных учреждениях («Кванториум-33» во Владимире, Московский лицей «Вторая школа» и др.). Вот пример программы одного из таких мастер классов, проведённых в течение нескольких дней в университете:

- лекция «частицы в околоземном пространстве»;
- лекция «устройство наноспутников «СириусСат» и их функционирование на орбите»;
- демонстрация подготовки и проведения сеанса связи со спутниками «СириусСат»;
- лекция и практическое занятие «структура данных, поступающих с детектора частиц наноспутников «СириусСат» и управляющие команды, используемые для их получения»;
- практическое занятие «Работа с базой данных, размещённой на сервере космической погоды НИИЯФ МГУ»;
- лекция и практическое занятие «Приёмы анализа научных данных, оценка значимости наблюдаемых эффектов, способы представления результатов».

Учащимся старших классов и студентам могут быть предложены направления для самостоятельной исследовательской работы, которую они могут выполнять под руководством научных сотрудников с использованием данных, доступных на сервере НИИЯФ МГУ. Примеры таких задач:

1) составление карт распределения радиации по географическим и геомагнитным координатам и их сравнение по двум спутникам «СириусСат»;
2) уточнение калибровки полезных нагрузок путём сравнения их показаний с данными других экспериментов: КА «Метеор», «АмурСат» и др.;
3) анализ стабильности потоков частиц в радиационных поясах и на их границе и их вариаций при изменении геомагнитной обстановки;
4) поиск микровсплесков электронов миллисекундной длительности (в более общем виде — определение характеристик быстрой переменности потоков электронов в областях захваченной радиации и на границе радиационных поясов).

Несмотря на то, что динамика поведения релятивистских электронов в околоземном пространстве в последнее время успешно исследовалась учёными на базе различных космических экспериментов, например, с помощью комплекса научной аппаратуры РЭЛЕК на спутнике «Вернов» [3], в этой области остаётся немало белых пятен, обусловленных, в частности, недостаточным количеством измерений, проводимых на очень низких орбитах, а также ограниченным временным разрешением многих мониторинговых приборов.

Анализ данных спутников «СириусСат» стал предметом курсовой работы на тему «Исследование вариаций электронов на околоземной орбите с помощью наноспутников», выполненной одним

из студентов второго курса на кафедре физики космоса физического факультета МГУ. В этой работе с помощью компьютерной программы, написанной студентом, были проанализированы данные, записанные в наиболее подробном режиме — точной записи амплитудно-временных характеристик каждого события в детекторе. Был проанализирован участок измерений, проведённых во время пролёта границы Южно-Атлантической Аномалии и внутренней кромки внешнего радиационного пояса. В работе было показано присутствие быстрой переменности измеряемого потока электронов с характерными временами в диапазоне десятков миллисекунд, причём эта переменность представляет собой не набор отдельных микровсплесков, а носит более сложный характер. Работа ждёт своего продолжения, тем более за несколько месяцев, прошедших после защиты курсовой работы, на Землю были переданы значительные объёмы данных, что позволило сформировать непрерывные временные ряды подробных данных гораздо большей длительности.

Подводя итоги, можно отметить плюсы и минусы использования сверхмалых спутников формата кубсат 1U в научных исследованиях и в образовательных целях. Очевидно, главными плюсами являются относительно низкая стоимость и быстрая реализация космического эксперимента. Например, от начала работы над проектом до запуска в космос в случае спутников «СириусСат» прошло примерно полтора года. К минусам можно отнести очень маленькую пропускную способность канала связи (за сеанс связи в диапазоне ~435 МГц удаётся передать не более 200 Кбайт) и ограничения по мощности аппаратуры (около 1 Вт), а также отсутствие возможности использования заданной ориентации космического аппарата. Эти проблемы могут быть решены при переходе к спутникам большего размера. Ряд компаний разрабатывает платформы в стандарте кубсат 3U, использующие маховики для трёхосной ориентации и радиопередатчики X-диапазона, значительно повышающие информативность. Однако в этом случае значительно возрастает стоимость спутника. Кроме того, отечественные разработки подобных аппаратов на настоящий момент времени ещё не получили лётной квалификации.

Что касается образовательных возможностей, то перечисленные минусы не так существенны и даже в некоторой степени становятся плюсами: студенты и школьники учатся работать с более простой, а, значит, более понятной аппаратурой, при этом они должны научиться учитывать ограниченные возможности наноспутника. Для получения научного результата приходится более аккуратно готовить циклограммы управления спутником и выбирать режимы работы аппаратуры, а при анализе данных необходимо принимать во внимание такие особенности, как наличие сбоев и пробелов в данных, влияние вращения спутника и т. п.

Как показал опыт, школьники, имеющие хорошую физико-математическую подготовку, способны не только понять объяснения инженеров и научных сотрудников, но и самим включиться в работу, приобретая ценные навыки, необходимые самостоятельному исследователю. Некоторые участники работы со спутниками «СириусСат» уже успели поступить в ведущие вузы страны: Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, физический факультет МГУ и др. Пожелаем им, а также их товарищам, успешного использования своих знаний и опыта в новых научных и технических проектах!

Литература

1. Сервер космической погоды НИИЯФ МГУ. URL: http://swx.sinp.msu.ru.
2. *Панасюк М. И.*, *Калмыков Н.Н*, *Ковтюх А. С.* и др. Радиационные условия в космическом пространстве: учеб. пособие. М.: Библион – Рус. кн., 2006.

3. *Мягкова И. Н.*, *Свертилов С. И.*, *Ковтюх А. С.* и др. Динамика потоков электронов в зазоре между радиационными поясами в ноябре – декабре 2014 года по данным ИСЗ «Вернов» // Косм. исслед. 2017. Т. 55. № 1. С. 75–82.

НА КОГО УПАЛО ЯБЛОКО НЬЮТОНА. ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ И РОЖДЕНИЕ ФЕНОМЕНА НАИВНОЙ НАУКИ ДИЛЕТАНТОВ

А. Г. Ваганов

Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН, Москва, e-mail: andrewvag@gmail.com

Можно заметить, что только по-настоящему крупные, глубокие научные концепции часто играют роль триггера психологических эпидемий в обществе. «Опровергатели» и «улучшатели» появляются сразу после Ферма, Ньютона, Дарвина, Менделеева, Эйнштейна, Хокинга... При этом, их «знание» — раз и навсегда установленное, абсолютное во времени и пространстве. По крайней мере, авторы контрнаучных конструкций в этом абсолютно (= наивно) уверены.

Научные же теории (высказывания), — пусть даже и оказавшиеся в дальнейшем ошибочными, — как правило, содержат элемент неопределённости. «Естествознание не претендует быть *готовым* мировоззрением, но оно выступает с сознанием, что работает над созданием мировоззрения в будущем, — отмечал Э. Мах в 1883 г. — Высшая философия естествознания именно в том и заключается, чтобы вынести незавершённое мировоззрение и предпочесть его мировоззрению, с виду завершённому, но недостаточному» [1, с. 390].

И случай с законом всемирного тяготения, сформулированным Исааком Ньютоном впервые в 1687 г. в его труде «Математические начала натуральной философии» (далее — «Начала»), хрестоматийный пример в этом смысле. Дело в том, что передача силового воздействия от тела к телу через пустоту казалась парадоксальной и автору «Начал». Свой *magnum opus* он заключал откровенным признанием: «До сих пор я изъяснял небесные явления и приливы наших морей на основании силы тяготения, но я не указывал причины самого тяготения. <...> Причину же этих свойств силы тяготения я до сих пор не мог вывести из явлений, гипотез же я не измышляю. <...> Довольно того, что тяготение на самом деле существует и действует согласно изложенным нами законам, и вполне достаточно для объяснения всех движений небесных тел и моря» [2, с. 661–662].

Практически с самого момента публикации эта, оставленная Ньютоном неопределённость в Книге III «Начал» — «О системе Мира», обратила на себя внимание европейских учёных. В 1688 г. в журнале французской академии наук «Журналь де Саван» («Журнал учёных») появилась небольшая рецензия на «Математические начала натуральной философии». Предположительно, автором её был один из виднейших французских представителей механицизма, убеждённый последователь декартовской теории вихрей невидимой материи, заполняющей пространство, Пьер-Сильвэн Режи. «Стремясь сделать свой труд насколько возможно совершенным, г-н Ньютон при этом выдал нам только физику, сведя её к своей механике. А философию он создаст только тогда, когда заменит действительными движениями те движения, которые им только предполагаются» [Цит. по: 3, с. 278–279]. То есть, рецензент недоволен тем, что Ньютон, якобы, подменяет математическим описанием («механикой») собственно исследование природы, физику.

С этого момента, и до середины XVIII в., многие учёные высказывали возражения против теории всемирного тяготения. Лейбниц, Гюйгенс, Клеро, Эйлер, Фонтенель, Д. Кассини, И. Бернулли, Ломоносов, Х. Вольф... — самые авторитетные фигуры европейской науки были среди оппонентов Ньютона!

И всё-таки, подчеркнём, это было сугубо научное оппонирование Ньютону. Академик Д. М. Перевощиков в 1843 г. замечал, что

сопротивление ньютоновому закону всемирного тяготения продолжалось, «...пока Мопертюи не образумил своих товарищей (по французской Академии наук — *А. В.*), доказав им необходимость произвести измерения градусов меридиана под экватором и близ полюса» [4, с. 137]. Изменение точки зрения ввиду появления экспериментальных доказательств, не наносило никакого морального или репутационного ущерба. Наоборот — повышало авторитет и статус бывших оппонентов. Подобная научная критика — важнейший элемент всей науки вообще.

Но какова же природа тяготения? Ответить на этот вопрос оказалось чрезвычайно сложно. Хотя формулировка закона всемирного тяготения, предложенная самим Ньютоном, проста и очевидна: «...надо утверждать, что все тела тяготеют друг к другу. <...> Тяготение, направляющееся к любой из планет, обратно пропорционально квадратам расстояний мест до центра её. <...> *Тяготение существует ко всем телам вообще и пропорционально массе каждого из них*» [2, с. 504, 514, 518]. Как заметил российский математик В. А. Успенский, — правда, по поводу попыток «лёгкого» доказательства знаменитой теоремы Ферма, — «Это вам не проблема Пуанкаре...: *всякое компактное односвязное трёхмерное многообразие без края гомеоморфно трёхмерной сфере*» [5, с. 66].

При этом закон всемирного тяготения действительно нагляден и он — очень образный: знаменитое яблоко, упавшее на голову Ньютону (или рядом с ним, когда он сидел в саду, — версии этой баснословной истории разнятся). Сейчас сказали бы, что это был «гениальный PR-ход». Ведь с точки зрения массовой культуры, Ньютону удалось сделать главное — найти образ, который стал наглядным, а потому и запоминающимся, визуальным символом загадочной силы — гравитации. Этот образ и материализовался в падающем яблоке. «Лягушка Гальвани, *подобно яблоку Ньютона*, превратилась в эмблему случая-творца...» [6, с. 155].

«Напрашивается вывод, что Ньютон — благодаря высокому интеллектуальному уровню его работ — способствовал новому профессионализму в науке, так что превратилась в занятие для посвящённых, доступное только элите [...]. На самом деле всё наоборот. С конца XVII столетия новая наука при помощи проповедей и лекций, доступных учебников и драматических диалогов впервые в истории распространялась среди широкой публики. Если она внесла вклад в то, что мир расколдован, то именно благодаря внедрению в среду образованных людей, духовного звания и светских, мужчин и женщин. Настоящей исторической загадкой является не это ослабление веры в ведьм и демонов в XVIII в., а поступательный процесс расколдовывания мира в XIX», — отмечает парадоксальность ситуации профессор Йоркского университета Дэвид Вуттон [7, с. 422].

Яблоко Ньютона визуализировало тяготение. А это значило, кроме всего прочего, что должно было начаться и народное «гравитационное» мифотворчество. Оно и началось.

В 1737 г. крупнейший в XVIII в. знаток искусства, доверенное лицо короля Пруссии Фридриха Великого, итальянец Франческо Альгаротти издал популярный учебник — «Философия сэра Исаака Ньютона, объяснённая для пользы дам». Между прочим, никто иной, как Вольтер, «вскружил голову *блистательному* и *мудрому* Альгаротти до того, что тот написал целое сочинение (довольно забавное, под названием Il Newtonianismo per lDame...» [8, с. 132].

Вольтер в 1738 г. издал небольшой трактат — «Элементы философии Ньютона в доступном для всех изложении». Книга была предназначена для читателя, который «и Ньютона и философию знает лишь по названию».

Эти первые попытки популярного, — а, значит, неизбежно упрощённого, — изложения закона всемирного тяготения и, в целом, научных достижений Ньютона, лишь отражают факт грандиозности того

ментального переворота, который должен был произойти в сознании научного сообщества и в общественном сознании, чтобы в полной мере оценить обобщение, сделанное Ньютоном.

«Здравый смысл» — вещь отнюдь не очевидная и тем более — не объективная *a priory*. Прекрасным воплощением этой народной (= наивной) науки стала книга Джонатана Свифта «Путешествия Гулливера». Заметим, что первое издание её вышло в октябре 1726 г., т.е. именно в тот год, что и последнее прижизненное издание «Математических начал натуральной философии». Собственно, во многих своих страницах книга — это желчная пародия на Лондонское Королевское общество, которое с 1703 г. и до самой смерти в 1727 г. возглавлял Исаак Ньютон. В одном из своих путешествий Гулливер попадает на островок Глаббдробдриб, правитель которого, «благодаря хорошему знанию некромантии, <...> обладает силой вызывать по своему желанию мёртвых и заставлять их служить себе в течение двадцати четырёх часов, но не дольше...» [9, с. 397].

Гулливер, естественно, в полной мере воспользовался этим обстоятельством. В том числе, и для того, чтобы поспорить и уязвить Ньютона. «...Я попросил правителя вызвать Декарта и Гассенди, которым предложил изложить Аристотелю их системы. Этот великий философ откровенно признал свои ошибки в естественной философии, потому что во многих случаях его рассуждения были основаны на догадках, как это приходится делать всем людям; и он высказал предположение, что Гассенди, разработавший в современном вкусе учение Эпикура, и Декарт с его теорией вихрей будут одинаково отвергнуты потомством. Он предсказал ту же участь теории тяготения, которую с таким рвением отстаивают современные учёные. При этом он заметил, что новые системы природы, подобно новой моде, меняются с каждым поколением и что даже тот, кто пытается доказать их математическим методом, успевает в этом не надолго и выходит из моды, когда наступают назначенные судьбой сроки» [9, с. 397, 408–409].

И всё-таки Свифт явно преувеличивает распространённость идей Ньютона в первой половине XVIII в. «...В продолжение целого полустолетия, из всех Европейских Геометров только двое начинали понимать достоинство Ньютонова учения, — Мопертюи и Бугер; но, не прибавив ничего к сему учению, они не смогли сделать его господствующим: они справедливо считали тяготение общим законом Природы, но не умели приложить его к явлениям» [4, с. 163].

Этот пробел и начала заполнять народная «наука». Все предпосылки к этому уже имелись.

Оценить количественно, — пусть приблизительно, — «мощность» потока антиньютоновских трактатов проблематично, если вообще возможно. Однако, «оконтурить» территорию этого материка вполне реально — по косвенным свидетельствам. В любом случае, совершенно очевидно, что этот поток «опровергателей» и «улучшателей» закона всемирного тяготения никогда не прерывался. Так, Д. Вуттон, подчёркивает: «Существуют ли картезианцы сегодня? В 1980 г. в Монреале мне вручили брошюру, в которой отрицалась теория притяжения Ньютона и защищалась модифицированная картезианская теория. Вероятно, существуют» [7, с. 326]. А его российский коллега, ведущий научный сотрудник Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова А. Н. Петров, разбирая одну из первых теорий корпускулярной гравитации Жоржа-Луи Ле Сажа (1724–1803), приходит к выводу: «...Периодически появляются новые работы, развивающие корпускулярную теорию, видимо, из-за наглядности и простоты. Возможной причиной внимания является отсутствие теории тяготения на микроуровне» [10, с. 61].

Между тем, к середине XIX века, когда уже появились переводы «Начал» на английский (1727), французский (1759), немецкий языки

(1781), начинает подспудно накапливаться потенциал наивного (= народного) «антиньютонианства». Теперь это уже не оппоненты-учёные и не просвещённые дилетанты, а именно «наивные» дилетанты. В это время появляются оригинальные переводы некоторых отрывков из «Начал» на русский язык. Так, Д. М. Перевощиков, приводит в русском переводе обширные куски из второго (1713) и третьего (1726) изданий «Начал», выходивших на латыни [4, 11]. В 1890 г. выходит книга математика и популяризатора науки Н. Н. Маракуева «Ньютон, его жизнь и труды». В предисловии он отмечает: «...новое издание увеличено двумя приложениями, из которых 1-ое содержит перевод „*Определений*“ и „*Законов движения*“, составляющих введение в Principia; 2-ое, первоначальные наброски метода флюкционнаго метода, есть перевод перваго отделения первой книги Принципий, трактующей „*О движении тел*“. *Эти переводы являются в первый раз на русском языке*. Мы желали оказать ими содействие тем молодым людям, которые пожелали-бы узнать основы динамики и дифференциальнаго исчисления из их безсмертнаго первоисточника» [12, с. III]. 1915–1916 гг. — появляется грандиозный, образцовый перевод «Начал», сделанный академиком А. Н. Крыловым [13].

И сразу — «вспышка» антиньютонианства, «наивной» дилетантской науки. Чрезвычайно любопытен в этом отношении, возможно первый документ рождения дилетантской контрнауки на почве антиньютонизма в России. Это — брошюра некоего В. Э. Фельзенмайера. В ней уже присутствуют все родовые признаки подобного рода литературы. В том числе, и мотив, который стал просто классикой жанра «Анти-Ньютон»: «...упомянутое явление (движение планет по круговым орбитам — *А. В.*) есть просто частный случай каждого тела в отдельности, проявляющийся только при известных к тому условиях. Всемирнаго же тяготения — совсем не существует» [14, с. 23–24].

Эта уверенность, что столь просто и ясно сформулированный физический закон должен иметь такое же простое, ясное и доступное для понимания *всех* доказательство, или, наоборот, столь же легко может быть опровергнут, — главный жанровый признак антиньютоновских мемуаров. Всё это говорит об универсальности самого феномена *антинауки*.

Отметим одну интересную видовую особенность антиньютонианства, появившуюся в начале XX в. Разработка Альбертом Эйнштейном специальной (1905) и общей теории относительности (1915–1916) стала своеобразным катализатором для «наивных» дилетантов. Причём тут мы сталкиваемся со своеобразной дизрупцией («расщеплением») в рядах опровергателей: одни критики теории относительности Эйнштейна призывают вернуться к физически понятному и наглядному закону всемирного тяготения Ньютона; другие, вместе с теорией относительности отвергают и закон всемирного тяготения. Почти весь XX в., и в XXI в. тоже, эти два мотива очень тесно переплетены в их опусах: отвергаешь Эйнштейна — отвергай/поддерживай Ньютона [15].

В России/СССР в первую половину XX в., как бы, наложились и существовали параллельно два потока антиньютонианства: учёные-дилетанты и представители наивной дилетантской науки. После первого ментального шока учёных в конце XVII — первой половине XVIII вв., неожиданно, повторился его «рецидив» в первой половине XX в. уже в России/СССР. Опять же, это было связано с тем, что, несмотря на простоту формулировки и свою наглядность, закон всемирного тяготения оставлял пространство для споров о *природе* сил тяготения. Характерный пример такого учёного дилетантизма — книга З. А. Цейтлина. Задачу своей билингвы «Физико-химическая механика космических тел» З. А. Цейтлин формулирует так: «Г. Л. Лесаж (G. L. Lesage) <...> выдвинул для объяснения природы всемирного тяготения гипотезу наполняющих космическое пространство чрезвычайно малых „ультрамировых“ частиц, которые пронизывают

материальные массы, двигаясь по всем направлениям с громадными скоростями. <...> Для развиваемой ниже теории такая конкретизация гипотезы Лесажа – Томсона не является, однако, обязательной. Достаточно лишь предполагать, что всемирное тяготение обусловлено космическими световыми волнами чрезвычайно высокой частоты безотносительно к физической и геометрической структурам этих волн.

Настоящая работа представляет собой попытку установления связи между геометрической и кинематической структурами и физико-химической природой космических тел и систем» [16, с. 10–11].

И всё-таки, начиная со второй половины XX в., феномен, который мы назвали «Анти-Ньютон», становится почти исключительно принадлежностью представителей «наивной» народной науки. «*Ты не прав*, *Ньютон!..*» (1990); *Марков М. И.* Христос, Ньютон и современная наука (2007)... — типичные названия произведений наивной науки дилетантов, изданных типографским способом.

Как это ни парадоксально, но феномен антинауки (не путать с антисциентизмом) можно рассматривать как своеобразный критерий истинности научной теории. К сугубо умо*зрительным*, явно спекулятивным высказываниям (теориям) — претензий такого же, контрнаучного, дилетантского плана не бывает. Именно потому, что спекуляции объясняют всё и окончательно. С ними не спорят, не пытаются опровергать или улучшать другие такие же наивные дилетанты (часто — с учёными степенями): они просто воздвигают всё новые и новые контрнаучные конструкции. То есть, контрнаука не имеет своей истории; субъекты, творящие контрнауку, всё время вписывают свои «творения» в некую *tabula rasa*, работают с чистого листа. Наивная наука беспамятна.

Наивные дилетанты — это оставшиеся на берегу обитатели давно ушедших под воду «материков» естественно-научного знания времён Декарта, а то и Эпикура. «Наивные» повторяют ранние стадии развития науки (как плод в эмбриогенезе повторяет филогенез, эволюцию всего вида). И, увы, в силу какого-то «генетического» дефекта застревают на этой стадии.

Литература

1. *Мах Э.* Механика. Историко-критический очерк ея развития / пер. с нем. Г. А. Котляра; под ред. проф. Н. А. Гезехуса. СПб.: Общественная польза, 1909. 448 с.
2. Собрание трудов академика А. Н. Крылова. Т. VII, Ис. Ньютон. Математические начала натуральной философии / пер. с лат. с прим. и пояснениями А. Н. Крылова. М.; Л.: Изд-во Акад. Наук СССР, 1936. 696 с.
3. *Деар П.*, *Шейпин С.* Научная революция как событие / пер. с англ. А. Маркова. М.: Новое литературное обозрение, 2015. 576 с. (Серия «История науки»).
4. *Перевощиков Д.* Последователи и противники Ньютонова учения (Отрывок из истории тяготения) // Журн. М-ва народного просвещения. Санктпетербург: в типографии Императорской Академии Наук. Сентябрь, 1843. С. 131–164.
5. *Успенский В. А.* Апология математики: сб. ст. 2-е изд., испр. СПб.: Амфора. ТИД Амфора, 2012. 554 с. (Серия «Новая Эфрика»).
6. *Витковски Н.* Сентиментальная история науки / пер. с фр. Д. Баюка. М.: КоЛибри, 2007. 448 с. (Мелкоскоп).
7. *Вуттон Д.* Изобретение науки: Новая история научной революции / пер. с англ. Ю. Гольдберга. М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2018. 656 с.
8. *Ремюза П.* Ньютон, его жизнь, сочинения и открытия // Отечественные записки, учено-литературный журнал. Т. CXII. Санктпетербург, 1857. 131 с.
9. *Свифт Дж.* Путешествия Гулливера / пер. с англ.; под ред. А. Франковского. М.: Гос. изд-во художеств. лит., 1947. 562 с.
10. *Петров А. Н.* Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор. Фрязино: «Век-2», 2013. 320 с.

11. *Перевощиков Д.* Открытия Ньютона (Отрывок из истории тяготения) // Журн. М-ва народного просвещения. Ч. XXXII. Отд. II. Санктпетербург: в типографии Императорской Академии Наук, 1841. С. 1–69.
12. *Маракуев Н. Н.* Ньютон, его жизнь и труды. 2-е изд., испр. и значит. доп. М.: «Народная библиотека» В. Н. Маракуева, 1890. VIII + 207 с.
13. *Ис. Ньютон.* Математические начала натуральной философии // Изв. Николаевской морской академии. Вып. IV. Петроград, 1915. С. 1–276; Вып. V, Петроград, 1916. С. 277–592 (сквозная нумерация томов). Чертежи: Л. с 24 по 38-й / пер. с лат. с пояснениями и примечаниями Флота Генерал-Лейтенанта А. Н. Крылова.
14. *Фельзенмайер В. Э.* Как появилось вещество и что оно такое. Доказательство несостоятельности закона Ньютона и что такое есть тяготение. Кн. I и II. СПб.: Типография И. В. Леонтьева. 1910. 48 с.
15. *Брусин Л. Д.*, *Брусин С. Д.* Иллюзия Эйнштейна и реальность Ньютона. (Фундаментальные основы физики). 2-е изд. М., 1993. 88 с.; *Марков М. И.* Христос, Ньютон и современная наука: Картина мира и человек. СПб., 2007. 87 с.
16. *Цейтлин З. А.* Физико-химическая механика космических тел и систем (= La Mecanique physico-chimique des corps et des systemes cosmiques) (фр.) М.; Л.: Объединенное научно-технич. изд-во НКТП СССР. Гл. редакция технико-теор. лит. 1937. 131 с.

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ШКОЛЬНИКОВ В ДОМЕ ДЕТСКОГО ТВОРЧЕСТВА ГОРОДСКОГО ОКРУГА ЗВЕНИГОРОД

А. А. Вибе

Дом детского творчества городского округа Звенигород,
e-mail: awiebe@mail.ru

С 2010 г. в Доме детского творчества городского округа Звенигорода работает астрономический кружок для школьников 1–8-х классов. Занятия проводятся по дополнительным общеразвивающим программам «Звездочёт» (72 часа) и «Астрономия» (216 часов).

Младшие школьники (1–3-й класс) знакомятся с астрономией и космонавтикой в объединении «Звездочёт». Теоретическая часть занятий включает тематическую лекцию (компьютерная презентация), демонстрацию видеофильма и простейших физических опытов и экспериментов по изучаемой теме. На практической части занятия полученные знания закрепляются при помощи рисования, лепки из пластилина и аппликации астрономических объектов и явлений по пройденной теме, а также наблюдений астрономических объектов (Солнца, Луны, планет, звёзд, созвездий) с помощью любительского телескопа на площадке Дома детского творчества. Разнообразные настольные и дидактические игры, мозаики астрономических объектов и явлений, астрономические загадки и викторины делают занятие разнообразными, познавательными и увлекательными.

В объединении «Астрономия» школьники 4–8-го классов на протяжении двух лет тесно погружаются в астрономию и подробно знакомятся с космонавтикой. Теоретическая часть занятий также даётся в виде лекции-презентации и тематических видеофильмов. Закрепляется пройденный материал демонстрацией физических опытов и экспериментов, изготовлением тематических плакатов, поделок, рисунков, объёмных моделей (планет и космических аппаратов) по готовым развёрткам и др. Особенно следует отметить работу в тетрадях для практических работ (отгадывание кроссвордов, головоломок и ребусов, решение астрономических задач). Эти тетради представляют собой уникальный методический материал, разработанный под образовательную программу, который показал высокие результаты обучения. В качестве учебно-исследовательских работ обучающиеся выполняют такие несложные задания как, например, выявление влияния солнечной активности на магнитное поле Земли, или определение зависимости яркости кометы Хейла – Боппа от расстояния до Солнца и до Земли, или изучение изменения интенсивности метеорного потока Персеиды и др., которые представляют в виде докладов на городской конференции «Астрокосмос», Открытой юношеской реферативно-практической астрономической конференции Московского региона «Веговские чтения» и на конференции Всероссийского форума научной молодёжи «Шаг в будущее», где получают высокие призовые места.

Разнообразные формы занятий в астрономических объединениях Дома детского творчества Звенигорода в массе своей базируются на интеллектуальных играх. Самые элементарные дидактические игры (например, мозаика астрономических картинок «Вращение звёздного неба», «Планеты» и др.) на стадии вхождения в образовательный процесс становятся необходимым элементом познания, запоминания, развития воображения, умения видеть целое из несвязанных кусочков и знакомства с фотографическими изображениями астрономических объектов и явлений. В первой половине учебного года, когда обучающиеся ещё не познакомились со всеми терминами, понятиями и названиями астрономических объектов и явлений, можно посоревноваться в отгадывании астрономических загадок,

которые становятся как бы переходной ступенькой от незнания к знанию, при этом ребята учатся извлекать информацию из ограниченных данных. «Загадочное» занятие первый раз проводится устно, в последующие разы переходит в разряд игры-контрольной и проводится уже письменно, чтобы видеть работу каждого человека. Такие занятия пользуются большим уважением и спросом.

Играми-проверками для закрепления пройденного материала служат тематические головоломки, кроссворды, ребусы и тесты (например, «Малые тела Солнечной системы»), настольная игра «мемо» (найти парные картинки, например, «Планеты»), домино (например, «Созвездия») и пр. В качестве контроля используются викторины и подвижные игры-соревнования. Все викторины являются тематическими (например, викторины «Астрономические инструменты» или «Объекты далёкого космоса») и проводятся при завершении раздела программы. Они составлены в виде 20 вопросов, требующих краткого однозначного ответа (например, викторина «Объекты Солнечной системы») и выстроены по принципу «от простого к сложному»: первые викторины простые, к концу учебного года — сложные. Астрономические викторины разнообразны: есть викторины, в которых показывается картинка (фотография, схема, рисунок), и на неё надо дать односложный ответ (название или термин, например, викторина «Что видно на Солнце?»), а в викторинах-задачах необходимо подумать и сформулировать краткий и точный ответ. Викторины на сообразительность и ассоциации (даны «буквальные» картинки-шарады, которые нужно «превратить» в астрономические термины, названия объектов и пр.), викторины, расширяющие кругозор (например, викторина «Астрономические термины», в которой нужно знать, как переводятся на русский язык те или иные астрономические термины) и многие другие оказываются наиболее привлекательными и занимательными. При этом викторины проводятся письменно, так как именно такой вариант оказывается самым интересным и эффективным. Каждый ребёнок самостоятельно мыслит, сразу же проверяет ответ и сам оценивает свою сообразительность и свой прогресс. Результат таких викторин — понимание частностей, собирание всех знаний в единую систему, заполнение пробелов, понимание явлений во взаимосвязи и в целом.

Ближе к концу учебного года ребята имеют большой опыт участия в викторинах и определённый багаж знаний, тогда им предлагаются сложные командные викторины-соревнования совместно с другими кружками, например, викторина «Литературный звездопад» (найти ошибку в астрономическом описании из литературных произведений) с юными журналистами, викторина «Живописный звездопад» (астрономические загадки в картинах художников) с юными художниками из изостудии, или викторина «Космический звездопад» (фотозагадки по космонавтике) совместно с ребятами из авиамодельного кружка.

В качестве итоговых мероприятий проводятся интеллектуальная подвижная игра «Космоискатель», посвящённая Дню космонавтики, и совместный фотокросс «Стоп-кадр». В них ребята делятся на две команды и им нужно выполнить астрономические задания (собрать созвездие, определить высоту точки над горизонтом с помощью астролябии, отгадать кроссворд, найти кратер на глобусе Луны, вычислить космодром по координатам и т. д.) или фотографические (сделать художественную фотографию, пейзаж и портрет). Все задания оцениваются самими обучающимися в баллах, команда-победитель получает грамоту и призы. В результате ребята приобретают опыт выполнения задания в строгих временных рамках, учатся действовать единой командой, помогать друг другу и объективно оценивать свою и чужую работу.

Наблюдательная часть занятий также строится по игровому принципу: кто первый найдёт Полярную звезду, кто самостоятельно

наведётся на Луну, кто больше всех насчитает пятен на Солнце и т. д. Такой игровой подход сильно отличается от обычных учебных занятий в школе, поэтому обучающиеся активно принимают все виды игр, а соревновательные элементы и поощрения лучших только подстёгивают их желание разобраться в сложных астрономических знаниях.

С целью повышения интереса детей к астрономии и космонавтике Дом детского творчества организует и проводит ежегодную Городскую научно-практическую конференцию для младших школьников «Астрокосмос», на которую приглашаются школьники 1–4-х классов средних школ Звенигорода, Православной гимназии им. преп. Саввы Сторожевского и Дома детского творчества. Конференция предусматривает две номинации: рисунок и доклад на одну из предложенных тем («Астрономические явления на земном небе», «Солнечная система и её объекты», «Объекты далёкого космоса», «Космонавтика»). Доклады выполняются в виде реферата (по темам) или практической работы по астрономии или по космонавтике. Компетентное жюри, в котором традиционно работают учёные-астрономы из Института астрономии РАН и учителя городских школ, оценивает в докладе полноту раскрытия выбранной темы реферата, интересное представление, оформление и сопроводительный материал, новизну практической работы, а в рисунках обращает внимание на соответствие выбранной теме, правильность изображения с точки зрения астрономии или космонавтики и на художественно-эстетическое исполнение рисунка. Конференция проводится с 2011 г. и пользуется неизменным успехом у школьников благодаря высокому уровню и непростым требованиям к выполнению рефератов и практических работ.

Интерактивная выставка рисунков «Космическая заря» проводится в Доме детского творчества с целью познакомить ребят с началом космической эры и вкладом нашей страны в освоение космоса, воодушевить идеей космических полётов, привить чувство гордости за свою страну. Выставка является отборочным этапом к Городскому конкурсу рисунков «Космическая заря», посвящённому Дню космонавтики. На выставке представляются лучшие работы обучающихся различных объединений Дома детского творчества. Выставка является интерактивной: проголосовать за достойную работу могут все желающие. Для этого дети, родители и педагоги наклеивают звёздочку на любой понравившийся рисунок, но только один раз и не на свою работу. Десять рисунков, набравших большинство звёздочек, примут участие в Городском конкурсе «Космическая заря».

Ежегодный Городской конкурс детского рисунка «Космическая заря», посвящённый Дню космонавтики, проводится с целью широкого привлечения детей к проблемам космонавтики и исследования Солнечной системы с помощью космических аппаратов. Тематика конкурса посвящена теме прошлого, настоящего или будущего космонавтики. В конкурсе принимают участие все муниципальные образовательные учреждения (детские сады, школы, Православная гимназия, Дом детского творчества). Работы оценивает жюри, в которое входят педагоги Дома детского творчества, учителя школ и сотрудники Института астрономии РАН.

Проектную деятельность астрономический кружок осуществляет, в основном, совместно с другими объединениями Дома детского творчества. Например, совместный творческий проект «Горизонтальные солнечные часы на площадке Дома детского творчества городского округа Звенигород», выполненный обучающимися объединения «Астрономия» и художественной керамики «Сирин», представляет собой изготовление горизонтальных солнечных часов на площадке Дома детского творчества Звенигорода средствами керамики и использование астрономического инструмента для проведения астрономических наблюдений. В совместной творческой работе дети

и педагоги посредством разных видов деятельности (научной, проектной и декоративно-прикладной) познакомились с разнообразием видов, назначением и устройством солнечных часов. Сегодня горизонтальные солнечные Дома детского творчества часы используются в процессе обучения для демонстрации и объяснения происходящих небесных явлений и при проведении массовых экскурсионных и образовательных мероприятий с учащимися школ города, жителями и гостями Звенигорода.

Специально для Звенигородской астрономической обсерватории Института астрономии Российской академии наук (ИНАСАН) объединения «Астрономия» и студия художественной керамики «Сирин» Дома детского творчества Звенигорода разработали и изготовили циферблат горизонтальных солнечных часов в рамках совместного творческого проекта «Солнечные часы на Звенигородской астрономической обсерватории». Горизонтальные солнечные часы используются как астрономический инструмент при проведении наблюдательных и практических занятий со студентами и аспирантами Института астрономии РАН. Также работа горизонтальных солнечных часов демонстрируется во время экскурсий на Фестивале «Дни открытых дверей на Звенигородской астрономической обсерватории» и во время массовых образовательных мероприятий со школьниками.

Совместный творческий проект «Дни космонавтики в Звенигороде», посвящённый Дню космонавтики, включает в себя несколько мероприятий разных объединений Дома детского творчества Звенигорода, проводимых ежегодно в апреле с целью показать обучающимся перспективы развития космической отрасли, воодушевить идеей освоения космоса, познакомить с профессией космонавта и конструктора и патриотического воспитания обучающихся. Это выставка коллективных работ «Астрономическое небо» объединения «Астрономия», посвящённая запуску первого искусственного спутника Земли, интерактивная выставка детского рисунка «Космическая заря», ежегодный Городской конкурс детского рисунка «Космическая заря», посещение планетария, совместная викторина «Космический звездопад», интеллектуальная игра «Космоискатель», мастер-классы «Космонавтика» для дошкольных объединений, показательные выступления «Авиашоу» авиамодельных объединений и шахматный турнир «Пегас». Проект является уникальным в городе Звенигороде, поэтому привлекает к себе внимание не только детей, но и взрослых, неравнодушных к проблемам развития космонавтики и покорения Солнечной системы, и всегда находит отклик в их сердцах.

С целью тесного знакомства обучающихся с профессией учёного-астронома в Доме детского творчества реализуется проект «Профессия — астроном». Задачи проекта: показать работу профессиональных учёных и современные возможности профессии, повысить значимость и культуру образовательного процесса в объединении, воспитать ответственное отношение обучающихся к занятиям, научить делать осознанный выбор будущей профессии. В рамках проекта проводятся мероприятия: тематические лекции профессиональных астрономов на занятиях, ежегодная Городская научно-практическая конференция для младших школьников «Астрокосмос» с жюри из учёных-астрономов, наблюдения на Звенигородской астрономической обсерватории, экскурсия и беседа с учёными «5 вопросов астроному».

Совместно с Институтом астрономии РАН астрономический кружок Дома детского творчества Звенигорода организует и проводит ежегодный Фестиваль «Дни открытых дверей на Звенигородской астрономической обсерватории», посвящённый весеннему и осеннему равноденствию, с целью популяризации науки и просвещения общественности. Два раза в год во время экскурсий по обсерватории

посетители знакомятся с профессиональными астрономическими инструментами, их назначением и работой. По горизонтальным солнечным часам, изготовленным обучающимися Дома детского творчества, экскурсанты определяют истинное солнечное время и узнают, почему оно отличается от времени, которое показывают наши часы. Во время астрономических наблюдений посетители могут посмотреть в любительские телескопы на Солнце, Луну, планеты, скопления звёзд, галактики, туманности, рассмотреть созвездия. На популярных лекциях все желающие узнают много интересного и необычного о Солнце и Луне, самые свежие новости об исследованиях Солнечной системы, о далёких и близких космических объектах и знакомятся с научным описанием прошлого и будущего Вселенной.

Разнообразное построение занятий, использование игровых методик в обучении и различные мероприятия в Доме детского творчества открывают новые возможности для распространения астрономических знаний среди детей младшего и среднего школьного возраста. А занимательные способы и подходы, применяемые в работе астрономических кружков, и разработанные методические материалы, предложения и рекомендации по проведению занятий, способствуют формированию и развитию у школьников устойчивого интереса к астрономии, что поможет им в изучении обязательного школьного предмета в старших классах. Разработка дальнейших, более разнообразных способов проведения занятий с активным применением в образовательном процессе информационных технологий, а также с помощью сетевого взаимодействия с профильными астрономическими учреждениями, способно кардинально изменить процесс обучения, сформировать и развить интерес к школьному предмету астрономии и повысить мотивацию обучающихся к более глубокому изучению такой интересной науки астрономии.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БОРТОВЫХ АНТЕННЫХ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Э. В. Гаджиев, А. Г. Генералов, М. Р. Салихов

АО «Научно-исследовательский институт электромеханики» (АО «НИИЭМ»), e-mail: otd24@niiem.ru

Введение

Обеспечение обмена информацией между космическим аппаратом (КА) и наземными пунктами управления является одной из главных задач. От качества и непрерывности сеансов связи КА с наземными службами зависит выполнение возложенной целевой задачи на КА [1].

К бортовым антенно-фидерным устройствам (АФУ) КА предъявляются весьма жёсткие требования в виду того, что данный класс антенн обладает спецификой [2], которая заключается:

- в определённом месте установки антенн на поверхности КА;
- во влиянии корпуса самого КА и целевой аппаратуры на характеристики направленности бортовой антенны (коэффициент стоячей волны (КСВ), диаграмма направленности (ДН), коэффициент усиления (КУ) и др.), которое приводит к их ухудшению;
- во влиянии космического пространства, которое снижает работоспособность бортовых антенн (радиационное излучение, резкий перепад температур при движении КА по целевой орбите и т. д.);
- во влиянии условий запуска КА, так как при запуске бортовые антенны подвергаются жёстким механическим нагрузкам (вибрация, удары).

В настоящее время помимо указанных выше требований также предъявляются требования и по массогабаритным показателям бортовых АФУ. Данные требования обусловлены следующим фактором.

Существенно изменились приоритеты в разработке самих КА. Видимое преимущество по ряду направлений космической деятельности получило создание малых КА по сравнению с крупногабаритными и тяжёлыми КА [3–10].

Учитывая явные преимущества применения малых КА, ведущие отечественные и зарубежные предприятия активно освоили разработку и внедрение малых КА. Данный процесс в настоящее время приобретает всё большую силу, а тенденция разработок малых КА сводится к значительному уменьшению стартовой массы (100 кг и меньше).

Состояние и перспективы развития бортовых антенных систем КА

Активный процесс миниатюризации космической техники неизбежно привёл и к миниатюризации всех бортовых систем и комплексов КА, в том числе и бортовых АФУ [11].

Традиционно, в качестве бортовых АФУ КА используют различные типы антенн:

- спиральные,
- вибраторные,
- рупорные,
- волноводы и др. [12].

Однако при разработке антенной системы для малых КА необходимо учитывать следующие факторы.

Так как площадь поверхности КА предназначенной для установки всей бортовой целевой аппаратуры, в том числе и АФУ, как правило, составляет примерно от 0,01 до 1 м (в зависимости от габаритов самого КА), то необходимо использовать такой тип антенн, который удачно размещался бы на такой поверхности.

Несмотря на современную тенденцию, которая заключается в использовании высокочастотных бортовых антенн (2,4; 5; 8,2; 10; 25,6 ГГц), в настоящий момент существует острая потребность в миниатюрных антеннах метрового и дециметрового диапазонов (145; 435 МГц), т.е. ультракоротковолновый (УКВ) диапазон. Этот факт обусловлен тем, что ввиду доступности данного диапазона для потребителя (особенно при построении антенн для научных комплексов и систем, радиолюбительских систем и т.д.), этот диапазон активно применяется как на борту малых КА, так и в наземных пунктах приёма.

В ходе анализа существующих вариантов построения антенных систем КА [13], выявлено, что указанные ранее типы бортовых антенн КА обладают целым рядом недостатков, которые заключаются в следующем. При традиционном подходе к построению антенн УКВ-диапазона они обладают большими массогабаритными показателями, выступающей конфигурацией, что в свою очередь не позволяет размещать их под обтекателем ракетоносителя без трансформации. А для выведения антенны в рабочее положение требуются дополнительные устройства и механизмы (устройства зачековки, пироболты, механизмы выдвижения и т.д.).

Данный подход к построения антенной системы сложен, снижает надёжность, требует дополнительных наземных испытаний, повышает стоимость и т.д.

Класс микрополосковых (печатных) антенн соответствует предъявляемым требованиям по массогабаритным показателям к антеннам малых КА, обладает невыступающей конфигурации, надёжной и простой конструкцией, низкой стоимостью изготовления и т.д. [14–15]. Приведённые преимущества достигаются за счёт применения печатных технологий при изготовлении таких антенн. Тем не менее, при разработке УКВ-микрополосковых антенн, необходимо обеспечить миниатюризацию массогабаритных показателей антенны в зависимости от отведённой площади для установки на поверхности малого КА.

Заключение

В работе представлено состояние и перспективы развития бортовых АФУ КА. В качестве одно из вариантов построения антенной системы класса малых КА предложено применения микрополосковых (печатных) антенн. Проведены работы по разработке миниатюрных бортовых антенн [16–18].

Таким образом, разработка малогабаритной, невыступающей, надёжной, высокотехнологичной антенной системы для малых КА является современной, актуальной задачей [19].

Литература

1. *Пригода Б.А.*, *Кокунько В.С.* Антенны летательных аппаратов. М.: Воениздат, 1964. 120 с.
2. *Бочаров В.С.*, *Генералов А.Г.*, *Гаджиев Э.В.* Особенности бортовых антенно-фидерных устройств космических аппаратов // Материалы научно-технич. семинара «Перспективы развития антенно-фидерных устройств летательных аппаратов». Истра: ОАО НИИЭМ, 2013. С. 55–58.
3. *Макриденко Л.А.*, *Боярчук К.А.* Микроспутники. Тенденция развития. Особенности рынка и социальное значение // Вопросы электромеханики. Тр. ВНИИЭМ. 2005. Т. 102. С. 12–27.
4. *Севастьянов Н.Н.*, *Бранец В.Н.*, *Панченко В.А.*, *Казинский Н.В.*, *Кондранин Т.В.*, *Негодяев С.С.* Анализ современных возможностей создания

малых космических аппаратов для дистанционного зондирования Земли // Сборник статей МФТИ. 2009. Т. 1. № 3. С. 14–22.
5. *Гершензон В.*, *Карпенко С.* Малые спутники — провокация или перспективное направление? // Экология и жизнь. 2011. Т. 12(121). С. 51–57.
6. *Овчинников М. Ю.* Малые мира сего // Журн. «Компьютера». 2007. № 15. С. 37–43.
7. *Волков С. Н.*, *Макриденко Л. А.*, *Ходненко В. П.* Малые космические аппараты НПП ВНИИЭМ. От концепции до воплощения в «металле» // Вопросы электромеханики. Тр. НПП ВНИИЭМ. 2011. Т. 121. № 2. С. 3–8.
8. *Макриденко Л. А.*, *Шустов Б. М.* Перспективные спутники ВНИИЭМ — новая ступень в развитии орбитальной космической техники // Российский космос. 2011 № 2(62). С. 20–25.
9. *Макриденко Л. А.*, *Волков С. Н.*, *Ходненко В. П.*, *Золотой С. А.* Концептуальные вопросы создания и применения малых космических аппаратов // Вопросы электромеханики. Тр. НПП ВНИИЭМ. 2010. Т. 114. № 1. С. 15–26.
10. *Зинченко О. Н.* Малые оптические спутники ДЗЗ. 2011. URL: http://www.racurs.ru/www_download/ articles/Micro_Satellites.pdf/.
11. *Бочаров В. С.*, *Генералов А. Г.*, *Гаджиев Э. В.* Миниатюризация бортовых антенно-фидерных устройств космических аппаратов // Материалы научно-технич. семинара «Перспективы развития антенно-фидерных устройств летательных аппаратов». Истра: ОАО НИИЭМ, 2013. С. 51–54.
12. *Бочаров В. С.*, *Генералов А. Г.*, *Гаджиев Э. В.* Пути построения малогабаритных, невыступающих бортовых антенных систем малых космических аппаратов // Сб. тр. конф. «Радиофизические методы в дистанционном зондировании сред». Науч. совет РАН по распространению радиоволн. Муром, 2014. С. 114–118.
13. *Гаджиев Э. В.* Пути построения малогабаритных, невыступающих бортовых антенно-фидерных систем космических аппаратов // Тр. МАИ. 2014. № 76. С. 13. URL: http://trudymai.ru/published.php?ID=50113/.
14. *Панченко Б. А.*, *Нефёдов Е. И.* Микрополосковые антенны. М.: Радио и связь, 1986. 144 с.
15. *Чебышев В. В.* Микрополосковые антенны в многослойных средах. М.: Радиотехника, 2007. 160 с.
16. *Бочаров В. С.*, *Генералов А. Г.*, *Гаджиев Э. В.* Миниатюризация антенной системы космического аппарата «Ионосфера» // Антенны. 2015. № 3(214). С. 32–38.
17. *Генералов А. Г.*, *Гаджиев Э. В.* Миниатюрные бортовые антенны. Вопросы электромеханики // Вопросы электромеханики. Тр. ВНИИЭМ. 2017. Т. 159. № 4. С. 31–41.
18. *Генералов А. Г.*, *Гаджиев Э. В.* Миниатюрные антенны для малых космических аппаратов CubeSat // Сибир. журн. науки и технологий. 2018. № 19. Т. 2. С. 259–270. DOI: 10.31772/2587-6066-2018-19-2-259–270.
19. *Генералов А. Г.*, *Гаджиев Э. В.* Концепция построения миниатюрной антенной системы для класса малых космических аппаратов // Материалы докл. Международной научно-практич. конф. «Электронные средства и системы управления»: в 2 ч. Ч. 1. Томск: В-Спектр, 2018. С. 71–74.

К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ ОБУЧЕНИЯ СТАРШЕКЛАССНИКОВ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКЕ

Э. В. Гаджиев[1,2], И. С. Юрьев[1], О. В. Жукова[2], М. Б. Шуплякова[2], Е. С. Кулькина[2]

[1] Научно-исследовательский институт электромеханики (АО «НИИЭМ»)

[2] Глебовская средняя общеобразовательная школа (МОУ «Глебовская СОШ»), e-mail: gadzhiev_elchin@mail.ru

Человечество начало осваивать космическое пространство с 1957 г., когда СССР вывел первый искусственный спутник Земли. С того момента уже прошло более полувека и освоение космоса шагнуло далеко вперёд. На сегодняшний день уже невозможно представить современное технологическое общество без использования сведений и данных с метеорологических, связных, навигационных, телекоммуникационных и других спутниковых систем и комплексов. При этом очевидно, что развитие космической индустрии продолжится активными темпами и в дальнейшем, причём всё больше и больше стран вступают в клуб «космических держав».

Однако, учитывая сложившуюся ситуацию в части острой нехватки кадров на предприятиях космической отрасли, необходимо своевременно реагировать по вопросу подготовки и пополнения кадрового персонала предприятий.

Учитывая современные реалии, работу в этом направлении необходимо вести не со студентами старших курсов, а уже со школьной скамьи.

На взгляд коллектива авторов данной работы, более продуктивным является союз трёх сторон подготовки школьников для работы в космической отрасли, а именно:

- школа,
- предприятие,
- вуз.

Такое сочетание позволит на ранней стадии обучения (8—11-й классы школы) привлечь интерес к данному направлению у учащихся, а дальнейшее обучение в вузе в совокупности с тесным сотрудничеством со стороны предприятия поможет лишь закрепить интерес к выбранной профессии у студента.

В Московской области, а в частности в Муниципальном общеобразовательном учреждении «Глебовская средняя общеобразовательная школа» (МОУ «Глебовская СОШ»), на сегодняшний день начата работа по реализации такой схемы работы.

Между Глебовской СОШ и АО «Научно-исследовательский институт электромеханики» (АО «НИИЭМ») заключено соглашение, по которому на базе школы сформирован аэрокосмический кружок. Помимо проведения занятий со школьниками, в рамках работы между школой и предприятием, проводятся экскурсии по техническому парку предприятия.

В свою очередь по ряду остро востребованных специальностей в настоящий момент НИИЭМ ведёт активную политику по сотрудничеству с ведущими вузами страны:

- Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
- Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана,
- Национальный исследовательский университет «МЭИ» (Московский энергетический институт),
- Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» (Станкоинструментальный институт),

- МИРЭА — Российский технологический университет (Московский институт радиотехники электроники и автоматики),
- Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (Московский инженерно-физический институт).

Помимо подготовки инженерного корпуса, предприятием ведётся работа по целевому набору рабочих специальностей, например, совместно с Истринским филиалом ГБПУ Московской области «Красногорский колледж».

В течение прошедшего учебного года (2018–2019 гг.) школьники МОУ «Глебовской СОШ» из аэрокосмического кружка приняли участие с докладами в работе двух конференций в рамках школьных секций, а также приняли участие в качестве слушателей Молодёжной конференции; ознакомились с техническим парком предприятия и т. д.

В настоящее время работа в данном направлении имеет продолжение.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ ВУЗЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

И. Г. Ганагина, Е. Г. Гиенко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий
Новосибирск, кафедра космической и физической геодезии,
e-mail: gam0209@yandex.ru

Подготовка геодезических кадров в стране и в мире для решения задач экономики и обороны государства предполагает предоставление знаний о фигуре и гравитационном поле Земли (ГПЗ). Основными научными задачами геодезии являются исследование гравитационного поля Земли, определение размеров планеты, её положения в пространстве, изучение влияния околоземного пространства на эволюцию планеты в целом, её ориентировку (изменение положения полюса и скорости её вращения). Решение поставленных перед геодезистами задач предусматривает постоянную взаимосвязь с новыми технологиями космической отрасли и с новыми космическими исследованиями.

В соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению «геодезия и дистанционное зондирование» (уровень бакалавриата) областями профессиональной деятельности выпускников являются получение измерительной пространственной информации о поверхности и физических полях Земли, объектах Земли, околоземного и космического пространства, осуществление координатно-временной привязки объектов, явлений и процессов на поверхности Земли и в окружающем космическом пространстве. Объектами профессиональной деятельности являются поверхность Земли, других тел, искусственные и естественные объекты на поверхности и внутри Земли и других планет, а также околоземное и космическое пространство, атмосфера, геодинамические явления и процессы, физические поля Земли.

Классическое решение поставленных перед отраслью задач предусматривало фундаментальную подготовку кадров по специальности «астрономогеодезия».

Запуск ИСЗ, космические исследования, создание глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС, Global Navigation Satellite System (GNSS)) в корне изменили подходы к решению геодезических задач по определению местоположения, изучению характеристик ГПЗ, размеров и формы планеты. Это не могло не отразиться на пересмотре учебных программ по подготовке геодезических кадров. Наряду с классическими вводятся новые дисциплины, позволяющие решать фундаментальные и прикладные задачи геодезии с помощью современных методов и средств на основе использования результатов космической деятельности. В дисциплинах учебного плана появляются новые разделы: спутниковая альтиметрия и градиентометрия, космическая фотограмметрия, аэрокосмические съёмки.

Комплексный подход к процессу подготовки высококвалифицированных кадров в области использования результатов космической деятельности просматривается в каждой специализированной дисциплине. При подготовке бакалавров направления Геодезия и дистанционное зондирование геодезической направленности на протяжении всего процесса обучения включены дисциплины, связанные с космическими исследованиями и использованием их результатов. На первом курсе студенты изучают дисциплину «астрономия», в результате чего обучающиеся не только получают представление о научной картине Вселенной, но и используют полученные знания для дальнейшего изучения специальных дисциплин.

На втором курсе в учебном плане предусмотрена дисциплина «Геодезическая астрономия с элементами астрометрии», целью освоения которой является формирование профессиональных компетенций, необходимых при выполнении приближённых астрономических определений, полевых и камеральных геодезических работ, а также получение общих представлений о теории и реализации координатных систем и измерения времени на основе наблюдений естественных и искусственных небесных тел.

На третьем курсе в учебный процесс введены следующие дисциплины: космическая геодезия, спутниковые системы и технологии позиционирования, современные методы и средства дистанционного зондирования. Результатами изучения данных дисциплин являются знания, умения и навыки в решении научных и производственных задач профессиональной деятельности с применением спутниковых технологий.

На последнем курсе бакалавриата студенты изучают дисциплины: основы теории движения космических аппаратов, применение глобальных спутниковых навигационных систем в геодезии и навигации с обязательным выполнением курсовой работы. Данные дисциплины являются ключевыми при получении обучающимися профессиональных компетенций в области использования глобальных спутниковых навигационных систем.

Базовая фундаментальная подготовка по дисциплинам подкрепляется практическими навыками в периоды учебных и производственных практик в лабораториях университета и в организациях, деятельность которых включает работы, связанные с профилем реализуемой программы бакалавриата.

Заканчивая обучение по программе бакалавриата, студент имеет возможность продолжить образование в магистратуре по направлению Геодезия и дистанционное зондирование, профиль «Геодезическое обеспечение устойчивого развития территорий».

Магистерская подготовка основана на идее непрерывности и преемственности стадий образовательного процесса, взаимной проницаемости образовательных программ. Уровень бакалавриата предполагает изучение естественно-научных, гуманитарных и общепрофессиональных дисциплин, а также специальных учебных предметов, формирующих начало направленности и навыки выполнения научно-исследовательской работы, которые углубляются в магистратуре. Магистерская программа предполагает изучение таких дисциплин, как современные методы дистанционного зондирования для устойчивого развития территорий, фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение, современные космические методы для решения задач геодезии и дистанционного зондирования, инерциальная навигация. Основные цели подготовки магистров: развитие знаний и научного мышления, освоение и закрепление ими навыков ведения научной работы при решении фундаментальных и прикладных задач в сфере профессиональной деятельности с учётом современного состояния и тенденций развития экономики страны. При изучении комплекса дисциплин космической направленности студент получает целостное представление о современных реализациях методов космической и физической геодезии, дистанционного зондирования Земли — лазерной локации спутников и Луны, радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой, доплеровских и радиодальномерных методов, спутниковой альтиметрии и градиентометрии. Результатами освоения дисциплин является способность будущих выпускников к эффективному применению современных космических методов и технологий для выполнения научно-исследовательских и производственных задач профессиональной деятельности.

В настоящее время важной задачей вуза является формирование у обучающихся профессиональных навыков и умений, необходимых

для компетентного решения специальных практических задач на производстве. Современные интерактивные методы преподавания позволяют обеспечить высокую эффективность получения знаний, умений и навыков как по теоретически сложным, так и по практико-ориентированным дисциплинам профессиональной подготовки.

Одним из таких методов является имитационное обучение, позволяющее с помощью специальных программ-симуляторов моделировать реальную производственную ситуацию или решать научные задачи. Построение моделей и организация работы студентов с ними дают возможность отразить в учебном процессе различные виды профессиональной деятельности и формировать профессиональный опыт. Например, в рамках дисциплины и «Геодезическая астрономия с элементами астрометрии» применяется программа, позволяющая имитировать наблюдения Солнца на заданный момент, для определения приближённого местоположения. Это даёт возможность проводить занятия независимо от реальной видимости объекта. При изучении дисциплин, связанных с определением параметров гравитационного поля планет, используется программа, позволяющая получить и визуализировать форму планеты по данным космических гравиметрических миссий. Все программные продукты разработаны на кафедре космической и физической геодезии Сибирского государственного университета геосистем и технологий (СГУГиТ) (Сибирская государственная геодезическая академия (СГГА) – Новосибирский институт инженеров геодезии, аэрофотосъёмки и картографии (НИИГАиК)).

Электронно-информационная образовательная среда вуза, включающая выходы на образовательные порталы и в электронные библиотеки, является необходимой современной базой для обучения. В настоящее время в преподавании появились большие возможности повышения эффективности обучения специальным дисциплинам и улучшения качества профессионального образования благодаря использованию специализированных профессиональных интернет-сайтов, данных открытого доступа, открытого программного обеспечения, а также онлайн-сервисов обработки измерительных данных.

Специфика геодезических специальностей заключается в создании и оперировании большими объёмами измерительной информации, которая аккумулируется в специальные банки геопространственных данных, с доступом через интернет. Науки о Земле глобальны по своей природе, для решения соответствующих задач необходима кооперация в Международные научные проекты, информация о которых находится также в свободном доступе в сети интернет. Будущие специалисты геодезического профиля должны уверенно ориентироваться в данной информационной среде. В вузе используются реальные данные — результаты космической деятельности при выполнении практических, лабораторных и курсовых работ, в научных исследованиях и при написании выпускных квалификационных работ.

Широко используются в качестве исходной информации следующие результаты космической деятельности (данные открытого доступа):

- эфемериды спутников ГНСС;
- координаты и скорости пунктов;
- файлы ГНСС-измерений на постоянно действующих базовых станциях;
- данные об антеннах спутников и приёмников ГНСС;
- координаты полюса и продолжительность суток;
- файлы с зенитной тропосферной задержкой сигналов ГНСС сети на пунктах международной ГНСС-службы IGS (International GNSS Service);
- файлы с ионосферной сеткой;
- коэффициенты моделей гравитационного поля Земли;
- банки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Наиболее широкий спектр данных космической геодезии представлен в архиве NASA, CDDIS (Crustal Dynamics Data Information System, Информационная система данных динамики земной коры), в котором собраны результаты деятельности проектов международных служб космической геодезии: ГНСС (IGS), лазерной локации спутников (ILRS, International Laser Ranging Service), доплеровской системы DORIS (*фр*. Détermination d'Orbite et Radiopositionnement Intégré par Satellite) (IDS, International DORIS Service), радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (IVS, Very Long Baseline). В России основными источниками эфемеридной информации и данных ГНСС являются Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения (ИАЦ КВНО), а также система высокоточного определения эфемеридно-временных поправок (СВО ЭВП).

При решении задач мониторинга используются данные космических съёмок, предоставляемые фирмами «СканЭкс», Esri (Environmental Systems Research Institute) и др. Для определения характеристик гравитационного поля Земли современными методами в учебном процессе используется новое поколение глобальных моделей с улучшенными характеристиками по точности определения гармонических коэффициентов геопотенциала, полученных по данным космических гравиметрических миссий CHAMP (Challenging Minisatellite Payload), GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) и GOCE (Gravity Field and steadystate Ocean Circulation Explorer).

При организации и выполнении лабораторных работ, научных исследований и подготовки выпускных квалификационных работ в вузе используется как коммерческое, так и свободное программное обеспечение (в том числе, собственные разработки университета), а также онлайн-сервисы обработки данных. Свободное программное обеспечение (ПО) доступно для самостоятельной работы и имеет преимущества в обучении, такие, как разнообразие настроек, возможность проведения экспериментов и написания собственных подпрограмм. Для студентов-заочников свободное ПО является хорошей альтернативой лицензионному обеспечению благодаря возможности выполнения лабораторных и курсовых работ вне стен учебного заведения. В образовательном процессе используется информация и свободное ПО, предоставляемые некоммерческим университетским консорциумом UNAVCO (University Navstar Consortium). Международный центр глобальных моделей геоида ICGEM (International Centre for Global Earth Models) имеет свой сервис-калькулятор, позволяющий применять его при освоении дисциплины «Физическая геодезия» для вычисления характеристик гравитационного поля (аномалии силы тяжести и аномалии высоты) по гармоническим коэффициентам геопотенциала, полученным по данным космических гравиметрических миссий.

Открытые реальные данные, свободное ПО, онлайн-сервисы обработки — хороший инструмент для преподавания специальных дисциплин, организации лабораторных и курсовых работ, в научных исследованиях студентов, в том числе, для дистанционного обучения. При этом обучающиеся приобретают необходимые в будущей профессиональной деятельности компетенции, касающиеся умения ориентироваться в потоках информации, самостоятельного определения необходимых настроек ПО, контроля и грамотной интерпретации получаемых результатов.

Одной из составляющих комплексного подхода является обязательное участие студентов в научно-исследовательской работе, выступление на студенческих конференциях различного уровня, публикация статей и тезисов, участие во Всероссийских и международных конкурсах по космической тематике и использованию результатов космической деятельности.

Наиболее интересные результаты исследований магистрантов представляются на международных и национальных конференциях, статьи публикуются журналах в рецензируемых изданиях в России и за рубежом.

В учебном процессе для более эффективного обучения используются производственные результаты и научно-исследовательские разработки сотрудников университета, связанные с применением технологий глобальных навигационных спутниковых систем, результатов космических гравиметрических миссий, методов дистанционного зондирования Земли.

В соответствии с Федеральной космической программой России (ФКП) в сфере использования результатов космической деятельности перед космической отраслью стоят обширные задачи. Ряд задач могут выполнить геодезисты — профессиональные специалисты в области получения и интерпретации пространственных данных, полученных в результате космической деятельности.

Возможность подготовки специалистов под решение конкретных задач определённой отрасли экономики страны требует постоянного сотрудничества образовательной организации с производственными объединениями, научными организациями и научно-производственными корпорациями, которые обеспечивают реализацию государственной политики в области космической деятельности и использовании её результатов.

Соглашение о научном взаимодействии с АО «Российские космические системы» по исследованию возможностей станций системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) и аппаратуры для решения навигационных задач широкого круга пользователей, подписанное с Сибирским государственным университетом геосистем и технологий летом 2017 г., позволило ввести в тематику студенческой исследовательской работы и написания выпускных квалификационных работ темы по функциональным дополнениям глобальной навигационной системы ГЛОНАСС и оценке обеспечения целостности определения местоположения морских, воздушных, сухопутных и космических потребителей навигационных радиосигналов открытого доступа ГЛОНАСС и GPS (Global Positioning System).

Таким образом, комплексный подход в геодезическом вузе при подготовке специалистов позволяет сформировать у студентов необходимые фундаментальные знания, практические умения и навыки для решения научных и прикладных задач профессиональной сферы на основе использования результатов космической деятельности. При комплексном подходе результатом освоения специальных дисциплин космической направленности основных образовательных программ уровня бакалавриата и магистратуры являются конкретные профессиональные компетенции, необходимые для эффективной профессиональной деятельности с учётом развития технологий космической отрасли.

ПУТЬ В КОСМОС ЧЕРЕЗ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

И. Н. Гансвинд

Научный геоинформационный центр РАН (НГИЦ РАН), Москва,
e-mail: ignik-1g@yandex.ru

Образование определяет будущее общества и страны. Освоение космоса, по мнению К. Э. Циолковского, является неотъемлемым и важнейшим этапом эволюции человечества. России необходима молодёжь, способная решать проблемы будущего пилотируемой космонавтики.

Космическое образование, прокладывающее дорогу в космос, имеет несколько составляющих:

- выявление и отбор учащихся, заинтересованных профессиями в ракетно-космической отрасли;
- подготовка и введение в специальности инженерно-научного профиля для космической деятельности;
- развитие у студентов и школьников творческих способностей и технического мышления.

Привлечением молодёжи для работы в космической отрасли озабочены ведущие предприятия «Роскосмоса»: РКК «Энергия» имени С. П. Королёва, АО РКЦ «Прогресс», АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва, НПО «Энергомаш» имени академика В. П. Глушко.

Школьное образование естественно-научной направленности формирует будущих студентов с задатками технического мышления, ориентированных на творческую работу. В городах Подмосковья существует ряд лицеев и гимназий, принимающих учеников на конкурсной основе для углублённого изучения математики, физики и информатики. В городе Долгопрудном под эгидой Московского физико-технического института работает Физтех-лицей имени П. Л. Капицы, областная общеобразовательная школа-интернат естественно-математической направленности. В Долгопрудном также расположен Физико-математический лицей № 5. В Дубне, городе с Объединённым институтом ядерных исследований (ОИЯИ), Лицей № 6 имени академика Г. Н. Флёрова, Гимназия № 8 имени академика Н. Н. Боголюбова, Лицей «Дубна» ориентированы на подготовку к поступлению в государственный университет «Дубна», в составе которого имеется Международная инженерная школа (высшая инженерно-физическая школа) — совместный образовательный проект ОИЯИ и университета «Дубна», целью которого является подготовка специалистов, работающих в области конструирования и эксплуатации физических установок и оборудования для использования в научных, научно-прикладных исследованиях и разработке специальных наукоёмких технологий. В городе Химки обучают школьников Лицей № 13 (Аэрокосмический лицей) и Лицей № 15 «Энергомаш».

В городе Королёве Московской области в 1989 году под эгидой Ракетно-космического комплекса «Энергия» создан «Лицей научно-инженерного профиля» с углублённым изучением математики и физики. В «Лицей» принимают в 7-й и 8-й классы по результатам Открытой олимпиады ЛНИП (Лицей научно-инженерного профиля, проводится ежегодно в мае) на конкурсной основе. Научное общество учащихся Лицея создаёт проекты, с которыми ученики выступают и побеждают на всероссийских конкурсах и олимпиадах («Ломоносов», «Шаг в будущее», «Созвездие», «Старт в науку»), на Международной космической олимпиаде, которая ежегодно про-

водится в городе Королёве с 1992 года в последней декаде октября. Культурная программа олимпиады 2018 года использовала возможности города Королёва, чтобы дать ребятам наглядное представление о космонавтике. Они посетили Центр управления полётами в сеансе прямой связи с российским сегментов Международной космической станции, была организована экскурсия в музее РКК «Энергия», где представлены космические аппараты, изготовленные Заводом экспериментального машиностроения для пилотируемой космонавтики, в том числе «Восток» Юрия Гагарина. Состоялась встреча с космонавтами Александром Калери, Юрием Усачёвым, Александром Александровым, работающими в РКК «Энергия». Посещение павильона «Авиация и космонавтика» на ВДНХ позволило увидеть целостную картину российского космоса.

Космическое образование в Сибири связано с подготовкой специалистов для АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва, главного разработчика и производителя спутников глобальной навигационной системы ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система), спутников связи, телевидения, геодезических. В городе Железногорске Красноярского края, где расположено предприятие, работает «Школа космонавтики», школа-интернат для одарённых детей, обучающихся по образовательным программам физико-технического, биолого-химического направления и программирования. Школа проводит конференции и олимпиады, охватывающие около 20 000 учеников из Красноярского края, ежегодную научно-практическую конференцию исследовательских работ школьников «Курчатовские чтения». Школа поддерживается АО ПСС и Горно-химическим комбинатом Железногорска (Атомград). Сибирский государственный университет имени академика М. Ф. Решетнёва проводит олимпиады по физике «Будущее Сибири», по физике и математике «Звезда». Международная научно-практическая конференция «Решетнёвские чтения» имеет школьную секцию «Научно-техническое творчество учащихся».

Научно-образовательный проект Сибирского государственного университета «Космическая одиссея» поэтапно воспроизводит путь на орбиту от отбора до порога космического полёта. Инициатор проекта Герой России лётчик-космонавт Александр Лазуткин предложил студентам попробовать себя в роли космонавтов. Студенты первого набора за полгода прошли общекосмическую подготовку по истории и теории космических полётов, дистанционному зондированию Земли. После медицинского обследования и тренировки на выживание в зимней тайге выдержавшие испытание отправлялись в Центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина. Комплексная тренировка на тренажёре космического корабля «Союз» воспроизводила полёт на орбиту от старта до сближения и стыковки МКС, спуск в атмосфере и посадку. Действия экипажа оценивали инструкторы, которые могли вводить нештатные ситуации. Финалисты конкурса проходили парашютную и лётную подготовку. Заключительный этап — поездка на космодром Байконур, наблюдение за предстартовой подготовкой и стартом пилотируемого корабля «Союз». За 15 лет существования проекта круг его участников существенно изменился, наряду со студентами университета и учащимися Аэрокосмического колледжа СибГУ в него включены молодые специалисты космических предприятий Красноярского края.

Дорогу в космос осилит сделанный своими руками космический аппарат. Проект CanSat — чемпионат по созданию и запуску обучающих школьных и студенческих «спутников». Цель проекта — развитие у школьников и студентов технического мышления, привлечение к работе над созданием летательных аппаратов (атмосферных зондов, ракет, беспилотников и др.). Проект вырос из программы НАСА, название конкурса от английских слов *can* — жестяная банка

и *sat* (от *satellite*). Первый российский чемпионат прошёл в Калуге в 2012 году. Сначала в рамках конкурса школьники конструировали «спутники», которые помещаются в банке объёмом 0,5 л. По условиям аппарат весом до 350 г, заброшенный на высоту 1...2 км или выше, должен спускаясь выполнить научную программу, обязательная часть которой состоит в измерении давления и температуры воздуха и передаче данных телеметрической системой на наземное устройство приёма. Команды проходят защиту проекта перед экспертной комиссией, представляя системы спутника: электроснабжения, сбора и передачи информации, контроле движения и приземления. В отборочной сессии первого чемпионата участвовали 28 команд школьников и их научные руководители из различных регионов России и команда из Белоруссии. До запуска своих «спутников» ракетой на высоту около 2 км на аэродроме Грабцево Калужской области было допущено 17 команд.

Финал Восьмого всероссийского чемпионата «Воздушно-инженерная школа CanSat в России» прошёл 1–6 июля 2019 г. Старты аппаратов выполнялись на аэродроме Каменово Камешковского района Владимирской области. В зимней сессии «Воздушно-инженерной школы» участвовало 100 команд, сформированных из 350 участников со всей России. В финал после презентации проектов прошла половина. В их числе 4 команды РКК «Энергия»: «ЗиК ЮШ», «М в кубе», «Юника» и «Гравитация». «Воздушно-инженерная школа CanSat в России» состоит из нескольких лиг: «юниор» (школьники 6–8-х классов), Регулярная лига с допуском аппарата на высоту подъёма 1 км, Высшая лига, Студенческая лига (аппарат поднимается с помощью шара-зонда на высоту 20...30 км). Проводятся конкурсы по созданию средств подъёма ГИРД-2 (ракетное моделирование) и «Коптер» (беспилотники). Обязательная программа высшей лиги — телеметрия, определение положения по показаниям магнитометра, срабатывание системы спасения на высоте 200...400 м.

Разработка спутника предполагает использование программно-аппаратных средств. Для первого российского чемпионата CanSat базовый конструктор спутника предоставил участникам его организатор Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ). Всё необходимое для построения простых систем автоматики и робототехники содержит коммерческая платформа Arduino, ориентированная на профессиональных пользователей. Программная часть — бесплатная программная оболочка для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры — процессором AVR/SAMD21 Industrino. Аппаратная часть — набор смонтированных печатных плат с микроконтроллером (размера 25×28 мм) плюс набор обвязки (стабилизатор питания, кварцевый резонатор, цепочки сброса и т. п.). Один из клонов Arduino Leonardo содержит шестиосный гироскоп/акселерометр, трёхосный магнитометр, барометр размером 16×40 мм.

В рамках образовательного процесса подготовки специалистов с личным опытом в спутниковых технологиях, космическом приборостроении и в технике моделирования в университетах США, Великобритании, Канады и Японии была разработана прорывная технология малых космических аппаратов (МКА) стандарта CubeSat, которые появились как опытные образцы исследований и разработок. НАСА оказывает поддержку университетским проектам, использующим МКА для решения научных и прикладных задач. Учебное заведение, заключившее с НАСА соглашение о сотрудничестве, получает финансирование в размере 100 тыс. долл. в год в течение двух лет и доступ к наземному оборудованию агентства для совместной работы. В рамках программы технологии малых космических аппаратов SSTP (Small Spacecraft Technology Program) ежегодно определяют от пяти до десяти победителей.

Российские университеты могут участвовать в программе бесплатного запуска своих спутников на российских средствах выведения. На протяжении нескольких лет студенты и специалисты Самарского государственного аэрокосмического университета во взаимодействии с АО Ракетно-космический центр «Прогресс» участвовали в разработке и создании научно-образовательных спутников АИСТ-1 и -2 с размерами 47×56×48 см и массой 39 кг. Выведенные на низкие околоземные орбиты ракетами «Союз-2.1а» и «Союз-2.1в» в апреле и декабре 2013 г. соответственно, спутники использовались для отработки служебных систем и изучения влияния внешней среды на конструкцию проектируемого спутника дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) «Аист-2д». Выведенный на солнечно-синхронную орбиту высотой 490 км 28.04.2016 г. лёгкой ракетой-носителем «Союз-2.1а» спутник с массой 530 кг проводит съёмку в видимом диапазоне с разрешением на местности 1...2 м и полосой захвата оптико-электронной системы 39,6 км. Самарский университет располагает наземным комплексом управления малыми космическими аппаратами, управляет тандемом малых космических аппаратов серии «Аист». Обработку телеметрических данных и формирование программы полёта выполняет научно-образовательный комплекс Самарского университета, располагающий наземными средствами управления, получения и обработки информации. На территории университета расположена резервная система управления спутником «Аист-2д», вместе с которым был запущен разработанный самарскими студентами наноспутник SamSat-218.

Микроспутник «Бауманец» был создан в результате сотрудничества Московского государственного технического университета (МГТУ) имени Н. Э. Баумана с Научно-производственным объединением машиностроения (НПО «Машиностроения») к 175-летию университета. Спутник массой 87 кг имеет на борту оптико-электронную съёмочную систему и аппаратуру для изучения прохождения миллиметровых волн в атмосфере. При неудачном запуске ракеты «Днепр» 26 июля 2006 года был потерян. Работа по спутнику «Бауманец-2» продолжалась несколько лет, бортовая вычислительная машина была создана из коммерческих комплектующих. Запуск с космодрома «Восточный» 28.11.2017 из-за ошибки в полётном задании разгонного блока «Фрегат» оказался неудачным и «Бауманец-2» был потерян. После потерь «Бауманцев» неудачи с выведением на орбиту университетских спутников не прекратились. В июле 2017 года среди запущенных ракетой «Союз-2.1а» космических аппаратов в неработоспособном состоянии из-за неполадок в системе управления разгонным блоком «Фрегат-М» оказались три университетских спутника, в том числе спутник МАИ «Искра-МАИ-85» массой 4 кг, выполнявший лётную классификацию платформы с системой ориентации, разработанной ВНИИЭМ.

Группа Парус-МГТУ Молодёжного космического центра университета завершает эскизный проект построения группировки из двух наноспутников «Ярило» для исследований Солнца. Предполагается одновременный запуск двух спутников формата 1,5U CubeSat с массой 2,2 кг на низкую околоземную орбиту (предположительно в 2020 году) и разведение их в плоскости орбиты на 140° с помощью солнечного паруса. Целевая аппаратура — рентгеновский спектрофотометр, разработанный Физическим институтом имени П. Н. Лебедева для мониторинга солнечной активности в рентгеновском диапазоне 0,5...1,5 кэВ. Планируется обмен информацией между спутниками по протоколу DTN (Space Internet). Служебные системы спутников находятся на стадии экспериментальной отработки. Высоковариативные вспышки на Солнце в мягком рентгеновском диапазоне влияют на ионосферу, термосферу и мезосферу Земли. Реализация проекта выдвинет МГТУ им. Н. Э. Баумана на ведущее место среди российских университетов в области студенческих спутниковых космических исследований.

Космическое образование в России удовлетворяет нужды ведущих предприятий ракетно-космической отрасли, которые в сотрудничестве с муниципальными образовательными учреждениями уровня лицеев и гимназий способствуют выявлению подростков, проявляющих склонности и способности к изучению естественных наук, и развитию их творческих способностей. Однако на университетском уровне ощутим недостаток поддержки проектов научно-образовательных спутников со стороны «Роскосмоса», связанный с недооценкой возможностей малых спутников в космической деятельности.

В своё время в СССР было образовано ВАКО (Всесоюзное аэрокосмическое общество) «Союз» с тремя комиссиями: научно-техническое творчество, содержание и организация аэрокосмического образования, пропаганда и популяризация космонавтики; 15 ноября 1988 г. вышло распоряжение Совета министров СССР о государственной поддержке «Союза». Двадцать лет на посту президента ВАКО работал космонавт Александр Серебров, совершивший четыре полёта с четырьмя выходами в открытый космос. А. А. Серебров разработал национально-образовательную программу «Уроки из космоса», в рамках которой созданы пять фильмов. О важности «Уроков из космоса» говорил лётчик-космонавт Валентин Лебедев: «Здесь понимаешь, что надо вновь учить географию, но живую. Это удивительная география, когда ощущаешь себя частью мира, который наблюдаешь, узнаёшь его через иное видение и мироощущение» (журнал «Наука и жизнь», 1998, № 8, с. 34–39). В США учительница Криста Маколифф, которая собиралась переводить «Уроки из космоса», выиграла общенациональный конкурс, погибла вместе с экипажем шаттла «Челленджер» при взрыве 28 января 1986 г.

Фундаментальную роль в космическом образовании должна иметь астрономия. Согласно рекомендации Минобрнауки изучение астрономии как обязательного предмета «вводится по мере создания в образовательных организациях соответствующих условий». В каком классе, 10-м или 11-м, решает школа, объём часов за весь период должен составлять не менее 36 часов. В 2019 году задания по астрономии будут включены в контрольно-измерительные материалы по физике.

Популяризация космических исследований сокращается по мере отставания России в исследованиях Солнечной системы и Вселенной. Не выходит журнал «Новости космонавтики», который из года в год представлял для «профессионалов и не только» все значимые космические миссии в мире. Он отошёл на вторые роли после объединения с журналом госкорпорации «Роскосмос» «Русский космос». Испытывает серьёзные трудности журнал «Земля и Вселенная». Журналисты в средствах массовой информации часто поверхностно и искажённо освещают события в космонавтике в духе сенсации любой ценой.

НЕОБХОДИМОСТЬ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СИМУЛЯЦИИ УСЛОВИЙ МИКРОГРАВИТАЦИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА «СУХОЙ» ИММЕРСИИ

Л. И. Герасимова-Мейгал, А. Ю. Мейгал

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск,
e-mail: gerasimova@petrsu.ru

Методы аналоговой микрогравитации используются в космической физиологии и медицине для имитации невесомости, изучения её эффектов, разработки методов профилактики нежелательных последствий космического полёта [1]. «Сухая» иммерсия — один из способов аналоговой микрогравитации, имитирует некоторые особенности космического полёта: перераспределение внеклеточной жидкости организма, гипокинезия, безопорность. «Сухая» иммерсия считается адекватным, и наиболее щадящим методом симуляции микрогравитации, поскольку перераспределение крови к голове при ней не такое выраженное, как при других способах имитации невесомости, в частности антиортостатической гипокинезии (bed-rest) [1].

В последнее время «сухая» иммерсия находит своё применение в реабилитационных программах пациентов с патологией нервной системы, кровообращения, опорно-двигательного аппарата. Так, было показано уменьшение некоторых моторных и немоторных симптомов у пациентов с болезнью Паркинсона [2, 3]. Есть данные об индукции расслабления мышц, уменьшении спастичности и мышечного тонуса, а также гипотензивном эффекте при применении «сухой» иммерсии [1]. В спортивной медицине «сухая» иммерсия применяется для восстановления атлетов после интенсивных тренировок [1].

Микрогравитация в виде «сухой» иммерсии вызывает довольно сложные изменения гемодинамики: увеличение венозного возврата к сердцу за счёт сдавления периферических тканей, повышение сердечного выброса, увеличение притока крови к голове и верхней части тела, изменение активности барорецепторного рефлекса и механизмов натрийуреза [1]. Система кровообращения у здоровых лиц приспосабливается к новым условиям сохранения оптимальной органотканевой перфузии. Кардиогемодинамика неоднозначно изменяется в течение времени при проведении сеансов «сухой иммерсии», отражая компенсаторные процессы в организме. Наиболее существенные изменения наблюдаются при длительных, многодневных исследованиях [1]. Одним их нежелательных последствий «сухой иммерсии» является ортостатическая гипотензия, которая часто проявляется у испытуемых после продолжительных сеансов [1]. Механизмы развития кардиогемодинамических эффектов в условиях «сухой» иммерсии до сих пор не совсем понятны.

С учётом возможных побочных эффектов, в том числе ортостатической гипотензии, «сухая» иммерсия имеет ограничения для применения у лиц пожилого возраста и при многих хронических заболеваниях. Наш опыт применения «сухой» иммерсии для реабилитации пациентов с болезнью Паркинсона показал необходимость тщательного отбора кандидатов на проведение программы «сухой» иммерсии и мониторинга функции сердечно-сосудистой системы во время процедуры [4].

В исследовании приняли участие 17 пациентов с болезнью Паркинсона (10 мужчин, 7 женщин в возрасте 51–66 лет, тяжесть заболевания по шкале H&Y соответствовала 1–3 стадии). Десять практически здоровых студентов (5 мужчин, 5 женщин) возраста 18–20 лет приняли участие в калибровочном исследовании. Сеанс

«сухой» иммерсии продолжительностью 45 минут проведён с помощью комплекса МЕДСИМ (Институт медико-биологических проблем РАН (ИМБП), Москва) [1–4]. ЭКГ во втором стандартном отведении, артериальное давление (АД) и частота сердечных сокращений (ЧСС) регистрировали перед началом исследований, на 15-й, 30-й, 40-й минутах и через 5 минут после прекращения сеанса «сухой» иммерсии. Автономная регуляция в ходе проведения процедуры оценена с помощью анализа временных и спектральных характеристик вариабельности ритма сердца (ВРС). В исследование были отобраны испытуемые с устойчивым синусовым ритмом на ЭКГ, с отсутствием аритмий. Для анализа вариабельности ритма сердца (ВРС) использованы 5-минутные отрезки электрокардиограммы (ЭКГ). Регистрация ЭКГ и анализ ВРС выполнены с помощью приборов «Поли-спектр» (Нейрософт, Иваново, РФ).

При изучении ВРС в калибровочном исследовании у здоровых молодых лиц в течение «сухой» иммерсии происходило достоверное изменение временных и спектральных характеристик, связанное с вовлечением автономной нервной системы в компенсаторные реакции системы кровообращения. Наблюдалось увеличение временных параметров ВРС (SDNN, RMSSD, pNN50, $p < 0{,}01$). Увеличивалась мощность спектра (TP, $p < 0{,}01$), в структуре спектра происходило увеличение абсолютных и относительных значений HF- и LF-компонентов ($p < 0{,}01$), связанных с нейрогенными влияниями на сердце. По окончании сеанса «сухой» иммерсии наблюдались следовые изменения ВРС, что отражает компенсаторные реакции организма.

Пациенты с болезнью Паркинсона до сеанса «сухой» иммерсии имели уменьшенную вариабельность ритма сердца на основании показателей SDNN, RMSSD, pNN50, а также низкие значения общей мощности (TP) и HF- и LF-компонентов спектра. Полученные данные свидетельствуют об ограничении резервов нейрогенной регуляции системы кровообращения у пациентов с болезнью Паркинсона. В ходе сеанса «сухой» иммерсии происходило увеличение временных характеристик ВРС, общей мощности (TP) и доли низкочастотных компонентов спектра (LF и VLF), однако степень изменения параметров ВРС не достигала значений, зарегистрированных у молодых лиц.

АД несколько отличалось у исследуемых групп, однако находилось в пределах нормальных значений. У молодых лиц систолическое и диастолическое АД было в пределах 101...122 и 56...64 мм рт. ст. соответственно. У пациентов с болезнью Паркинсона систолическое и диастолическое АД было в пределах 111...132 и 73...82 мм рт. ст. соответственно. Во время «сухой» иммерсии у пациентов с болезнью Паркинсона мы наблюдали снижение диастолического АД до 62...73 мм рт. ст. ($p = 0{,}003$), тогда как у молодых здоровых испытуемых показатели АД существенно не изменялись. В обеих группах на протяжении исследования выявлено снижение стресс-индекса ($p < 0{,}05$).

Наши исследования показали, что изменение автономной регуляции в ходе кратковременной «сухой» иммерсии у здоровых лиц проявляется выраженной активацией нейрогенных (симпатического и парасимпатического) звеньев автономной нервной системы, за счёт чего сохранятся оптимальное функционирование системы кровообращения. Исследуемая группа пациентов с болезнью Паркинсона характеризовалась недостаточной реактивностью нейрогенного звена регуляции, однако тщательное наблюдение за основными показателями гемодинамики, позволяет безопасно применять метод «сухой» иммерсии для реабилитации.

Литература

1. *Tomilovskaya E.*, *Shigueva T.*, *Sayenko D.*, *Rukavishnikov I.*, *Kozlovskaya I.* Dry immersion as a ground-based model of microgravity physiological effects // Front Physiol. 2019. V. 10. P. 284.
2. *Meigal A.*, *Gerasimova-Meigal L.*, *Saenko I.*, *Subbotina N.* Dry immersion as a novel physical therapeutic intervention for rehabilitation of Parkinson's disease patients: a feasibility study // Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin. 2018. V. 28. № 05. P. 275–281.
3. *Мейгал А. Ю.*, *Герасимова-Мейгал Л. И.*, *Саенко И. В.*, *Субботина Н. С.*, *Третьякова О. Г.*, *Черникова Л. А.* Влияние «сухой» иммерсии как аналога микрогравитации на неврологические симптомы при паркинсонизме // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2017. Т. 51. № 7. С. 53–59.
4. *Gerasimova-Meigal L.*, *Meigal A.* Time- and Frequency-domain Parameters of Heart Rate Variability and Blood Pressure in Parkinson's disease Patients under Dry Immersion // Frontiers in Physiology. Conf. Abstract: 39 ISGP Meeting and ESA Life Sciences Meeting. 2019. DOI: 10.3389/conf.fphys.2018.26.00011.

ИСТОРИЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В НОВОСИБИРСКОМ ИНСТИТУТЕ ИНЖЕНЕРОВ ГЕОДЕЗИИ, АЭРОФОТОСЪЁМКИ И КАРТОГРАФИИ – СИБИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «КОСМИЧЕСКАЯ ГЕОДЕЗИЯ»

Е. Г. Гиенко, И. Г. Ганагина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий
Новосибирск, e-mail: elenagienko@yandex.ru

Подготовка инженеров по специальности «Космическая геодезия» и бакалавров по направлению «Геодезия и дистанционное зондирование», профили «Геодезия» и «Космическая геодезия и навигация», в Новосибирском институте инженеров геодезии, аэрофотосъёмки и картографии – Сибирском государственном университете геосистем и технологий (НИИГАиК – СГУГиТ) ведётся с 1990 г. Ещё ранее, с начала образования Сибирского астрономо-геодезического института (САГИ) в Омске (1932) в вузе готовили инженеров по специальности «астрономогеодезия». История подготовки кадров по этим направлениям неразрывно связана с историей выпускающей кафедры — астрономии и гравиметрии, которая ведёт своё начало с кафедры астрономии, образованной в марте 1934 г в САГИ. С сентября 2017 г. кафедра астрономии и гравиметрии переименована в кафедру космической и физической геодезии.

Преподаватели и сотрудники кафедры, студенты и аспиранты принимали участие в научно-исследовательской работе по нескольким направлениям, связанным с космической геодезией:

- оптические наблюдения искусственных спутников Земли (ИСЗ);
- определение орбит ИСЗ;
- разработки в области ГНСС-технологий.

Кроме того, фундаментальную подготовку кадров обеспечивали научные исследования в области физической геодезии: теории фигуры Земли и её гравитационного поля, гравиметрии.

Станция оптических наблюдений ИСЗ. Задолго до запуска первого ИСЗ, весной 1957 г., правительство СССР по предложению С. П. Королёва стало готовить кадры для наблюдения за космическими аппаратами. Для этого в помощь военным стали привлекать широкий круг организаций, подготовленных к астрономическим наблюдениям. При Астросовете АН СССР был организован сектор наблюдений за искусственными спутниками Земли, в котором развернулась работа по созданию станций наблюдений при университетах, геодезических и педагогических институтах с их кадрами, приборами, зданиями.

Когда 4 октября 1957 г. в СССР был запущен первый в мире искусственный спутник Земли, в НИИГАиК уже была создана станция наблюдений ИСЗ, её начальником был назначен ассистент кафедры высшей геодезии В. А. Меркушев. Приказом ректора были выделены четыре штатных единицы: два лаборанта и два инженера. Сотрудников станции набрали из числа преподавателей и студентов. Начальниками станции после В. А. Меркушева были К. М. Антонович (1963–1979) и Г. С. Шептунов (1979–1984).

Вначале астроплощадка станции находилась на крыше корпуса НИИГАиК, а на лето станция перемещалась на учебный полигон, меняя свой номер с 1035 на 1090. В 1968 г. был введён в эксплуатацию лабораторный корпус НИИГАиК, на крыше которого по специальному проекту была построена астроплощадка с семью раздвижными люками. Здесь станция находилась до её закрытия в 1984 г.

Визуальные наблюдения ИСЗ первое время проводились на трубках АТ-1, очень неудобных из-за зеркального и перевёрнутого изображения. Поэтому как нельзя лучше в 1960–1961 гг. пришлись бинокуляры ТПЗ (Томский приборный завод) и ТЗК (трубка зенитная командирская), а потом и БМТ-110 (большая морская труба). Секундомеры были заменены цифропечатающими хронографами. В. А. Меркушев модифицировал астроуниверсал АУ-10, поставив на него трубку с большим полем зрения, и этим значительно повысил точность наблюдений. Им же была создана установка для определения личной разности наблюдателя, что повысило точность регистрации времени. Все проведённые под руководством В. А. Меркушева усовершенствования в методике наблюдений ИСЗ были им обобщены в кандидатской диссертации (1965).

В первые годы в наблюдениях принимало участие большое количество преподавателей, сотрудников НИИГАиК и студентов. Приходили даже школьники и студенты других вузов.

Станция наблюдения ИСЗ выполняла работы по следующим темам:

1) визуальные наблюдения ИСЗ для эфемеридной службы Координационно-вычислительного центра Космос;
2) визуальные наблюдения по программе «Интеробс», предложенной венгерским учёным Мартином Иллом в 1963 г. (координатор от Астросовета Т. В. Касименко), по которой определялась плотность атмосферы из визуальных наблюдений геофизических спутников;
3) фотографические наблюдения ИСЗ с камерами НАФА-21 (ночной аэрофотоаппарат) и УФИСЗ-25, для построения сети космической триангуляции. Наблюдения начались в 1963 г. на камере НАФА-21, где В. А. Меркушевым была отработана методика наблюдений. В 1965 г. Астросовет передал камеру УФИСЗ-25, на которой в 1967 и 1968 гг. были успешно проведены сеансы К. М. Антоновичем.
4) в 1974 г. К. М. Антонович выезжал в Республику Мали (станция Бамако) для наблюдений на камере АФУ-75 по программе «Большая хорда»;
5) в 1979 г. визуальные и фотографические наблюдения на станции прекратились, и сеть станций Астросовета была значительно сокращена. Но, желая сохранить ряд станций для экспериментальных работ, Астросовет предложил программу «Астроклимат». Наблюдения по этой программе вёл инженер кафедры В. М. Селянинов;
6) астрометрическая обработка фотографических наблюдений ИСЗ, выполненных на зарубежных станциях АН СССР (о. Кергеллен, Куба). К. М. Антонович, Г. Ф. Серкин, С. И. Антонович и Н. А. Дорофеева проводили измерения на координатно-измерительном приборе «Аскорекорд». К. М. Антонович и Г. Ф. Серкин переработали программу обработки, данную Астросоветом. Аспирант Г. Ф. Серкин разработал программу автоматической обработки измерений, выполненных на «Аскорекорде».

Астроплощадка НИИГАиК (СГГА) с соответствующим оборудованием долгое время служила местом прохождения летней учебной практики по геодезической астрономии. В настоящее время имеющееся оборудование для астрооптических наблюдений ИСЗ используется при наблюдении астрономических явлений или в качестве музейных экспонатов.

Определение орбит ИСЗ. Исследования по космической геодезии начались в 1965 г. с разработки аспирантом Ю. В. Сурниным и студентом В. И. Мицкевичем методики определения орбит ИСЗ по наблюдениям с одной станции. По этой теме Ю. В. Сурнин в 1970 г.

защитил кандидатскую диссертацию, а В. И. Мицкевич — дипломную работу.

В 1971 г. по инициативе В. И. Мицкевича и В. П. Дюкова была организована творческая группа (Ю. В. Сурнин, В. И. Мицкевич, В. П. Дюков, И. Г. Вовк, В. А. Ащеулов) для решения геодезических задач с использованием наблюдений ИСЗ, позже названная «Научно-исследовательская лаборатория космической геодезии (НИЛ КГ)» [4]. Она стала основой для выполнения хоздоговора с ЦНИИГАиК по теме «Определение орбит ИСЗ методом коротких дуг», заключённого в начале 1973 г. В 1974 г. выпускники Кужелев С. В. и Егоров Н. Н. были приняты на должности инженеров научно-исследовательского сектора. В 1975 г. работа была завершена, ЦНИИГАиК получил комплекс программ определения орбит ИСЗ по наблюдениям с группы станций, и был заключён следующий договор на 1975–1977 гг. по исследованиям точности орбитального метода.

Параллельно в 1975 г. началось сотрудничество с Астрономическим Советом АН СССР по программе «Определение координат удалённых наземных пунктов по известным положениям ИСЗ». В 1976 г. Сурнин Ю. В., Ащеулов В. А. и Дементьев Ю. В. продемонстрировали свой комплекс программ «Орбита-74» в Москве. Координаты трёх стратегически важных станций — Кергеллен, Сантьяго-де-Куба и Хелуан (вблизи Каира) были определены по программе НИИГАиК с точностью 15–20 м, а по программе Астросовета — 100 м. Это сотрудничество продолжилось разработкой блока «спуска координат» с орбиты на станцию наблюдений В. А. Ащеуловым, по которому он защитил кандидатскую диссертацию. Достижения НИЛ КГ были оценены научной общественностью, и по материалам этого и других экспериментов в 1976 г. была проведена Всесоюзная научная конференция «Динамика ИСЗ» на базе НИИГАиК.

С 1979 г. с Астросоветом был заключён договор по определению и прогнозированию орбит геостационарных ИСЗ ГИСЗ. Эффект определения и прогнозирования орбит был таким высоким, что удалось отождествить ГИСЗ, потерянный 10 лет до этого.

С 1978 г. началось сотрудничество с Королёвским филиалом Научно-производственного объединения по прикладной механике (НПО ПМ) в Красноярске (Ю. В. Сурнин, В. А. Ащеулов, С. В. Кужелев и Н. К. Шендрик). Первый договор был составлен на внедрение и сопровождение комплекса программ «Орбита-74» и его применение для проектирования системы ГЛОНАСС, а затем — на разработку комплекса программ ТОМ (Точность оценивания параметров модели).

В 1986 г. с НПО ПМ заключён на 5 лет договор на разработку динамического метода космической геодезии. Полученный комплекс программ «Орбита-84» позволил увеличить быстродействие обработки данных в 50 раз при сохранении высокой точности прогнозирования орбит. С помощью комплекса определялись орбиты спутников «Лагео»с, «Эталон-1», «Эталон-2» с погрешностью до 1–3 дм на орбитальных дугах в несколько десятков оборотов.

С 1989 г. параллельно с работами НПО ПМ началось научное сотрудничество с Центром управления полётами Центрального НИИ Министерства общего машиностроения и с Баллистическим центром Министерства обороны. Были заключены два договора на разработку методики и специального программного обеспечения регулярного оценивания параметров математической модели динамического метода космической геодезии. Результатом этого сотрудничества было определение орбит спутников «Эталон-1» и «Эталон-2» на полугодовой орбитальной дуге по лазерным измерениям.

Был реализован договор с институтом Арктики и Антарктики (привязка космических снимков, сделанных со спутников «Метеор»). С Ленинградской академией гражданской авиации была выполнена

тема по определению координат объектов, терпящих бедствие. Эта программа была реализована в рамках международной программы КОСПАС-САРСАТ.

Теория и практическая реализация динамического метода космической геодезии, авторские наработки и алгоритм комплекса программ «ОРБИТА-СГГА» изложены в монографии [5]. Монография используется в учебном процессе при подготовке студентов, магистрантов и аспирантов геодезического профиля.

Во всех исследованиях, касающихся определения орбит ИСЗ, принимали участие студенты и аспиранты; на основе материалов подготавливались выпускные квалификационные работы. Полученные наработки использовались в учебном процессе в преподавании дисциплин «Небесная механика», «Основы теории движения космических аппаратов», «Космическая геодезия», в том числе в виде комплекса компьютерных программ для лабораторных занятий.

Разработки в области ГНСС-технологий. С 1993 г. в НИИГАиК появились геодезические ГНСС-приёмники (первые в Новосибирске), позволяющие проводить координатные определения с высокой точностью независимо от расстояний. Соответственно в учебном плане изменилось содержание преподаваемых дисциплин, и появились новые дисциплины, связанные с изучением ГНСС-технологий. Преподаватели, сотрудники и студенты приобретали бесценный опыт и знания по технологиям, связанным с глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС) [3].

Были выполнены исследования источников погрешностей при построении геодезических сетей спутниковым методом, разработана и реализована технология построения сверхточных геодезических сетей (метрологические и геодинамические сети) [2]. Создан и успешно функционирует Эталонный пространственный полигон ЭПП СГГА [1]. В 2005–2006 гг. профессор К. М. Антонович опубликовал монографию в двух томах «Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии», по которой защитил докторскую диссертацию.

Исследования по физической геодезии и гравиметрии. Лаборатория «Физическая геодезия» (ЛФГ) была создана в ноябре 1991 г. для выполнения исследований по физической геодезии, гравиметрии и геодинамике. Создание лаборатории и руководство всеми научными исследованиями осуществлял профессор, доктор технических наук, академик РАН В. В. Бузук. С апреля 2001 г. и по настоящее время научным руководителем ЛФГ является доцент, кандидат технических наук В. Ф. Канушин. Во все годы существования лаборатории к исследованиям привлекались студенты, магистранты, аспиранты; по результатам исследований подготавливались и защищались выпускные квалификационные работы.

В 1993–1995 гг. в лаборатории проводилась НИР по теме «Разработка методов изучения динамики гравитационного поля и фигуры Земли планетарного, регионального и локального характера». Получены новые научные знания о закономерностях вариаций гравитационного потенциала и его характеристиках, обусловленных перемещением водных масс крупных водоёмов. Создано программное средство «Автоматизированное рабочее место по обработке результатов высокоточного нивелирования с учётом влияния динамики гравитационного поля Земли».

В 1994–1995 гг. в лаборатории «Физическая геодезия» выполнялась работа по гранту с НГУ по теме «Изучение гравитационного поля и его динамики на территории региона Западной Сибири»; с 1996 по 2000 г. — фундаментальные научные исследования по теме «Постановка проблемы и развитие теории динамической геодезии как пространственно-временной краевой задачи М. С. Молоденского». В 1996–1997 гг. в лаборатории выполнялись работы по теме «Исследование динамической составляющей гравитационного потенциала

и его характеристик. Построение их математических моделей», с 2001 по 2002 г. — по теме «Разработка методики и оценка учёта влияния вариаций поля силы тяжести, обусловленных изменением уровня водохранилища на результаты геодезических измерений». С 2003 г. в лаборатории проводятся исследования по теме «Динамическая геодезия и напряжённое состояние земных недр», выполняются исследования характеристик ГПЗ по данным современных моделей геопотенциала, полученных по результатам космических гравиметрических миссий.

Результаты научных исследований лаборатории лежат в основе фундаментальной подготовки кадров, связанных с космической геодезией и навигацией; опубликованы в учебном пособии [6], предназначенном для бакалавров и монографии [7], рекомендованной для научных работников и специалистов, занимающихся физической геодезией, а также для магистрантов и аспирантов.

Выпускающая кафедра. С 1990 г. кафедра астрономии и гравиметрии стала выпускающей кафедрой: сначала ей была поручена подготовка инженеров по специальности «Космическая геодезия», а в связи с переходом на федеральные государственные образовательные стандарты третьего поколения с 2011 г. кафедра стала выпускающей по подготовке бакалавров направления «Геодезия и дистанционное зондирование», профиль «Космическая геодезия и навигация». Кафедрой было подготовлено несколько десятков методических указаний, учебных пособий и лабораторных практикумов по астрономии, геодезической астрономии, космической геодезии, ГНСС-технологиям, физической геодезии, гравиметрии, физике Земли, учебным практикам и др.

Преподаватели кафедры всегда активно привлекали студентов к научно-исследовательской работе; результаты докладывались на студенческих научно-технических конференциях НИИГАиК (СГГА) и вузах города, использовались при подготовке дипломных и выпускных квалификационных работ, при дальнейшем обучении в аспирантуре. Особенно активные студенты участвовали как исполнители в различных темах НИР кафедры.

Основные дисциплины и спецкурсы, преподаваемые на кафедре для подготовки кадров: геодезическая астрономия и астрометрия, теория фигуры Земли, гравиметрия, физическая геодезия, небесная механика, основы теории движения космических аппаратов, спутниковые системы и технологии позиционирования, космическая навигация, применение ГНСС в геодезии и навигации и др. Знания, полученные в течение учебного года на лекционных и лабораторно-практических занятиях, закреплялись при прохождении учебных и производственных практик.

К настоящему моменту кафедрой подготовлено свыше 400 специалистов и бакалавров, многие выпускники специальности «Космическая геодезия» и профиля «Космическая геодезия и навигация» занимают руководящие должности на геодезических предприятиях, работают в НИИ, преподают в СГУГиТ и других образовательных организациях. География распределения выпускников охватывает различные регионы России, а также другие страны ближнего и дальнего зарубежья.

Литература

1. *Антонович К. М.*, *Ащеулов В. А.* , *Сурнин Ю. В.*, *Скрипников В. А.* Пространственный эталонный полигон для метрологической аттестации GPS-аппаратуры (опыт создания) // Вестн. СГГА. 1999. Вып. 4. С. 8–13
2. *Антонович К. М.*, *Середович В. А.*, *Сурнин Ю. В.* и др. Построение специальной геодезической сети на Верхне-Салымском объекте с использованием GPS-измерений // Вестн. СГГА. 2000. Вып. 5. 2000. С. 9–15.
3. *Антонович К. М.* Первые GPS/ГЛОНАСС измерения в СГГА // Вестн. СГГА. 2000. Вып. 2(13). С. 146–151.

4. *Сурнин Ю. В.* История создания и развития межкафедральной научно-исследовательской лаборатории космической геодезии // Вестн. СГГА. 2010. Вып. 2(13) С. 128–145.
5. *Сурнин Ю. В.*, *Ащеулов В. А.*, *Кужелев С. В.*, *Михайлович Е. В.*, *Шендрик Н. К.* Совершенствование и практическая реализация динамического метода космической геодезии: монография / под общ. ред. Ю. В. Сурнина. Новосибирск: СГУГиТ, 2015. 193 с.
6. *Канушин В. Ф.*, *Ганагина И. Г.* Современные проблемы физической геодезии: учеб. пособие. Новосибирск: СГГА, 2013. 123 с.
7. *Канушин В. Ф.*, *Карпик А. П.*, *Ганагина И. Г.*, *Голдобин Д. Н.*, *Косарева А. М.*, *Н. С. Косарев* Исследование современных глобальных моделей гравитационного поля Земли: монография. Новосибирск: СГУГиТ, 2015. 270 с.

ЭКСПОЗИЦИЯ МУЗЕЯ КОСМОНАВТИКИ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ НАГЛЯДНОСТИ В СИСТЕМЕ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

И. В. Гончарова, Г. С. Чувардин

Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева,
e-mail: 89066610166@yandex.ru

В современной системе инновационного образования в высшей школе «космическое образование» выступает одним из наиболее востребованных и перспективных трендов, включающих в себя комплекс наиболее передовых разработок в области науки и техники. Данное направление совмещает в себе как достижения фундаментальной науки, так и наиболее передовые прикладные области научного знания, являет сложный симбиоз теории и высоко конкурентно способных практических достижений, востребованных в условиях современного рынка. Отдельные программы космического образования реализуются в специальностях, преимущественно, технической направленности: космонавт, инженер-конструктор, инженер-робототехник, инженер по телекоммуникациям и связи, инженер-программист, космический баллистик, космический биолог, специалист по космической медицине и ряд др.

При этом само понятие «космическое образование» предполагает сложный философский контекст, опирающийся на переосмысление идей К. Э. Циолковского, русских космистов, создателей отечественной «космической педагогики», различных направление постмодернистического проекта «философии техники» и ряда др.

Очевидно, что компетенции, получаемые обучающимися в рамках системы «космического образования», должны соответствовать актуальному состоянию науки. С другой стороны, без преемственности знаний не было бы науки, а многие «старые» решения могут быть востребованы, как на современном отрезке времени, так и в обозримом будущем (основания для многих актуальных российских разработок были заложены ещё во времена СССР).

В рамках космического образования, как и большинства образовательных проектов в области изучения техники и перспектив её применения (робототехника, электроника, информационные технологии, нанотехнологии и др.) — могут быть условно выделены два основных направления: гражданское («мирный космос») и военное. При этом военный компонент играет важнейшую роль и по параметру финансирования и по параметру использования новейших технологий, как в области образования, так и научно-исследовательской деятельности. Это обусловлено тем, что в обозримом будущем космос может стать полем битвы очередной глобальной войны — не удивительно, что в современной российской армии существует самостоятельный род войск, именуемый Космические войска (их возникновение относят к 2001 г.) и являющийся частью Воздушно-космических сил России. Он призван обеспечить безопасность нашего государства в космической сфере. Тем не менее, «мирный космос» и изучение процесса и технологий его освоения сохраняют высокую степень актуальности в области решения глобальных экономических, социальных и демографических проблем.

Следует отметить, что важным компонентом в сфере популяризации исследования космоса, как сложного многоступенчатого процесса в рамках *культурно-просветительских* проектов является музейная деятельность. Примечательно, что в международной практике музей понимается, как «постоянное некоммерческое учреждение, находящееся на службе общества и его развития и открытое для

людей, оно приобретает, сохраняет, изучает, популяризирует и экспонирует в образовательных, просветительных и развлекательных целях материальные свидетельства человека и окружающей его среды». Традиционно в международной практике (определение ICOM, International Council of Museums) внимание сосредоточивается на культурно-просветительской и научно-исследовательской деятельности музеев. Но в условиях роста информатизации общества и развития новых коммуникативных технологий, музеи начинают выполнять отдельные функции в области воспитания и образования. Возникают виртуальные музеи, «классические музеи» начинают перемещать свои экспозиции в виртуальное пространство. Их взаимодействие с различными группами агентов целевой аудитории приобретает интерактивный характер: очевиден процесс перехода от пассивного воздействия на аудиторию к активному взаимодействию с ней. Музеи постепенно становятся дополнительными образовательными центрами, реализующими отдельные сегменты основных образовательных программ разных уровней. Так включается педагогическая функция, вовлекается целевая аудитория (в первую очередь, школьников и студентов) не только в познавательную, но и научно-исследовательскую деятельность, связанную с методологическими приёмами *тезаврирования*.

По классификации музеи космонавтики более всего соответствуют профильным группам *музеев науки и техники* и *исторических музеев*. В то же время для них характерны отдельные функции *естественно-научных* музеев. Так как экспозиции космических музеев находятся на тематическом стыке, они постепенно приобретают характер музеев *комплексного профиля*. По признаку общественного назначения современные музеи космонавтики совмещают в себе функции научно-исследовательских, научно-просветительских, учебных музеев и даже мемориальных музеев (Мемориальный дом-музей академика С. П. Королёва в Москве, Дом-музей К. Э. Циолковского в Калуге).

На сегодняшний день отечественное наследие в области изучения освоения космоса сосредоточено в следующих музеях: Мемориальный музей космонавтики (Москва); Государственный музей истории космонавтики им. К. Э. Циолковского (Калуга); Музей космонавтики и ракетной техники им. В. П. Глушко в Петропавловской крепости; Мемориальный дом-музей академика С. П. Королёва (Москва); Дом-музей К. Э. Циолковского (Калуга); экспозиция по истории отечественной космонавтики в Политехническом музее (Москва). Это список дополнят ряд ведомственных музеев (Музей космонавтики им. Ю. А. Гагарина в Звёздном городке).

Сюда же можно отнести группу виртуальных музеев: Виртуальный музей космонавтики (index.virtualcosmos.ru); Виртуальный музей космонавтики и авиации Аэрокосмического лицея Новосибирска (www.muzejakl.narod.ru); Виртуальный музей космонавтики в Шоршелах (www.oksona.21415s02.edusite.ru/p17aa1.html).

Данная совокупность музеев объединена в Ассоциацию музеев космонавтики, которую возглавляет дважды Герой СССР генерал-майор В. А. Джанибеков.

В нашем случае наибольший интерес представляют два первых музея.

Мемориальный музей космонавтики в Москве был торжественно открыт 10.04.198 к 20-летию полёта в космос первого космонавта. Сегодня это самый крупный музей, посвящённый освоению космического пространства, реконструированный в начале XXI в. В 2009 г. были открыты восемь выставочных залов и в четыре раза увеличена площадь экспозиции. Общее число экспонатов музея превысило 98 тыс. единиц хранения, объединённых в 12 тематических фондов. Структурным подразделением музея является Мемориальный дом-музей академика С. П. Королёва. Его коллекция,

состоящая из 47 экспонатов, включена в фонд Мемориального музея космонавтики.

Государственный музей истории космонавтики им. К. Э. Циолковского в Калуге был основан в 1961 г. — первый камень в его фундамент заложил Ю. А. Гагарин. Для посетителей музей был открыт в 1967 г. В 1979 г. Музей получил статус научно-исследовательского учреждения, при этом он продолжал выполнять колоссальную культурно-просветительную работу и координацию деятельности музеев СССР, связанных с освоением космического пространства. Экспозиция музея раскрывает процесс покорения космоса с момента появления первых летальных аппаратов и вплоть до сегодняшнего дня. Важное место в экспозиции занимают экспонаты, связанные с пилотируемой космонавтикой, а также творческое наследие К. Э. Циолковского. Примечательно, что музей демонстрирует военные разработки периода Великой Отечественной и «холодной» войн. Значительный интерес вызывают отдельные узлы и агрегаты, а также коллекция ракетных двигателей. В структуру калужского музея космонавтики входят: Мемориальный дом-музей К. Э. Циолковского, Дом-музей А. Л. Чижевского, Калужский планетарий, Музей-квартира К. Э. Циолковского.

Так как в системе комического образования музеи космонавтики решают сложную совокупность просветительских и образовательных задач, столичные музеи космонавтики постепенно перебираются в виртуальное пространство, становясь доступными для пространственно-удалённых категорий обучающихся, встраиваясь в инновационную модель образования и формируя интерактивную среду взаимодействия.

Анализ современных методологических приёмов в области культурно-просветительской и образовательной деятельности музеев космонавтики показывает, что важнейшей функцией реализуемой ими в системе «космического образования» является наглядность, (в «классической модели»: методы иллюстрации и демонстрации). Подтверждение данному утверждению мы находим у исследователей М. С. Сукач и О. Л. Осадчука, которые указывают, что «...к числу методов обучения, без которых невозможно оптимальное осуществление образовательного процесса, относятся наглядные методы обучения, реализующие важнейший принцип дидактики — принцип наглядности обучения». При этом большое значение в системе наглядных методов занимают технические средства обучения, значительно повышающие информационную ёмкость и качество образовательного процесса.

В силу психологических особенностей человека наглядный метод обучения является важнейшим механизмом обработки и усвоения необходимого объёма информации и оптимизации образовательного процесса. Ещё академик И. П. Павлов отмечал, решающую роль наглядности во взаимодействии двух основных «сигнальных систем»,обеспечивающих «точность в восприятии любого знания». Таким образом, наглядность, как *принцип обучения*, реализуется на основе научного анализа закономерностей развития и формирования мышления учащихся. В отечественной педагогике наглядность понимается, «как свойство психических образов объекта познания, выражающее степень доступности и понятности этих образов для познания субъекта». Кроме этого она определяется как один из наиболее важных, естественно проистекающих из природы человека принципов обучения. К важнейшим признакам наглядности относят: доступность восприятия; достоверность формируемых образов; визуализацию основных понятий. При этом наглядность сводится не только к зрительному восприятию (непосредственному чувственному восприятию), а может быть реализована путём мыслительной деятельности, связанной с построением абстрактно-логической модели предмета, явления или процесса. В конечном итоге, нагляд-

ность, как метод предполагает решение человеком определённой познавательной задачи — «создания образа восприятия»: образов представления и воображения, т.е. того, с чем человек не сталкивался в реальной жизни (на практике). Таким образом, с помощью наглядности решается задача *упрощения* в восприятии и *понимания* информации.

Основные познавательные инструменты музейной экспозиции, формирующие эффект наглядности и их связь с механизмами восприятия

Тип познающего субъекта	Виды наглядности	Элементы экспозиции, приёмы передачи информации в музее
Визуалы	Зрительная	«Материальные предметы» экспозиции; книги и периодическая печать; фотографии и негативы; произведения искусства; предметы нумизматики, фалеристики, филателии; научно-популярные фильмы (являются аудиовизуальными средствами)
Аудиалы	Слуховая	Элементы экспозиции, связанные с информацией об экспонатах (рассказ или лекция экскурсовода или эксперта); научно-популярные фильмы (являются аудиовизуальными средствами); аудио-экспонаты (голоса исторических деятелей, музыка)
Кинестетики	Кинестетическая	Занятия с целевыми группами, предполагающие тактильное взаимодействие с экспонентами, например эксперименты со сборкой или разборкой копии прибора (уроки в музее космонавтики; указанные занятия могут быть ориентированы на все типы, познающих субъектов); виртуальные уроки (указанные формы могут носить интерактивный характер и вестись на иностранных языках); различные кружки и клубы

В отечественной педагогике выделяют три вида наглядности: визуальную (зрительную), аудиальную (слуховую) и кинестетическую (связанную с движением пальцев рук), соответствующую трём основным типам восприятия.

Очевидно, что реализации метода наглядности в музейной деятельности имеет свои специфические особенности. Применительно к механизмам воздействия музейных экспозиций мы можем построить следующую комбинированную модель воздействия на чувственную сферу познающего субъекта, осуществляемую в процессе познания (таблица).

Анализ таблицы позволяет утверждать, что наглядность является главным инструментом взаимодействия музея с различными группами целевой аудитории, в том числе в рамках отдельных образовательных проектов

В XXI в. Мемориальный музей космонавтики в Москве взял на себя ряд образовательных функций. В рамках его деятельности осуществляется программа «Уроки в музее». Она реализуется на платформе проекта «Учебный день в музее», запущенного в 2016 г. для учащихся 9-х классов. С 2017 г. к реализации программы были подключены учащиеся 5-х и 7-х классов. Материал проводимых занятий приближен к курсу средней общеобразовательной школы. Занятия проводятся, как в «классической форме», так и с использованием инновационных технологий и методов включённого наблюдения, что позволяет закрепить знания посредством практических занятий. На базе музея проводятся уроки по окружающему миру, английскому

языку (в рамках «космической ориентированности» подачи материала), физике и математике, геометрии, географии и даже русскому языку.

Отдельной частью образовательной среды музея является инженерный центр, состоящий из конструкторского бюро «Восток» и клуба «Космический отряд». В конструкторском бюро дают знания по электротехнике, программированию и 3D-моделированию. Программа дополнительного образования бюро рассчитана на 3 года. В клубе обучают азам астрофизики, инженерного конструирования, моделирования и проектирования. Возраст обучающихся колеблется в диапазоне от 8 до 15 лет.

Для более широкой аудитории в музее проводятся отдельные тематические лекции историко-культурной и научно-популярной направленности (лектории «Знание — сила», «Космос без формул»), действует дискуссионный клуб «Любители космоса».

Таким образом, современные музеи космонавтики с помощью различных педагогических технологий, важнейшим элементом которых является наглядность, решает ряд задач, связанных с образовательным процессом. При этом он может выступать и как вспомогательный механизм, с помощью которого иллюстрируются отдельные информационные блоки и значительно упрощается усвоение теоретического материала, так и самодостаточный инструмент, активно встраивающийся в образовательное пространство и реализующий важные компоненты отдельных образовательных программ. К ним мы можем отнести:

1) «материальные предметы» (образцы ракетно-космической техники и вещественные реликвии). Все они несут в себе историко-культурное содержание. В то же время можно выделить исключительно историческую составляющую, отражающую: биографии космонавтов и учёных, связанных с освоением космоса; важные исторические события и историю технических достижений (при этом речь может идти как об отдельных экспонатах, так и целых тематических экспозициях);
2) визуальные средства (фотографии и негативы, живопись, графика, скульптура, декоративное искусство, плакаты и открытки, предметы нумизматики, фалеристики, филателии и др.);
3) визуальные инструменты вербально-организованной информации (документы, периодическая печать, научные монографии, научно-популярная литература — чаще всего они выполняют функцию вещественных реликвий);
4) аудиовизуальные средства (научно-популярные фильмы, встроенные в экспозицию; рассказ экскурсовода или лектора, совмещаемый с демонстрацией экспонатов, объяснением функционирования демонстрируемых узлов и агрегатов);
5) аудиосредства (голос того или иного исторического деятеля);
6) интерактивность (механизм обратной связи; проверка степени восприятия, полученной информации);
7) инновационные технологии (виртуализация процесса взаимодействия с аудиторией; виртуальный музей);
8) различные компьютерные модели — статичная и динамичная модель агрегата или устройства; моделирование процесса и участия в нём (моделирование космического пространства — планетарий; процесса — рождение звезды; атмосфера на Венере; полёта в космос, высадки на планету).

Очевидно, что роль музеев космонавтики в условиях изменения парадигмы образования, формирования открытого единого информационного пространства, создания нейросетей и цифровой образовательной среды будет возрастать.

КАДРОВЫЕ РЕСУРСЫ ПРЕДПРИЯТИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Л. И. Горелова, Ю. Б. Надточий

МИРЭА — Российский технологический университет, Москва,
e-mail: Yflnjxbq-7e@yandex.ru

Реализация государственного направления развития ракетно-космической отрасли возможна при условии устойчивого развития научно-производственной деятельности, что, в свою очередь, определяется её ресурсным обеспечением, в том числе кадровым.

Сейчас, по мнению большинства авторов, кадровые ресурсы считаются наиболее проблемными на предприятиях ракетно-космической отрасли [3, 8, 9]. Под кадровыми ресурсами понимается персонал соответствующей численности и квалификации, способствующий осуществлению научно-производственной деятельности предприятия. При этом необходимо выделить две подгруппы персонала, согласно основным типам выполняемых операций предприятием: исследовательская группа, осуществляющая прикладные научно-исследовательские работы и производственная группа, осуществляющая производственный процесс.

Отмечается, что при избытке общего количества сотрудников, работающих на предприятиях ракетно-космической отрасли, не хватает профессиональных инженерных кадров и руководителей среднего звена. Отдельное внимание уделяется развитию творческих способностей современных специалистов [8].

В марте 2017 г. в докладе генерального директора Госкорпорации «Роскосмос» были озвучены основные компоненты, обеспечивающие стратегическое развитие корпорации — это новые кадры, оптимизация производственного потенциала и структуры отрасли, развитие коммерческого потенциала и совершенствование нормативно-правовой базы. В связи изложенным замыслом (путём активизации внутренних резервов, новых идей, возможностей мирового и внутреннего рынков обеспечить поступательное и технологическое развитие ракетно-космической отрасли, безусловное обеспечение государственных интересов) было предложено создавать условия для привлечения в отрасль молодых талантливых инженеров и учёных, носителей новых идей и способных организаторов. Одним из кадровых инструментов для этого является создание молодёжных коллективов для работы над технологиями будущего [3].

В это же время в докладе академика РАН, ректора Сколковского института науки и технологий (Сколтех) был сделан акцент на неготовности российских предприятий к современным условиям работы: было отмечено, что проблема отсутствия современного оборудования и программного обеспечения менее значима по сравнению с проблемой нехватки некоторых специалистов, например, которые могли бы перевести в электронную, понятную для современных машин форму, существующие в виде бумажных чертежей наработки [8].

В основе возникших проблем обеспечения кадровыми ресурсами предприятий ракетно-космической отрасли лежат следующие причины:

1) низкий уровень заработной платы в российской космической науке и индустрии по сравнению с представителями некоторых других профессий;
2) текучесть молодых кадров и рабочей силы среднего возраста (в частности, и как следствие низкой оплаты труда, а также вследствие плохой адаптации к специфическим условиям деятельности);

3) нежелание и неготовность выпускников работать по выбранной профессии (отчасти это связано с низким престижем профессии);
4) трудность освоения технических наук, отсутствие практической подготовки в некоторых вузах (или недостаточная практическая подготовка);
5) некомпетентность (низкая квалификация) молодых сотрудников.

Можно отметить, что перечисленные причины тесно связаны между собой: одна причина часто является фундаментом для возникновения другой причины (низкая оплата труда, соответственно, нежелание идти работать по выбранной профессии, отсутствие практической подготовки — медленная адаптация к трудовой деятельности и др.).

Это подтверждают и данные проведённого опроса студентов Российского технологического университета технических направлений обучения в 2016 г. с целью выявления существующих проблем для последующей разработки комплекса мер по модернизации системы высшего технического образования [1].

В опросе приняли участие студенты разных технических направлений обучения, так как для решения большинства задач научно-производственной деятельности в ракетно-космической отрасли в силу своей сложности необходимы усилия целой *команды специалистов из разных областей*: инженер-конструктор, инженер-робототехник, авиамеханик, инженер-строитель, инженер по телекоммуникациям и связи и это далеко не весь перечень требуемых профессий.

Наглядными являются полученные результаты, касающиеся мотивации на дальнейшую работу по выбранной профессии. 92,9 % опрошенных выбрали вариант ответа «хорошая заработная плата». На втором месте (39,2 %) ответ «интересная работа» и третье место (33,9 %) у ответа «возможность внести вклад в развитие общества».

Также при пояснении, что понимается под интересной работой, отмечено следующее: понимаю и могу сделать; оригинальные задания; желание ходить на работу; интерес и развитие в данной профессии; интересные знания, возможность развития навыков; участие в новых разработках. А при описании, что можно считать хорошими условиями для работы, перечислено: получение удовольствия от работы, хороший коллектив; понимающее руководство; заработная плата 80...100 тысяч рублей; гибкий график работы, персонал; отсутствие неквалифицированного начальника предприятия.

Один из вопросов был посвящён жизненным планам студентов в отношении их будущей профессиональной деятельности. Чуть менее половины опрошенных (46,4 %) на вопрос: «Планируете ли вы в дальнейшем работать по выбранному направлению обучения?» ответили «по обстоятельствам», 41 % — «пока не знаю» и 37,5 % — «да». Респондентов, которые отметили категоричный ответ «нет» всего 7,1 %.

При указании причин, по которым планируют/не планируют работать были получены следующие ответы:
1) *планируют работать*: если будет достойная заработная плата; потому что это интересно, есть способности нужные для этой работы; потому что дефицит технических специалистов, интересная работа; нравится; просто так;
2) *не планируют работать*, потому что: интересует другое направление обучения; ошибся с выбором; решил пойти в другую сферу деятельности; не интересно.

В современных условиях, что подтверждают и некоторые результаты представленного опроса, снижение интереса к техническим профессиям объясняется сложностью обучения и дальнейшей работы, а также низкой заработной платой. Но в настоящее время создаются условия по решению указанных проблем.

Например, в МИРЭА — Российский технологический университет (РТУ) реализуется эффективная и уникальная система обучения: «высшее учебное заведение — базовая кафедра — базовое предприятие (организация)». Данная система обучения позволяет обеспечить высокую эффективность учебного процесса с гарантией выпускникам быстрой адаптации к реальным условиям их будущей работы. Заключены договоры о разных формах сотрудничества РТУ МИРЭА с организациями и промышленными предприятиями (в том числе, ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королёва» (РКК); Научно-производственный центр автоматики и приборостроения имени академика Н. А. Пилюгина; АО «Российские космические системы»; Государственный космический научно-производственный центр имени М. В. Хруничева (ГКНПЦ); Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры и др.). В 2018 г. научные коллективы университета участвовали в выполнении НИР, НИОКР, государственных контрактов в рамках выполнения Государственного оборонного заказа, научных проектов государственной корпорации по комической деятельности «Роскосмос». Как соисполнитель (контрагент) университет участвует в выполнении шести госконтрактов с предприятиями «Роскосмос» по заданию Оборонно-промышленного комплекса [6].

Проблема с низкой заработной платой на предприятиях ракетно-космической отрасли отчасти решается на основе подписанного в феврале 2018 г. Отраслевого соглашения на 2018–2020 гг. (соглашение подписали: генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос», председатель Общероссийского профессионального союза работников общего машиностроения и президент Общероссийского отраслевого объединения работодателей «Союз работодателей ракетно-космической промышленности России»). Отраслевое соглашение по организациям ракетно-космической промышленности регулирует социально-трудовые отношения и устанавливает общие принципы регулирования связанных с ними экономических отношений, в том числе — взаимные обязательства сторон по вопросам оплаты труда, условий, охраны, режимов труда и отдыха, занятости, социальных гарантий, льгот и компенсаций для работников, развития социального партнёрства и иные вопросы, определённые с учётом интересов работодателей и работников. Соглашение вступило в силу с 1 марта 2018 г. Для повышения заинтересованности работников в стабильности и успешной деятельности организаций и обеспечения их прав и гарантий в области оплаты труда политика в области оплаты труда направлена на обеспечение связи размера заработной платы работников с результатами труда [5].

Также сейчас можно говорить об успешной реализации ведомственной целевой программы «Новые кадры для оборонно-промышленного комплекса» с целью подготовки квалифицированных кадров, отвечающих новым требованиям, которая предполагает развитие эффективных механизмов взаимодействия образовательных организаций и предприятий на всех этапах карьерной траектории студента: начиная с профориентационных мероприятий и заканчивая совместными научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими разработками с привлечением магистрантов и аспирантов [7].

Повышение качества кадровых ресурсов и эффективность их использования связаны с обеспечением профессиональной подготовки и переподготовки. На многих предприятиях ракетно-космической отрасли открываются собственные центры обучения сотрудников, создают системы подготовки и закрепления профессиональных кадров. При этом главное, чтобы было качественное базовое техническое образование у сотрудников (выпускников), и не обязательно только по соответствующему направлению подготовки, как было указано выше.

Кадровую проблему по подготовке квалифицированных специалистов отчасти могут решить следующие шаги, которые давно разработаны, но не полностью реализованы [2]:

- определение кадровой потребности предприятий ракетно-космической отрасли на текущий период и перспективу;
- участие ведущих специалистов предприятий в проведении учебного процесса и повышении квалификации педагогических работников вузов;
- расширение участия предприятий в организации практического обучения студентов с предоставлением материально-технической базы, мест практики и др.;
- организация стажировок преподавателей на производстве;
- расширение участия предприятий в формировании и деятельности попечительских советов, оказание спонсорской помощи техникумам и колледжам, в том числе в вопросах создания современной материально-технической базы.

Также можно отметить существование потребности в *более детальной проработке* различных программ зарубежных стажировок и дополнительного образования для специалистов и выпускников. Например, программ дополнительной подготовки выпускников в зарубежных учебных заведениях, программ стажировки специалистов/выпускников в зарубежных космических агентствах (на предприятиях), программ стажировки преподавателей (особенно преподающих профильные дисциплины) на зарубежных предприятиях ракетно-комической отрасли в рамках повышения квалификации (или переподготовки). При этом важная роль отводится государственной поддержке таких программ.

В настоящее время выявлена необходимость использования стратегического подхода к ресурсному обеспечению в целом (в том числе, и кадровому) научно-производственной деятельности в ракетно-космической отрасли, как к сложной производственной системе, для которой характерно наличие обратных связей и различных временных лагов между ресурсными вложениями и их отдачей [4].

Изучение проблем стратегического управления ресурсами показало, что стратегическое управление возникло на результатах выявления и взаимодействия факторов внешней и внутренней среды, таких как: неопределённость и непредсказуемость процессов; появление новых функций, от решения которых зависят сохранение, устойчивость и развитие системы; сложность решения зависимых задач, уровень обеспеченности ресурсов, наличие стратегических ресурсов и др.

Стратегический подход к ресурсному обеспечению научно-производственной деятельности в ракетно-космической отрасли заключается в достижении соответствия целей, задач и приоритетных направлений научно-производственной деятельности организаций ракетно-космической отрасли с учётом возможностей накопления и использования своей ресурсной базы, удовлетворения потребностей всех заинтересованных сторон при значительном усилении в ней роли государства.

Литература

1. *Зерний Ю. В.*, *Надточий Ю. Б.* Проблемы современного технического образования в России // Экономика и предпринимательство. 2016. № 9(74). С. 435–443.
2. *Карпов А. С.* Ракетно-космическая промышленность Российской Федерации: современное состояние и перспективы // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2008. Т. 4. Вып. 12. С. 43–48.
3. *Кулешов А.* Россия оказалась в ситуации 1929 года: инженеров новой формации просто некому учить? URL: http://ancb.ru/publication/read/4086 (дата обращения 25.09.2018).

4. *Надточий Ю. Б.*, *Горелова Л. И.* Проблемы ресурсного обеспечения предприятий ракетно-космической отрасли // Вопросы инновационной экономики. 2019. Т. 9. № 2. DOI: 10.18334/vinec.9.2.40799.
5. Официальный сайт Госкорпорации «Роскосмос». URL: https://www.roscosmos.ru/24745/ (дата обращения 27.09.2018).
6. Официальный сайт «МИРЭА — Российский технологический университет». URL: https://www.mirea.ru/ (дата обращения 18.05.2019).
7. Сайт Министерства образования и науки Российской Федерации. URL: https://минобрнауки.рф/projects/кадры-опк (дата обращения 11.10.2018).
8. Стратегическое развитие Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» на период до 2025 года и перспективу до 2030 года. URL: https://www.roscosmos.ru/media/files/docs/2017/dokladstrategia.pdf (дата обращения 25.09.2018).
9. Экономика космической деятельности / под науч. ред. Г. Г. Райкунова. М: Физматлит, 2013. 600 с.

ОПЫТ КОСМИЧЕСКОГО ЦЕНТРА СКОЛТЕХА В АЭРОКОСМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ: ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ «СИРИУС» И ПРОГРАММА «ДЕЖУРНЫЙ ПО ПЛАНЕТЕ»

А. Ю. Громыко

Сколковский институт науки и технологий,
e-mail: a.gromyko@skoltech.ru

Основные тезисы:

1. Проектное образование для школьников в Сколтехе.

Проектное образование для школьников является одним из важных направлений деятельности космического центра Сколтеха. Подобные образовательные технологии позволяют вводить школьников в практику современных научных и промышленных проектов, знакомя с теми ключевыми тематиками исследований и работ, которые ведутся сегодня в Сколтехе (микроспутниковые технологии, роевые технологии взаимодействия малых космических аппаратов, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) и др).

Что подразумевается под проектной деятельностью и как устроены проектные образовательные технологии? С практической точки зрения проектная деятельность в образовании позволяет построить связь между ключевыми отраслями экономики, наукой, и образовательной системой, что является залогом развития социальной и экономической системы общества, и призвана ответить на вызов о будущем технологическом лидерстве. Качество выпускников вузов часто не соответствует современным требованиям работодателей, в то время как школьники отрезаны от проблем работодателей. Проблемы современной науки, также как правило, далеко оторваны от тех «исследовательских» работ, которые делают школьники. Единственный способ преодолеть этот разрыв состоит в том, чтобы ставить актуальные задачи, которые не решены сегодня на практике (в промышленности, в бизнесе, в предпринимательской среде, в науке) и создавать условия для проектирования решений силами детско-взрослых команд.

Создание таких команд в рамках образовательной среды реализуется с меньшими ограничениями со стороны корпоративных и научных (или научно-образовательных) структур, как, например, Сколтех, в отличие от процедуры создания реальных проектных команд. Подобные пространства в образовании воспринимаются экспертами как игра и благотворительность (всё ради детей), что позволяет вовлечь специалистов различного уровня в процесс проектирования и поиска решений. Таким образом, за счёт включения экспертов в проектную деятельность школьники начинают видеть реальные проблемы науки и отраслей, получают целостное представление о том, как устроена та или иная профессиональная сфера, что помогает сделать более осознанный выбор профессии, а представители этих слоёв начинают видеть ресурс получения достаточно интересных результатов — нестандартных и продуманных решений актуальных задач. Так, в процессе проектной деятельности получается замыкать промышленность, науку и образование вокруг поиска решений актуальных задач — то, ради чего проектная деятельность создавалась, вносилась в требования Федеральных государственных образовательных стандартов, и теперь технологизируется.

Следует отдельно отметить, что подобный отечественный подход отвечает принципам развития образовательных систем, выработанных за рубежом, в частности — на Западе. Неслучайно развитие образовательной системы, образовательные технологии и компетентности

будущих выпускников всегда обсуждаются в контексте общего развития экономической системы. Так, например, подход обсуждающий развитие в треугольнике «промышленность — университет — государство» (Triple Helix) уже стал классическим и объединяет целые группы исследователей в США и ЕС.

Сколковский институт науки и технологий поддерживает две крупные программы в области аэрокосмического образования в России — это программа для вовлечения широких масс школьников в аэрокосмическое образование «Дежурный по планете», а также программа для талантливых школьников на базе Образовательного центра «Сириус» — «Большие вызовы».

2. Программа «Дежурный по планете»: основные результаты и стратегия развития.

«Дежурный по планете» (далее Программа) — научно-технологическое и образовательное движение, объединяющее школьников, студентов, наставников, инновационные компании, заинтересованных в космических технологиях и современной космонавтике.

Основные цели:

- формирование сообщества не менее 100 000 в период с 2018 до 2024 г. школьников и преподавателей, заинтересованных в работе с космическими технологиями, в образовательных, научных и инновационных проектах в области космоса;
- определение профессиональных траекторий для школьников, студентов и молодёжи, интересующейся космическими технологиями, образовательными, научными, инновационными программами в области космоса;
- поддержка и реализация образовательных, научных и инновационных проектов, методик и технологий в области космонавтики;
- интеграция и поддержка инфраструктуры для реализации программ в области аэрокосмической деятельности.

Основной источник бюджетного финансирования Программы — средства Долгосрочной комплексной программы «Национальная техническая инициатива», относимой Президентом Российской Федерации В. В. Путиным к приоритетным программам России. Мероприятия Программы, в основном, реализуются в рамках приоритетных направлений двух её дорожных карт «Аэронет» и «Кружковое движение» с участием рабочих групп по этим дорожным картам. В связи с тем, что получателями средств в Программе являются малые инновационные компании, эти средства предоставляются в рамках конкурса «Развитие-НТИ» Фонда содействия инновациям (ФСИ) за счёт направляемой ежегодно в его бюджет части средств, выделяемых ФСИ в федеральном бюджете на «Национальную технологическую инициативу». Дополнительно ФСИ привлекает для финансирования соревнований и проектных смен школьников средства на развитие инновационной инфраструктуры молодёжного инновационного предпринимательства.

В 2018/2019 гг. Программа была реализована в пилотном режиме: Было проведено пять всероссийских конкурсов, одна космическая смена в Образовательном центре «Сириус». Создано сообщество в социальной сети «Вконтакте» более чем 5000 участников, через популяризаторские мероприятия «Дежурного по планете» прошло более 30000 участников, активными участниками конкурсов стало более 2000 человек, победители программы — 93 человека получили путёвку на участие в смене в Образовательном центре «Сириус». На базе центра был отработан акселератор школьных проектов, где наставники помогали школьникам довести проекты начатые в течение года. Были также отработаны основные образовательные направления программы, разработаны образовательные методики и образовательные курсы по основным направлениям работы: космические

миссии (спутники, космическая техника, космические эксперименты и проч.), приём данных и наземная инфраструктура (антенны, приём данных и проч.), а также работа с данными ДЗЗ (конкурс «Бельки-2019»).

В 2019/2020 гг. задача состоит в том, чтобы значительно повысить число активных участников программы, т.е. участников популяризаторских акций, посетителей мастер-классов, профильных музеев, фестивалей, акций, проводимых под эгидой «Дежурный по планете». Эти акции позволят вовлечь до 50 000 в образовательную деятельность, в образовательную активность, связанную с программой «Дежурный по планете», а также наметить образовательную траекторию — кружки, кванториумы, клубы, конкурсы, в которых в дальнейшем смогут развиваться участники программы, что делается в партнёрстве и под эгидой кружкового движения Национальной технологической инициативы.

Вторая задача по развитию образовательной составляющей программы состоит с улучшением качества образовательных программ и конкурсов, обеспечением связи между тем, какие задачи решают школьники и какие научные исследования и разработки ведут профильные компании, поддерживающие программу «Дежурный по планете». Основные направления: космические миссии и МКА, приём данных и наземная инфраструктура, работа с данными ДЗЗ и приложениями.

В-третьих, для развития программы необходимо решить несколько организационных задач: поддержка педагогов и методических разработок для наставников; интернационализация программы и вовлечение иностранных участников в программу «Дежурный по планете», системная деятельность Проектного офиса программы «Дежурный по планете» в том числе по вовлечению всех партнёров и организаторов программы.

Уникальная особенность программы состоит в том, что работа со школьниками и их вовлечение в образовательные программы осуществляется по темам, напрямую связанным с приоритетными направлениями исследований и разработок. В данном случае речь идёт о развитии микроспутниковых технологий и отработке роевого взаимодействия между малыми спутниками. Современное развитие наноспутников в формате CubeSat позволяет рассматривать их не только в качестве пробных аппаратов для отработки и демонстрации технологий, но и как полноценные инструменты в миссиях дистанционного зондирования и даже в межпланетных миссиях. Вместе с тем для спутников такого формата, как правило, характерны жёсткие ограничения по уровню потребляемой энергии, а также по объёму передаваемых данных. Это приводит к идее о разделении функций между группой наноспутников, образующих так называемый рой. Применение роя наноспутников вместо единого аппарата оказывается выгоднее с экономической точки зрения. Миссии, в которых малые аппараты образуют рой, выполняя некоторую общую задачу уже довольно давно обсуждаются специалистами. Так, например, «рой» наноспутников может служить распределённой системой для многоточечных синхронных измерений космической погоды, формировать распределённую антенну или функционировать как телескоп с большой апертурой.

3. Направление «Современная космонавтика» программы «Большие вызовы» в Образовательном центре «Сириус».

Программы «Большие вызовы» в Образовательном центре «Сириус» принципиально отличны от массовых форматов образования в программе «Дежурный по планете». Подобный образовательный продукт — это штучный, уникальный проект, где действительно возникает возможность ввести школьников в ключевые направления исследований Сколтеха.

Директор Космического центра Сколковского института науки и технологий А. Б. Иванов был соруководителем направления «Космический технологии» программы «Большие вызовы». В направлении представлено шесть проектов от ведущих компаний и организаций космической отрасли при поддержке Госкорпорации «Роскосмос» — Научно-производственного объединения «Энергомаш», ПАО «РКК «Энергия», ООО «Спутникс», Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Инженерно-технического центра «Сканэкс» и Сколтех. Сколтех реализовал на смене проект по одному из приоритетных направлений разработок — по отработке роевого взаимодействия малых космических аппаратов.

Цель образовательной программы «Большие вызовы – 2019» — включить одарённых школьников 8–10-х классов в работу с инновационными технологиями под руководством наставников, которые научат, в условиях ограниченного времени, создавать продукты, интересные для реального производства.

Приведённые в проекте направления представляют прорывные разработки в различных направлениях космических исследований и космической деятельности в России. Крайне важно ещё на этапе школы дать возможность ребятам включиться в решение подобных инновационных задач, именно это является залогом того, что в будущем они подключатся к профессиональной работе над подобными проектами в области космонавтики.

1 июля в «Сириусе» стартовала 4-я Научно-технологическая образовательная программа «Большие вызовы — 2019» для финалистов одноимённого конкурса, который проводится в четвёртый раз. За три недели школьники предложат решения актуальных научно-исследовательских задач по 12 направлениям, соответствующим Стратегии научно-технологического развития России — от больших данных до космических технологий, от биотехнологий до освоения Арктики и мирового океана.

Цель образовательной программы «Большие вызовы – 2019» — включить одарённых школьников 8–10-х классов в работу с инновационными технологиями под руководством наставников, которые научат, в условиях ограниченного времени, создавать продукты, интересные для реального производства.

ШКОЛЬНЫЙ МУЗЕЙ КОСМОНАВТИКИ ИМ. С. П. КОРОЛЁВА — ЦЕНТР ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ШКОЛЫ

О. В. Данилова

Средняя общеобразовательная школа № 58 Приморского района Санкт-Петербурга, учитель математики и руководитель музея, e-mail: kosmos58school@yandex.ru

«Наступит и то время, когда космический корабль
с людьми покинет Землю и направится в путешествие.
Надёжный мост с Земли в космос уже перекинут»
Сергей Павлович Королёв

Сегодня для ознакомления с моим опытом работы мы отправимся на борт Международной космической станции (МКС), которой 20 ноября 2018 г. исполнилось 20 лет.

В основе устройства станции заложен модульный принцип и последовательное присоединение блоков друг к другу. Для эффективной работы станции важно не только функционирование каждого отсека, но и их взаимосвязь, иначе работа целого комплекса будет нарушена. В своей системе работы я хочу выделить следующие модули: поисково-собирательный, экспозиционный, экскурсионный, направление культурно-массовых мероприятий, исследовательскую деятельность и сетевое взаимодействие.

Однако начать наше путешествие нужно с главного пункта управления МКС, с мечты, которую хочется постоянно развивать — музея космонавтики им. С. П. Королёва. Для образовательного учреждения это научно-исследовательский центр, институт общественной социализации, обеспечивающий открытость образовательного.

Экспозиция, посвящённая первым покорителям космоса, была открыта в школе ещё в 1988 г., однако только 13 июля 2018 г. школьному «Музею космонавтики им. С. П. Королёва» было присвоено звание «Музей образовательного учреждения».

Итак, мы перебираемся в первый модуль, отвечающий за исследовательскую деятельность. Для реализации данного направления необходимо создание разнообразных исследовательских работ и участие в различных конкурсах не только обучающихся, но и педагогов школы. Это позволяет развивать у обучающихся позиции не стороннего наблюдателя, а заинтересованного исследователя. С 2018 г. школьный музей стал базой для подготовки к такому важному компоненту образовательного процесса, как Олимпиада НТИ и Всероссийская олимпиада школьников.

Исследовательская деятельность обучающихся способствует формированию и личной ответственности в отношении к прошлому, настоящему и будущему нашей великой страны. В этом учебном году команда нашей школы стала лауреатом XIII Всероссийских юношеских научных чтениях им. С. П. Королёва, победила в городской конференции «Космос. Интеллект. Творчество», ученица 8-го класса стала призёром городского фестиваля-конкурса «Наследники вселенной». Участие во многих конкурсах стало доброй традицией, и мы уже готовим новые выступления. Ещё одним достижением этого учебного года является создание на базе школы моделей ракет, участвующих в традиционных запусках, посвящённых Дню космонавтики. Особенной инновационной исследовательской гордостью школы стала установка антенны метеорологического назначения, исследовательский пункт управления которой располагается непосредственно в музее.

Наше путешествие по станции продолжается, и мы попадаем в модуль, отвечающий за реализацию Поисково-собирательного на-

правления. Данное направление позволяет решать задачи воспитания любви к школе, к родному краю и людям, заботящимся о его процветании. Часть поисково-собирательной работы реализуется в форме проектной деятельности. Однако центром данного направления в нашем музее являются встречи с интересными людьми. Из последних знаковых встреч отмечу приезд дочери Сергея Павловича — Натальи Сергеевны и лётчиков-космонавтов Александра Павловича Александрова, Павла Владимировича Виноградова и Анатолия Павловича Арцебарского. Также в дальнейшей работе планируется сделать акцент на использование квест-технологий.

Наш полёт продолжается, и следующий модуль станции — экскурсионное направление. Это направление позволяет реализовывать принцип единства теории и практики в образовательной деятельности школы. Фирменной деятельностью музея является единое образовательное пространство как ресурс изменения качества урока. Это и уроки английского в музее, и уроки математики с использованием материалов музея. Так же в своей деятельности я практикую виртуальные экскурсии.

Итак, мы оказались в самом красивом и эстетическом модуле — Экспозиционном (оформительском). В процессе работы по данному направлению решаются задачи по формированию и мобилизации творческих способностей обучающихся. Мы движемся в ногу со временем и постоянно работаем над дизайном сайта образовательного учреждения и отдельно страницы музея. Так же устраиваются временные выставки, происходит совместная деятельность музея и художественно-эстетического направления дополнительного образования, организована доска почёта, создана книга почётных гостей.

Блок станции, отвечающий за направление культурно-массовых мероприятий и дел. При работе по данному направлению развивается совместная детско-взрослая деятельность на материалах музейной практики. Это проведение космических уроков, праздников и торжественных встреч, посвящённых памятным датам отечественной космонавтики, проект «Космический журнал» и многое другое, а самое приятное, что количество мероприятий в плане социокультурных событий школы постоянно растёт.

Заключительный модуль нашей станции — это сетевые партнёры. Мы гордимся и дорожим всеми связями нашего музея и делаем всё, чтобы развивать и улучшать отношения с партнёрами. Крепкой платформой для совместной работы является Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского, Михайловская военная артиллерийская академия, Федерация космонавтики России и корпорация «Роскосмос». Очень большие планы на будущее связывают нас с Дворцом творчества детей и молодёжи «Молодёжный творческий Форум Китеж плюс» Санкт-Петербурга, с которым у нас началась тесная и плодотворная дружба. С помощью сетевого взаимодействия удаётся решать задачи по обеспечению качественного образования, социализации, профориентационной работы и адаптации обучающихся к условиям современной жизни путём формирования сетевой модели обучения.

Подводя итоги моего педагогического опыта на примере космической станции, можно с уверенностью сказать, что потенциал школьного музея позволяет решать различный спектр задач в рамках реализации направлений «инженерная, культурологическая, открытая, инновационная школа и школа гражданской активности, что обеспечивает духовный и культурный рост, интеллектуальное развитие, социализацию и гражданскую ответственность обучающихся.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ГРАЖДАНИН ВСЕЛЕННОЙ» КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРОЕКТА «ДОМ ЦИОЛКОВСКОГО»

М. В. Дёмин

Рабочая группа по созданию Мемориально-просветительского комплекса «Дом Циолковского» в Рязанской области,
e-mail: m1demin@yandex.ru

Круглогодичный детский образовательный центр «Гражданин Вселенной» (КДОЦ) является составной частью проекта по организации в Рязанской области Мемориально-просветительского комплекса с рабочим названием «Дом Циолковского» (МПКЦ) и его увязки с уже существующими на территории региона объектами.

Основа проекта МПКЦ состоит в создании единой структуры, связанной с биографией и творческим наследием Константина Эдуардовича Циолковского, посредством организации кластеров в с. Ижевское (родина Циолковского) и в Рязани (с которой связано около 10 лет жизни Циолковского), и их интеграции через создание уникальной транспортной системы.

Безусловная значимость Циолковского, как основоположника космонавтики, сформировала достаточно стереотипный образ Константина Эдуардовича. При этом не акцентируется внимания на достижениях и идеях гения Циолковского, относящихся к другим областям науки и техники. Но с его именем связано начало освоения воздушного океана. Именно великим русским учёным были выполнены пионерские проекты в области воздухоплавания. Им были изготовлены первые модели аэростатов (дирижаблей). Немалая заслуга принадлежит Константину Эдуардовичу и в становлении авиации.

Самые современные идеи, аппараты, механизмы и устройства, используемые в энергетике, исследовании мирового океана, в частности при создании судов на воздушной подушке, и других отраслях, также зачастую опираются на наследие Циолковского. Его мысли нашли своё воплощение в разработках последующих поколений учёных и инженеров. Эти заслуги Константина Эдуардовича безусловно найдут своё отражение в экспозиционном пространстве МПКЦ.

Основой, объединяющим началом всего этого многообразия достижений гения отечественной науки стала «космическая философия» Циолковского, наследующая и развивающая идеи его учителя, основоположника русского космизма Н. Ф. Фёдорова, родина которого, село Ключи, также расположена на территории Рязанской области. Сам Константин Эдуардович воспринимал свои работы в области космонавтики, как вторичные по отношению к тем философским вопросам, разрешению которых он посвятил всю жизнь. Сегодня всё больше и больше проявляется востребованность гениальных предвидений основоположников русского космизма для понимания не только дня сегодняшнего, но и дня будущего.

Немного о названии проекта: «Дом Циолковского». Константин Эдуардович до конца своей жизни признавал своей родиной Рязанскую землю. Поэтому такое название проекта, реализующегося на Рязанщине, является несомненно исторически и смыслово оправданным.

Есть ещё одна грань понимания этого названия. Оно несёт в себе главный призыв, а именно идею объединения нашего славного прошлого в лице Российской Империи, Советского Союза, дня сегодняшнего нашей Родины и нашего общего космического Будущего в едином, непрерывном и нераздельном Доме. Именно эта преемственность, это единство Истории, в качестве объединяющего элемента которой в данном случае выступает биография великого сына земли Рязанской, земли Русской, земли Советской, земли нашего

будущего, должна быть воплощена в предлагаемом комплексе как основополагающая идея. При этом важно сделать так, чтобы создаваемое историческое, научное, культурное и техническое пространство не было чем-то косным, но открытым развитию следующими поколениями.

Детский образовательный центр «Гражданин Вселенной»

Круглогодичный Детский образовательный центр «Гражданин Вселенной» (ДОЦ) планируется сделать площадкой для обучения детей из разных регионов России, кому интересна и близка тема исследования Космоса во всех его проявлениях, начиная от астрономии, космологии и ракетостроения, через информатику и робототехнику, до биологии и медицины, изобразительного искусства, музыки, литературы, фотографии, кинематографа...

Организовать КДОЦ предполагается в составе Ижевского кластера МПКЦ, на родине К. Э. Циолковского, что безусловно имеет символическое значение.

В рамках образовательного Центра «Гражданин Вселенной» предусмотрена специализация детей среднего и старшего школьного возраста по следующим «космическим» дисциплинам (с созданием соответствующей образовательно-исследовательской инфраструктуры):

1. Космология и космогония.

Дискуссионный центр, предполагающий «большой взрыв» познания при взаимодействии «вселенных» математики и философии;

2. Астрономия и астрофизика.

Предполагается организация обсерватории и астрофизической лаборатории;

3. Инженерное дело.

Основные направления — ракетостроение, транспортные системы и строительство поселений, с организацией соответствующих кабинетов и мастерских;

4. Энергетика.

Исследовательские лаборатории по энергообеспечению космических транспортных систем и внеземных поселений;

5. Робототехника и обработка данных.

Создание лабораторий робототехники, обработки данных и систем управления;

6. Планетная геология (планетология)

Методики поиска полезных ископаемых, их исследование и использование в специализированных лабораториях.

7. Медицина.

Специализированные медицинские аудитории и лаборатории;

8. Биология, космобиология и астробиология.

Организация ботанической, зоологической и биологической станций в сотрудничестве с персоналом Окского государственного природного биосферного заповедника;

9. Космос и культура.

Создание музыкальной, литературной, изобразительной, фотографической, кинематографической, телевизионной студий.

Программа КДОЦ также могла бы включать углублённые занятия с детьми по вопросам философии. Немаловажно в процессе занятий с будущими исследователями Космоса касаться сегодняшнего видения проблем космонавтики и ракетостроения будущего.

Помимо специализированных лабораторий и студий, просто необходимо оснастить ДОЦ современными спортивными залами, бассейном. Важно уделить внимание и культурному досугу, а значит, необходимы и библиотека, и оборудованный новейшими технологиями актовый зал.

В идеале, КДОЦ мог бы выполнять функции «основного» обучающего Центра по программе подготовки будущих потенциальных

исследователей Космоса, в то время, как по всей стране развивалась бы сеть региональных и муниципальных центров (по типу «Кванториумов»).

Помимо специализированного, «космического» обучения, в стенах Центра «Гражданин Вселенной» детям обязательно должна преподаваться и обычная школьная программа, чтобы они не отставали от своих сверстников.

Важнейшим вопросом при реализации идеи детского образовательного центра «Гражданин Вселенной» безусловно станет квалификация его преподавательского состава. К работе КДОЦ, помимо высококлассного педагогического коллектива самого Центра, просто необходимо привлекать наиболее значимых специалистов, работающих на передовых рубежах науки и техники.

«Содержанию» КДОЦ должна быть придана соответствующая «форма». В качестве возможного прототипа архитектурного проекта Центра можно использовать идеи Циолковского по созданию орбитальных станций («эфирных поселений»).

Гостям Ижевского кластера КДОЦ мог бы предложить посещение учебной обсерватории. Кроме того, в рамках МПКЦ в Ижевском предполагается создание Выставочного зала «Путь к звёздам».

Что касается местоположения центра «Гражданин Вселенной», то оно должно быть обусловлено следующими критериями:

1. КДОЦ должен находиться вне границ села, на расстоянии 2...5 км от него, чтобы, с одной стороны, обеспечить формирование необходимого микроклимата в коллективе Центра за счёт сокращения внешних контактов, а с другой стороны, избежать полной изоляции слушателей от окружающей социальной сферы;
2. ДОЦ должен располагаться в месте, позволяющем обеспечить наиболее благоприятные условия проживания и обучения для его слушателей, такие как наличие леса и водоёма.

Местом для строительства ДОЦ могли бы стать одна из следующих площадок:

- территория исчезнувшего посёлка Красный Городковичского сельского поселения (7 км от села Ижевское);
- территория в посёлке Одоевские горы (3 км от села Ижевское).

Выставочный зал «Путь к звёздам»

Наличие в Ижевском кластере Круглогодичного детского образовательного Центра «Гражданин Вселенной» само собой предполагает и создание выставочного зала, где будут экспонироваться как достижения слушателей КДОЦ, так и детские работы по этой тематике со всей страны. «Путь к звёздам» (название выставочного зала) взято по названию сборника работ К. Э. Циолковского и отражает изначальную нацеленность авторов его экспонатов на «понимание» Космоса и подготовку к освоению космического пространства.

Целесообразно возвести Выставочный зал поблизости от КДОЦ. Ещё один возможный вариант его территориального размещения — рядом с Музеем космонавтики им. К. Э. Циолковского в селе Ижевское.

Образовательно-познавательная составляющая МПКЦ

В целом, МПКЦ ориентирован на «семейное посещение», иными словами, он должен быть востребован людьми разных поколений и возрастов, и прежде всего, детям. Практически все его объекты наделены просветительским функционалом. Исходя из этого, помимо образовательного центра «Гражданин Вселенной», ещё ряд структур Мемориально-просветительского комплекса «Дом Циолковского» призваны содействовать ему в деле «космического» просвещения и образования.

К ним относятся объекты Рязанского кластера МПКЦ:

Комплекс «Рязанский Планетарий: центр детского научно-технического творчества, сферический кинотеатр и студия сферического кинематографа, космоквесты.

Образовательно-библиотечное пространство «Сотворение»: многофункциональное библиотечно-исследовательское пространство, экспозиции «Космическая фантастика Циолковского», «Рязанцы в космонавтике и ракетостроении», «Преодоление» (о гениях и талантах, оставивших след в мировой истории невзирая на «непреодолимые» препятствия), «Неизвестные имена» (об учёных, чьи имена незаслуженно забыты).

Музей «Мировые пространства Циолковского»: его экспозиция призвана отразить главные темы творческого наследия К. Э. Циолковского.

Музей «Человек и Вселенная»: основой его экспозиции является философское учение русского космизма.

В составе Ижевского кластера МПКЦ образовательно-просветительские функции будут выполнять следующие объекты:

Музей космонавтики им. Циолковского: разработана образовательная программа «Человек и Вселенная», проходят интерактивные занятия для дошкольников и младших школьников «Маленький космонавт», занятие-игра «Звёздные капитаны», викторина «День в музее К. Э. Циолковского». В рамках МПКЦ предполагается его развитие за счёт Сферического кинотеатра и создания Зала имитаторов космической техники.

Детский познавательно-развлекательный парк космической фантастики «Альбом путешествий»: основой для создания предполагается сделать произведения научно-фантастической литературы отечественных авторов для детей разных возрастов.

Макет-парк космодромов Земли «Звездоплаватели»: в его рамках предполагается рассказать обо всех существующих, законсервированных и перспективных космодромах Земли.

Кроме того, предполагается взаимодействие со сторонними структурами, такими как, Ижевская школа, школы Рязани и области, Музей космонавтики в школе № 16 Рязани, Детский дворец творчества (Рязань), Детский центр «Кванториум» (Рязань), вузы и предприятия Рязанщины и России.

Помимо своего прямого предназначения, Детский образовательный центр «Гражданин Вселенной» мог бы стать своеобразным «индикатором» работы всей системы «космического образования» в Рязанской области, да и в России в целом, и образовательно-познавательной составляющей МПКЦ в частности. Именно по востребованности КДОЦ, а также по уровню увлечённости и предварительной подготовленности его учеников можно было бы судить о состоянии всего «космического образования, как такового.

Тем самым центр «Гражданин Вселенной» просто обязан стать «центром» всего Мемориально-просветительского комплекса «Дом Циолковского».

В целом, проект МПКЦ призван максимально полно раскрыть всё симфоническое многообразие наследия русского, советского гения, всю многогранность его личности и творчества. Сама биография Циолковского утверждает, что для человека нет ничего невозможного. Нужно только верить в свои силы и идти по избранному пути, невзирая на все жизненные перипетии. Это понимание необходимо донести до сегодняшнего человека, особенно до нового поколения соотечественников Циолковского.

Жизнь и деятельность К. Э. Циолковского — это пример служения своей Мечте. Это пример Подвига Человека в преодолении всех невзгод, выпавших на его долю, всех неблагоприятных обстоятельств во имя служения Будущему. А мечтал гений о счастливом и великом будущем не для себя, но для всех людей. Увековечивание памяти

Константина Эдуардовича — это сохранение памяти благодарных потомков о человеке, положившем все свои силы, всю свою жизнь ради их счастья.

Сегодня, когда мерилом жизненного успеха всё чаще становятся соображения эгоизма, стяжательства, имя Циолковского должно служить примером для всех, кто считает своим Домом весь мир, а своей семьёй всё Человечество.

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ИДЕЙ К. Э. ЦИОЛКОВСКОГО И РУССКИХ КОСМИСТОВ В МУЗЕЙНЫХ ЭКСПОЗИЦИЯХ МЕМОРИАЛЬНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА «ДОМ ЦИОЛКОВСКОГО». НОВЫЕ ПОДХОДЫ

М. В. Дёмин

Рабочая группа по созданию Мемориально-просветительского комплекса «Дом Циолковского» в Рязанской области,
e-mail: m1demin@yandex.ru

В проект Мемориально-просветительского комплекса «Дом Циолковского» в Рязанской области (МПКЦ) заложен всеобъемлющий принцип — все его составляющие связаны с биографией или творческим наследием К. Э. Циолковского. Тем самым достигается одна из основных целей проекта — возрождение интереса к имени и образу Константина Эдуардовича, к его трудам и тем человеческим, жизненным принципам, которые он исповедовал.

Безусловно, Циолковский известен, как основоположник практической космонавтики, но для него продвижение человека в Космос, освоение человеком Космоса не являлось самоцелью развития человечества. По свидетельству ученика и сподвижника Циолковского Александра Леонидовича Чижевского, Константин Эдуардович всю жизнь пытался ответить на краеугольные философские вопросы: «*Зачем всё это — зачем существуют материя*, *растения*, *животные? Человек и его мозг — тоже материя*, *требующая ответа на вопрос: зачем всё это? Зачем существует мир*, *Вселенная*, *Космос?*» [1].

И подвигаясь в осмыслении этого вопроса, Циолковский утвердился в мысли, что «*материя через посредство человека не только восходит на высший уровень своего развития*, *но и начинает мало-помалу познавать самое себя!*» [1].

Мысль о необходимости и неизбежности выхода человека в Космос была высказана ещё Николаем Фёдоровичем Фёдоровым, утверждавшим, что «*только такая безбрежная*, *требующая дерзновения область деятельности*, *как овладение космосом*, *привлечёт к себе и бесконечно умножит энергию ума*, *отваги*, *изобретательности*, *самоотверженности*, *всех совокупных человеческих сил*, *которые сейчас расходуются на взаимную рознь или растрачиваются по пустякам*» [2]. Циолковский развил эти выводы своего учителя, призвав «*идти вперёд и прогрессировать — в отношении тела*, *ума*, *нравственности*, *познания и технического могущества. Впереди его* [человека] *ждёт нечто блестящее*, *невообразимое*» [3].

Формирование понимания Космоса как образа будущего для человека является одной из самых значимых целей, заложенных в проект МПКЦ. Сегодня важно зримо донести эти мысли современному человеку, современному человечеству, стоящему перед выбором пути своего дальнейшего развития.

Структурно проект состоит из двух кластеров: в с. Ижевское Спасского района Рязанской области (родина К. Э. Циолковского) и в Рязани, где будущий гений суммарно прожил около 10 лет в детстве и отрочестве. Кроме того, в рамках МПКЦ предполагается создание уникальной транспортной составляющей (УТС), которая помимо своего прямого предназначения, призвана также стать частью экспозиции комплекса.

В рамках доклада основное внимание будет уделено двум музеям, которые территориально предполагается разместить в Рязани.

Музей «*Мировые пространства Циолковского*». Экспозиция Музея «Мировые пространства Циолковского» (МПЦ) призвана отразить главные темы творческого наследия К. Э. Циолковского. В её основе —

публикации и рукописи, знакомство с которыми погрузят посетителей в удивительные Миры Циолковского, в пространства Мечты, Мыслей и Идей гения.

Название экспозиции взято из заголовка автобиографии Константина Эдуардовича «Путешественник в мировые пространства», записанной Александром Леонидовичем Чижевским. Экспозиции МПЦ посвящены тем или иным областям философии, науки, техники, литературы, в которых творил гений Циолковского. Каждое из них получило наименование «Пространство».

Пространство Разума отражает прежде всего философское и нравственное мировоззрение Циолковского. Основой для создания этой экспозиции послужили труды Константина Эдуардовича «Монизм вселенной», «Научная этика», «Причина космоса», «Нирвана», «Горе и гений», «Воля вселенной», «Существа разных периодов эволюции», «Общественная организация человечества», «Двигатели прогресса» и многие, многие другие. Кроме того, в данном разделе музея будет рассказано о научном мировоззрении Циолковского, изложенном в таких работах гения, как «Знание и его распространение», «Общий алфавит и язык», «Второе начало термодинамики», «Зарождение жизни на Земле», «Современное состояние Земли», «Будущее Земли и человечества», «Прошедшее Земли» и других.

Пространство Мечты посвящено рассказу о Циолковском, как о грандиозном популяризаторе науки, в частности, о его научно-фантастических произведениях, таких как «На Луне», «Грёзы о Земле и небе», «На Весте», «Без тяжести», «Вне Земли», «За атмосферой Земли».

Пространство Атмосферы посвящено работам Константина Эдуардовича по освоению воздушного океана Земли. Являясь одним из пионеров воздухоплавания и авиации в России, да и в мире, Циолковский предложил немало идей, которые были позже реализованы конструкторами авиационной техники и дирижаблестроителями.

Перечислим только те направления, над которыми он работал: аэростаты, дирижабли, аэропланы, полуреактивные аэропланы, аэроплан высот, планеры, стратостаты, лопастная воздуходувка (аэродинамическая труба), моноплан – «летающее крыло» и др.

Пространству Земли Циолковский уделил немало внимания в своих работах. Эта экспозиция будет посвящена его трудам, связанным с освоением пустынь («Добыча воды в безводных местностях», «Жилища пустынь») и проблемами транспорта («Рельсовый автопоезд», «Поезд на воздушной подушке»). К проблематике освоения человеком труднодоступных уголков планеты Константин Эдуардович возвращался неоднократно и в других работах.

Пространству Океана посвящены работы учёного «Океанская батисфера», «Гидроплан-крыло», «Волнолом и извлечение энергии из морских волн». Циолковский писал также об использовании машин-автоматов при эксплуатации морского дна и морских шахт, мечтал об уничтожении «*страдания в океанах*», об обустройстве «*громадных оранжерей*» на поверхностях озёр, морей и океанов.

Пространство Энергии учёный исследовал в многих своих трудах. Приведём только часть описываемых в них приборов: парогазовый двигатель, солнечный нагреватель, волноломы, лёгкий мотор, сжиматель газов, комнатный охладитель, энергия взрывных (тепловых) двигателей. Вообще, Циолковский огромное внимание уделял проблеме энергетической оснащённости человечества, как в земных условиях, так и в Космосе. Например, он предвидел использование атомной энергии при освоении космического пространства.

Пространство Космоса — пожалуй, наиболее известная часть творческого наследия Циолковского. В основу этой экспозиции будут положены труды автора о космосе и космической технике: «Исследование мировых пространств реактивными приборами»,

«Ракеты и ракетные поезда», «Эфирные поселения», «Цели звездоплавания», «Межпланетная сигнализация», «Богатства вселенной», «Давление внутри звёзд (Солнца) и их сжатие», «Образование космических туманностей и солнечных систем», «Образование Земли», «Звездоплавателям», и многие, многие другие.

Немного особняком, но, безусловно, абсолютно правомочно вошедшим в состав музея, стоит экспозиция, которая будет называться «*Циолковский и современность*», призванная играть роль выставочного медиа-зала МПЦ. Его постоянная экспозиция будет посвящена развитию идей, высказанных Циолковским и воплощённых его последователями.

Музей «*Человек и Вселенная*». Создание Музея «Человек и Вселенная» в Рязани обусловлено тем обстоятельством, что основой его экспозиционного пространства является философское учение русского космизма, основоположники которого Н. Ф. Фёдоров и К. Э. Циолковский имеют самое непосредственное отношение к Рязанской области, поскольку являются её уроженцами.

Музей получил своё название благодаря тому, что именно проблема взаимоотношения, взаимодействия, взаимопроникновения Человека и Вселенной является краеугольным камнем всей философии русского космизма. Экспозиционное пространство выстроено таким образом, чтобы не только сделать понятными для широкого круга посетителей идеи космистов, но и утвердить само имя Человека в мире, его ответственность за будущее Вселенной.

Структурно музей «Человек и Вселенная» состоит из трёх экспозиционных разделов.

Экспозиционный раздел «*Начала*»

Название экспозиционного раздела — «Начала», отсылает к трём великим трудам с таким же названием: «Началам» Евклида, «Началам философии» Рене Декарта и «Математическим началам натуральной философии» Исаака Ньютона.

Но «Начала» имеют ещё одно смысловое значение. Так в христианских представлениях назывался один из девяти чинов ангельских, который упоминается в Новом завете в Послании к Римлянам (8, 38), в Послании к Ефесянам (1, 21), в Послании к Колоссянам (1, 16). Начала для христианских теософов — духи личности Человека и Времени.

Зал «Аз есмь...». Что есть Человек? Зачем он пришёл в Мир? Ответ на эти вопросы тысячелетиями вставал перед людьми. Мыслители, философы, теософы разных времён и народов по-разному отвечали на эти вопросы.

Зал «Мир». Формирование человеческой общности. Постижение человеком Космоса, как мироздания. Исторические аспекты этих процессов.

Экспозиционный раздел «*Слово*»

Слово — вечно. Слово действенно, оно может исцелить, оно может убить, оно может направить, оно может обмануть, оно — великая загадка и великое откровение. Слово способно преображать человека и мир. Слово лежит в начале начал. «В начале было Слово...» (Иоанн Богослов). Это великое «слово жизни», самораскрытие «бога незримого». Что есть Бог?

Что побудило свершится Большому взрыву, началу Вселенной? Почему вещество после Большого взрыва не сколлапсировало и не рассеялось, а продолжает эволюционировать? Получается, что Вселенная должна была с самого начала развиваться надлежащим образом? Таких вопросов множество. И самый главный — есть ли «космический закон», «слово Космоса»? Человек всегда будет стремиться понять, постичь это.

Потому и родилось Слово Русского космизма — это великое Слово, обращённое к каждому Человеку, и ко всему Человечеству. Слово о дне сегодняшнем, но обращённое в день завтрашний

и помнящее о дне вчерашнем. Потому и экспозиционный раздел о сути русского космизма называется «Слово».

Зал «Человек». «Философия общего дела» Фёдорова и понимание человеком своего предназначения в будущем, с точки зрения русского космизма.

Зал «Земля». «Ноосфера» академика Вернадского, мысли других космистов о будущем человечества и планеты Земля.

Зал «Вселенная». «Космическая философия» Циолковского и русских космистов о роли и смысле человека во Вселенной.

Зал «Жизнь». «Воскрешение» Фёдорова, «лучистое человечество» Циолковского, как смысл и образ для саморазвития человека в пространстве и времени.

Экспозиционный раздел «*Гражданин Вселенной*»

Впервые понятие «Гражданин Вселенной» было сформулировано Циолковским. Само слово «гражданин» предполагает наделение правами, свободами и обременение обязанностями человека по отношению к государству. Точно также, по отношению ко Вселенной у человека есть права и обязанности.

Наиболее полно свои обязательства, как «граждан» по отношению ко Вселенной было понято, осознано и явлено представителями русского космизма, которым и посвящён этот раздел.

Зал «Понимание космизма». Биография и работы Н. Ф. Фёдорова, В. С. Соловьева, о. П. Флоренского и других представителей религиозно-философской ветви русского космизма

Зал «Сознание космизма». Биография и труды К. Э. Циолковского, В. И. Вернадского и других представителей естественно-научного направления в русском космизме.

Зал «Явление космизма». Биографии и произведения представителей литературно-художественного и музыкального направлений русского космизма.

Конечно, популяризация идей К. Э. Циолковского в рамках МПКЦ не ограничивается исключительно этими двумя музеями. Этой цели служит практически каждый объект, как Ижевского, так и Рязанского кластеров. Более того, даже УТС (уникальная транспортная составляющая МПКЦ), как было сказано выше, разрабатывается в качестве действующей «музейной экспозиции» учёного.

Структурно УТС подразделяется на автомобильный, водный, воздухоплавательный и беспилотный (автомобильный) виды транспортных средств. За исключением автомобильного все остальные транспортные категории нашли своё отражение в работах Циолковского.

Дирижабли были едва ли не самым любимым Циолковским видом транспорта. Константин Эдуардович занимался вопросами воздухоплавания практически в течении всей своей творческой деятельности.

Суда на воздушной подушке (СВП), которые предполагается задействовать в рамках МПКЦ, впервые были построены советским конструктором Левковым после ознакомления с работой Циолковского «Поезд на воздушной подушке». Более того, при расчёте конструкций СВП используется «формула Циолковского», позволяющая рассчитать скорость воздушного потока для проявления эффекта «подушки».

Упоминания о беспилотных, или «автоматических», как называл их Константин Эдуардович, машинах можно встретить во многих трудах учёного. Циолковский предполагал, что со временем они станут серьёзным подспорьем человеку. Сегодня мы можем наблюдать этот процесс своими глазами, что, однако, не снижает ответственность человека-творца, человека – «гражданина Вселенной» перед будущим.

Научно-технологическое развитие, позволяющее заменить непродуктивный труд, неизбежно сделает более востребованным твор-

ческое начало человека. Кто, как не Циолковский, может послужить в этом примером. Инженерный, научный, философский гений Константина Эдуардовича, коснувшийся самых разных проблем человечества, технических вызовов, усиленный его талантом писателя-популяризатора, является убедительным примером как для человека наших дней, так и для грядущих поколений.

Человек модерна, с его узкоспециализированной подготовкой, неизбежно должен будет уступить место человеку нового Ренессанса, который сможет применить свои таланты в самых разных областях деятельности. Необходимость пробуждения творческого начала в человеке на примере жизни и наследия Циолковского также служит целью проекта МПКЦ.

Литература

1. *Чижевский А. Л.* Теория космических эр (Беседы с Циолковским) // Химия и жизнь. 1977. № 1.
2. *Фёдоров Н. Ф.* Философия общего дела. В 2-х т. Верный, 1906. Т. 1; М., 1913. Т. 2.
3. *Циолковский К. Э.* Грезы о небе и Земле / предисл. В. И. Севастьянова; послесл., примеч. Ю. М. Медведева; худож. С. М. Харламов. Тула: Приок. кн. изд-во, 1986. 448 с.

«УРОКИ ГЕОГРАФИИ С ОРБИТАЛЬНОЙ ВЫСОТЫ» В ПРОГРАММЕ «УРАГАН» НА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Л. В. Десинов[1], С. Л. Десинов[1], С. Т. Кудякова[2], В. А. Рудаков[1]

[1] Институт географии РАН, Москва, e-mail: ldesinov@yandex.ru
[2] Московский педагогический государственный университет, Москва

В линейке учебников географии и дополнительных пособиях к ним, используемых в школах России, космические снимки используются в ограниченном количестве. Учащиеся получают информацию о земной поверхности, природных и техногенных системах, экологических проблемах, как правило, в виде текстового материала, карт, схем, графиков. «Живые» образы географической оболочки Земли остаются вне поля учебного процесса.

Одним из эффективных способов демонстрации географической информации на школьном уроке, особенно данных по актуальным экологическим ситуациям, стихийным природным явлениям и катастрофам, служат космические фотоснимки. В связи с этим фактом назрела настоятельная необходимость создания такого образовательного произведения на базе космической фотосъёмки земной поверхности, который станет универсальным для применения на уроках географии от пятого до одиннадцатого классов и окажется востребованным и для широкого круга людей, заинтересованных в повышении своих знаний о географии России и мира.

Существует огромная диспропорция между возможностями повышения уровня географического образования в школах, лицеях, гимназиях, частных школах Москвы, Санкт-Петербурга и нескольких крупных городов и всех иных городов и сельских поселений, где в географических кабинетах, а зачастую в обычных классных комнатах имеется в наличии только компьютер. В первом случае школы имеют возможность оснащения оргтехникой и дополнительным оборудованием. Для нескольких десятков российских школ и гимназий разработаны и внедрены специальные программно-технические комплексы инновационных средств обучения, которые помимо уроков географии используются на уроках информатики, физики, истории, а также в краеведении. В подавляющем большинстве других школ географические знания ограничены рамками ЕГЭ.

Школьные электронные образовательные продукты нового поколения для уроков географии, демонстрируемые на выставках и конференциях, требуют аппаратурного оснащения школ высокой стоимости. В перспективе подобные продукты найдут широкое применение в школах России. Они служат образцами использования космических фотоснимков для целей географического образования. Однако сегодня в подавляющем большинстве школ больших городов страны один учитель географии ведёт уроки в классах от пятого до одиннадцатого, то есть обучает несколько сотен школьников. В небольших городах и в сельских населённых пунктах зачастую один учитель преподаёт не только географию, но физику или биологию, или историю, или Основы безопасности жизнедеятельности. Соблюдая весь спектр требований по методике преподавания в рамках федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС), дополнительно организуя работу по краеведению, учитель ограничен в демонстрации на уроке новых образовательных географических продуктов, создаваемых для столичных школ и гимназий.

На наш взгляд, в настоящее время в Российской Федерации лидерами в деле внедрения в школьное географическое образование материалов дистанционного зондирования Земли являются некоммерческая организация «Прозрачный Мир» и ООО Инженерная компания «Лоретт», в создании которых и в их практической деятельности

ведущую роль играют В. Е. Гершензон и О. Н. Гершензон. Они активно продвигают и успешно реализуют идею приёма, обработки и анализа космических снимков земной поверхности непосредственно в школах независимо от системы распространения данных «Роскосмоса». Начало было положено в 1998 году созданием портативной станции приёма мелкомасштабных снимков с метеоспутников. Такие устройства были поставлены по доступной для системы образования цене в 14 школ. Снимки поступали непосредственно на компьютер. Проект имел успех. Одновременно наши коллеги проводили мастер-классы, олимпиады и другие мероприятия для школьников с опорой на студентов и преподавателей географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

В настоящее время обеспечена возможность приёма космических фотоснимков с детальностью до 0,5 м. Станция «Лоретт» имеет массу около 20 кг, однако её цена не может быть приемлема для рядового образовательного учреждения. С осени 2018 г. основным являлся конкурс «Бельки-2019». Его участники вначале прошли отборочный тур и только победители стали участниками космической смены в Образовательном центре «Сириус» в Сочи, где приняли участие в дешифрировании и анализе космических снимков высокого разрешения с целью выявления мест нахождения детёнышей бельков.

Данный пример служит иллюстрацией современных подходов к улучшению качества географического образования, однако он в явном виде демонстрирует и ограниченность практического применения.

Всего в России около 42 тыс. школьных образовательных учреждений, из которых сельских около 65 %. Средний возраст учителя географии — 54 года, из них большинство — женщины. И реальная нагрузка на этих людей зашкаливает допустимые нормы.

Главной целью нового образовательного проекта «Уроки географии с орбитальной высоты» является повышение эффективности географического образования в школе с демонстрацией основных природных процессов, причин и особенностей возникновения негативных экологических ситуаций и катастроф.

Важная задача «Уроков географии с орбитальной высоты» — обеспечить наглядную демонстрацию состояния земной поверхности, динамики природных объектов и пространственно-временных связей между природными явлениями и хозяйственной деятельностью.

Авторы «Уроков...» стремятся обеспечить возможности их использования не только в повышении географических знаний, но также в области биологии, физики, картографии, метеорологии, истории, а также побудить педагогов и методистов к самостоятельному повышению знаний о природной среде и техносфере нашей планеты. Новый продукт может быть универсальным не только для школьного, но и университетского образования. Однако для поддержания его эффективности и актуальности потребуется периодическое обновление его составных частей, особенно в разделах связанных с экологическими проблемами.

Проект «Уроки географии с орбитальной высоты» является продолжением «Уроков из космоса», которые были разработаны и реализованы тиражом около 1 тыс. экз. в 90-е годы прошлого века под руководством космонавта А. А. Сереброва.

Самым лучшим видом орбитальной съёмки земной поверхности, используемой в учебных целях, являются пейзажи, отснятые с борта Международной космической станции (МКС) по разделу «Географическое образование» программы «Ураган». Космонавты целенаправленно выбирают объекты и ракурсы их съёмки для демонстрации особенностей ландшафтов Земли и объектов инфраструктуры, экологических бедствий и катастроф. К примеру, к 500-летию

открытия Магелланова пролива, которое произошло в 1519 г., космонавты стремятся получить яркие снимки этого очень протяжённого объекта.

В проекте используется фонд космических изображений в количестве около 500 тыс. снимков, полученных с МКС с 2001 г. Обзорные фотографии и детальные фрагменты позволяют увидеть земную поверхность глазами космонавтов, выполнивших целенаправленную съёмку объектов в рамках раздела «Образование» программы «Ураган». Применяется принцип «от общего к частному», когда вначале даётся образ целого региона с невысокой детальностью, затем отдельных районов и типичных ландшафтов со средним разрешением на местности, а также природных ландшафтов и объектов инфраструктуры площадью всего 12×8 км, когда в одном пикселе фиксируется фрагмент размером 2×2 м.

Демонстрируется то новое, что даёт космическая фотосъёмка земной поверхности по отношению к картам, чтобы создать наглядный образ всех ландшафтов планеты. Авторский текст, тематические карты, схемы и другая необходимая информация раскрывают содержание проекта. «Уроки...» разделены на тематические блоки, исходя не из меняющихся схем педагогического процесса, а из логики демонстрации всех составных частей физической и экономической географии на космических фотоизображениях. Ниже представлены разделы проекта:

1. Географический мониторинг с МКС.
2. Воздушная оболочка Земли.
3. Мировой океан.
4. Рельеф планеты Земля.
5. Горы мира.
6. Вулканы Земли.
7. Реки нашей планеты.
8. Озёра мира.
9. Снежный покров и ледники Земли.
10. Растительные покровы мира.
11. Степные просторы пяти материков.
12. Пустыни и полупустыни планеты Земля.
13. Глобальное изменение климата.
14. Сельское хозяйство мира.
15. Промышленность пяти материков.
16. Транспортная система Земли.
17. Добыча полезных ископаемых на суше и в море.
18. Топливно-энергетический комплекс Земли.
19. Расселение на всей территории мира.
20. Экология и охрана природы на местном и глобальном уровне.
21. Природные и техногенные катастрофы в мире.
22. Рекреация и туризм на пяти материках.

В 2019 г. реализуются три первые темы, отмеченные выше цифрами 5, 8, 9. Основные участники: Институт географии РАН и ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С. П. Королёва» ГК «Роскосмос».

Важной особенностью работ 2019 г. является получение космонавтами тех фрагментов земной поверхности, которые дополнительно необходимы авторам разделов.

При реализации проекта ожидается достижение следующих результатов:

- будет создано важное подспорье учителю географии в демонстрации учащимся широкого перечня объектов земной поверхности в виде космических фотоснимков в дополнение к тексту учебников и к картам;
- наглядное интерактивное пособие для уроков географии в школе, разработанное на основе использования фрагментов

земной поверхности, полученных целенаправленно российскими космонавтами с Международной космической станции, найдет широкое применение в школах России и иных образовательных учреждениях, в университетах, в методических центрах для демонстрации географической оболочки планеты и её инфраструктуры;
- будут созданы предпосылки для повышения эффективности школьного урока географии и для того, чтобы урок географии даже в самой отдалённой школе России мог стать эмоциональным и незабываемым;
- возрастёт географическая компетенция школьников в повседневной жизни, повысится популяризация географии;
- созданный в рамках проекта продукт будет способствовать повышению квалификации учителей и методистов школьного (и не только школьного) географического образования, восприятию основ геоинформационных систем и технологий.

«Уроки географии с орбитальной высоты» не заменяют собой учебник географии, карты, рабочие тетради и все прочие традиционные формы обучения. Они дополняют их и служат ярким наглядным источником информации. Продукт не привязан к тем или иным учебным пособиям, к методикам преподавания. Он свободен от любых субъективных воззрений на тактику и способы донесения географических знаний до школьника или студента. В «Уроках....» природная среда планеты, техносфера и расселение показаны объективно на разные даты съёмки.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СО ШКОЛЬНИКАМИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОБЪЕКТОВ БЛИЖНЕГО КОСМОСА

В. В. Дмитриев

Омский государственный педагогический университет,
e-mail: DmitrievWV@yandex.ru

В работе рассматривается опыт применения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) при организации научно исследовательской работы (НИР) со школьниками. Данная работа ведётся уже в течение 30 лет. Основная привлекаемая к НИР возрастная группа с 8-го по 11-й класс, очень редко в работе принимали учащиеся 6–7-х классов. Этот выбор определён исходя из предметного содержания и требований Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) основного общего образования (5–9-е классы) и среднего общего образования (10–11-е классы) (https://fgos.ru). Предметная область — физика и астрономия, конкретно речь идёт о НИР по изучению объектов солнечной системы: Солнце, планеты и спутники, а также геофизических феноменов: серебристые облака, полярные сияния и т. д. В ряде случаев использовались сведения из близких предметных областей: химия, география и т. д. Особое внимание к использованию именно ИКТ обусловлено уровнем их развития и предоставляемыми возможностями, которые были совершенно немыслимы ещё пару десятилетий назад.

Сосредоточение внимания на НИР, т. е. на внеурочной деятельности, связано с одним из основных требований современных ФГОС — вооружить ученика системой универсальных прикладных действий, связанных с освоением фундаментальных знаний. В основе актуального образовательного стандарта РФ лежит системно-деятельностный подход, который обеспечивает:

- формирование готовности к саморазвитию и непрерывному образованию;
- активную учебно-познавательную деятельность обучающихся;
- построение образовательного процесса с учётом индивидуальных, возрастных, психологических и физиологических особенностей обучающихся.

По мнению автора, не смотря на возможные организационные трудности, НИР всегда была и остаётся неотъемлемой составляющей качественного образовательного процесса. Школьникам и молодым людям вообще, свойственна тяга ко всему новому, к «тайнам» и открытиям. В ходе экскурсий, наблюдений и экспериментов, при анализе результатов мы учим детей наблюдать, исследовать, анализировать и делать выводы. При надлежащей тесной взаимосвязи с основным учебным процессом НИР более всех прочих форм организации учебной деятельности способствует развитию исследовательской, творческой активности учащихся, а также актуализации, углублению и закреплению имеющихся у них знаний, умений и навыков.

Практическая реализация НИР школьников проходила в образовательных учреждениях (ОУ) разного типа и в различных организационных формах. Используемая организационная форма НИР определялась балансом потребностей и возможностей.

В общеобразовательных ОУ (школы, гимназии, лицеи и т. д.) основной была внеурочная деятельность (факультативы, элективные курсы и т. д.).

В ОУ системы дополнительного образования основной формой организации была кружковая работа.

В общественных образовательных организациях и сообществах (например, НОУ — Научное общество учащихся) использовались формы временных исследовательских коллективов, специальных школ, летних или зимних лагерных сборов, итоговых научно-практических конференций и др.

В ОУ системы высшего образования (ФГБОУ ВО ОмГПУ) использовались формы: кружковая работа, малый воскресный университет, электронный портал «Школа» и др.

Контроль качества работы по организации НИР возможен исходя из реализации поставленных целей, которые можно разбить на две группы. В группу условно учебно-дидактических целей могут быть отнесены следующие:

1. Актуализация и закрепление на практике теоретического материала различных школьных предметов.
2. Установление и осмысление детьми межпредметных и междисциплинарных связей.
3. Первичное знакомство с научными методами познания окружающего мира.

В качестве иллюстрации приведу один пример, касающийся второго пункта. В школах № 38 и 92 Омска НИР была реализована в форме элективного курса в котором использовался материал (и соответственно привлекались учителя предметники) из астрономии, физики, математики, географии, информатики и английского языка.

В группу общекультурных целей можно отнести следующие:

1. Воспитание основ критического, научного стиля мышления.
2. Развитие социальных и коммуникативных навыков.
3. Воспитание элементов здоровой амбициозности у молодых людей.

Для иллюстрации второго положения один пример. Ученики 10–11-х классов школы № 38 приводили НИР по исследованию спутниковых изображений поверхности Марса, полученных прибором HiRISE (High Resolution Imaging Science Experiment), который был установлен на спутнике MRO (Mars Reconnaissance Orbiter). Для выполнения этой работы они были вынуждены установить и поддерживать рабочие контакты с кураторами проекта со стороны NASA, естественно на английском языке.

Выбор в качестве предметной области организации НИР астрофизики объектов ближнего космоса обусловлен в основном конечно направленностью собственных научных интересов автора. В качестве оправдания можно указать тот момент, что тематика и содержание НИР обязаны носить развивающий характер, они, безусловно, должны выходить за рамки стандартного школьного курса, но и быть доступны школьникам в понятийном и операционном смысле. Таким образом, проблема, которая стоит перед руководителем НИР школьников, нетривиальна — поиск простотой и доступной, по необходимости локальной, но научно небесполезной задачи. Однако эта не единственная причина выбора данной предметной области и могут быть также указаны ещё и следующие:

- астрономия является самой «междисциплинарной» школьной дисциплиной;
- в области астрономии любитель до сих пор может получить настоящий научный результат;
- любителю, как правило, не доступны крупные инструменты, поэтому он может систематически исследовать объекты достаточно большой яркости, т. е. объекты ближнего космоса.

Широкое использование ИКТ для организации НИР обусловлено уровнем их развития и предоставляемыми возможностями. Не последнюю роль играет практически революционное облегчение

доступа к сетям, удалённым хранилищам информации и информационным потокам. Для иллюстрации существенного вклада ИКТ в организацию и проведение НИР можно выдвинуть следующие положения.

1. Использование и доступность современных средств фиксации результатов (цифровые приёмники) значительно облегчает проведение наблюдений и экспериментов.
2. Современные средства коммуникации (сети, облака) необратимо изменили уровень доступности и сами подходы к решению задачи сохранения и доступа к информации.
3. Мощность и габариты современных вычислительных устройств достаточны для решения задач глубокой обработки информации в «полевых» условиях.
4. Современные возможности по визуализации, презентации и публикации результатов были совершенно немыслимы ещё пару десятилетий назад.
5. Использование ИКТ позволяет вывести ученика на новый, компетентностный уровень работы, т. е. от достаточно простого и пассивного участия в деятельности перейти на следующий, более сложный, но более перспективный уровень — сознательное и активное управление своей деятельностью.

Рассмотрим реализованные НИР на примере двух диаметрально противоположных по физической природе объектов: Солнце и серебристые (мезосферные) облака.

НИР по изучению физических характеристик поверхности Солнца и активных образований реализовывалась несколько раз в ОУ разного уровня. Последний раз это проходило в рамках «Малого воскресного университета», который был организован Омским государственным педагогическим университетом на (ОмГПУ) базе Планетария ОмГПУ. В работе участвовали 8 школьников 9–11-х классов из разных школ Омска. Выбор возрастной группы определялся содержанием работы: работа со сферическими координатами и астрофизические законы излучения АЧТ рекомендованы к изучению, начиная с 9-го класса (http://vserosolymp.rudn.ru/mm/mpp/ast.php).

Работа продолжалась 1 учебный год. Были освоены приборы и методы получения цифровых изображений поверхности Солнца и активных образований, изучены и выбраны каналы получения цифровых изображений от сторонних организаций, изучены теоретические основы и практическая программная реализация алгоритмов обработки изображений для получения астрофизической информации. В качестве формы публикации результатов использовалась научно-практическая конференция Областного научного общества учащихся «Поиск» (городской и областной этапы).

В качестве первичной информации использовались изображения, полученные тремя путями:

- собственные фотографии (телескоп, апертурный фильтр и окулярная камера);
- фотографии, полученные на наземной обсерватории Osservatorio Astrofisico di Catania (http://www.oact.inaf.it/weboac/index_en.html) и фотографии, полученные спутниковыми гелиофизическими телескопами (https://helioviewer.org/ или https://sohowww.nascom.nasa.gov/home.html).

Первым шагом была коррекция проекционных искажений, затем определение гелиографических координат и площадей активных образований. По временным рядам снимков оценивались характеристики вращения поверхности Солнца (период и скорость) и, с учётом масштаба, скорость движения вещества внутри активных образований.

На втором этапе, с использованием закона Стефана – Больцмана оценивалось распределение температуры по диску Солнца и внутри

активных образований. С учётом глубины формирования излучения, оценивался высотный профиль распределения температур в верхних слоях фотосферы Солнца. Следует отметить, что последняя задача вызвала наибольшие затруднения у школьников.

НИР по изучению физических характеристик серебристых (*мезосферных*) *облаков* (СО) реализовывалась несколько раз в ОУ разного уровня. Последний раз это проходило в рамках «Астрономического кружка», который был организован для учеников школы № 117 Омска на базе ОмГПУ. В работе участвовали 14 школьников 9–10-х классов. Выбор возрастной группы определялся содержанием работы: работа с географическими координатами и законы рассеяния света рекомендованы к изучению, начиная с 9-го класса (http://vserosolymp.rudn.ru/mm/mpp/ast.php).

Работа продолжалась 2 учебных года. Были освоены приборы, методы из калибровки и методы получения цифровых изображений СО, изучены и выбраны каналы получения цифровых изображений от сторонних организаций, изучены теоретические основы и практическая программная реализация алгоритмов обработки изображений для получения геофизической информации. В качестве формы публикации результатов использовался региональный конкурс НИР школьников, посвящённый 60-летию запуска первого спутника Земли. Конкурс проводился на базе Планетария ОмГПУ.

В качестве первичной информации использовались изображения, полученные тремя путями:

- собственные фотографии СО, выполненные калиброванными по Солнцу бытовыми фотоаппаратами;
- фотографии, полученные другими наземными наблюдателями (http://meteoweb.ru/astro/nlc/reports.php);
- фотографии, полученные спутниковыми геофизическими радиометрами (платформа AIM, радиометр CIPS http://aim.hamptonu.edu/ или платформа Aura, радиометр HIRDLS https://aura.gsfc.nasa.gov/index.html).

На первом этапе, с учётом вероятной высоты, оценивались географические координаты и размеры полей СО. По временным рядам оценивалась горизонтальная скорость перемещения фрагментов облаков. За заключительном этапе, по спектральным характеристикам рассеяния оценивались размеры частиц, образующих СО. Последняя задача решалась в предположении сферической формы частиц, частицы считались состоящими из чистого водяного льда. Не смотря на серьёзные упрощения, результаты оценок школьников соответствуют результатам других авторов и прямых ракетных экспериментов (http://www.astronet.ru/db/msg/1214909).

СИСТЕМА ОЧНО-ЗАОЧНОЙ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ К ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЕ ПО АСТРОНОМИИ

В. В. Дмитриев

Омский государственный педагогический университет,
e-mail: DmitrievWV@yandex.ru

В работе рассматривается накопленный в Омской области опыт организации системы подготовки учащихся школ города и области к участию во Всероссийский олимпиаде школьников по астрономии. Организационно-правовые моменты нашей деятельности определены Приказом Минобрнауки России от 18 ноября 2013 г. № 1252 «Об утверждении Порядка проведения всероссийской олимпиады школьников» (в ред. Приказов Минобрнауки России от 17.03.2015 № 249, от 17.12.2015 № 1488, от 17.11.2016 № 1435, URL: http://ege.edu.ru/ru/main/legal-documents/education/?id_4=19533). Содержательная сторона программ подготовки менялась в разные годы в соответствии с актуальными методическими рекомендациями центральной предметно-методической комиссии по астрономии всероссийской олимпиады школьников, см. http://vserosolymp.rudn.ru/mm/mpp/ast.php.

Предметные олимпиады являются одним их основных «инструментов» поиска и выявления одарённой молодёжи, способствуют формированию будущей интеллектуальной элиты. Наличие такой элиты является совершенно обязательным условием не только для интенсивного развития, но и для элементарного выживания нашей страны. Именно этот момент и определяет актуальность и важность олимпиадного движения. С другой стороны, олимпиада по предмету — это не только проверка образовательных достижений учащихся, но и эвристическое, интеллектуально-поисковое соревнование школьников в творческом применении знаний, умений, способностей и компетенций по решению нестандартных заданий или заданий повышенной сложности. Это, безусловно, способствует воспитанию лидерских качеств и элементов здоровой амбициозности у молодых людей, что, конечно, противоречит общепринятому олимпийскому девизу, но, в конечном итоге, полезно для интенсивного развития страны и общества.

С нашей точки зрения подготовка школьников к предметной олимпиаде включает в себя три «подзадачи».

1. Поиск, отбор и подготовка учащихся соответствующего класса. Понятно, что это основная часть работы.
2. Методическая и консультативная помощь школьным учителям предметникам. Именно учителя школ обеспечивают формирование базового уровня знаний и проводят первичный отбор детей. Если этому направлению не уделить должного внимания, то и работать будет не с кем.
3. Третья (итоговая) часть. Работа региональных предметно-методических комиссий и жюри первых трёх этапов олимпиады.

В настоящей работе мы уделим основное внимание первой и третьей задачам.

Действующая на настоящий момент система подготовки школьников Омской области к олимпиадам по астрономии начала складываться с конца 1980-х гг. Начиная с 2017/2018 учебного года работа проводится на базе «Круглогодичной очно-заочной школы для одарённых детей и педагогов, работающих с одарёнными детьми». Головным организатором школы является Бюджетное образовательное учреждение Омской области дополнительного профессионального образования «Институт развития образования Омской области».

Все программные и методические материалы доступны на соответствующем сайте: https://schod.irooo.ru/.

Отличительной чертой нашего подхода является сочетание очных и заочных форм проведения занятий. С учётом всех существующих реалий, продолжительность указанных форм установлена в 14–16 недель заочных на 1 неделю очных занятий. При организации заочных занятий оказалось логичным использовать возможности современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Основная привлекаемая к подготовке возрастная группа с 7-го по 10-й класс, учащиеся других классов участвовали в работе лишь эпизодически. Исключение из систематической работы учащихся выпускного (11-го) класса вызвано связано с их загруженностью и подготовкой к итоговой аттестации. Занятия проводились в двух возрастных группах: 7–8-е классы и 9–10-е классы.

Предметное содержание и уровень заданий определены требованиями ФГОС основного общего образования: 5–9-е классы и среднего общего образования: 10-11-е классы (https://fgos.ru.), а также «Методическими рекомендациями...» утверждёнными на заседании центральной предметно-методической комиссии по астрономии (http://vserosolymp.rudn.ru/mm/mpp/ast.php). Относительно последнего документа следует пояснить, что требования и рекомендации с некоторой периодичность изменяются, что приводит к некоторой трансформации содержательной части проводимых занятий.

В качестве примера рассмотрим систему занятий для учащихся 9-10-х классов. Работа распланирована на два учебных года. В пределах каждого учебного года проводится 24 заочных занятия (48 часов) и 24 очных занятия (48 часов). Заочные занятия проходят в форме вебинаров, периодичность примерно 1 занятие в неделю. Итого на каждое полугодие 12 занятий и рабочих недель. По организационным причинам, продолжительность «заочного» периода короче, чем стандартное школьное полугодие. Очные занятия проводятся дважды в год около осенних и весенних каникул, конкретная дата определяется занятостью участников. Продолжительность очной сессии составляет 2 раза по 2 суток.

Итоговая успешность работы в конечном счёте определяется в основном актуализацией знаний и активной работой школьников. Эти факторы успеха плохо поддаются управлению. Однако путём соответствующей организации и планирования мы можем обеспечить реализацию двух других факторов успеха: доступность материалов для подготовки к олимпиадам и преемственность ступеней обучения. Доступность материалов обеспечивается средствами современных ИКТ, поскольку презентации и видеозаписи очных занятий, вебинаров, задания, методические рекомендации и всё остальное сохраняются и в любой момент доступны в электронном виде на портале (https://schod.irooo.ru/). Преемственность содержания обеспечивается соответствующим планированием работы.

Содержательное планирование опиралось на четыре базовых принципа.

1. Анализ заданий и результатов прошедших олимпиад. При подготовке к олимпиадам постоянно происходит расширение, углубление и уточнение запаса знаний. Поэтому разбор олимпиадных заданий прошлых лет является эффективной формой подготовки как учителей, так и учеников к участию в олимпиаде. Обычно при анализе прошедших олимпиад вскрываются упущения и недостатки, не учтённые в предыдущие годы.
2. Систематичность. Для эффективной подготовки к олимпиаде важно, чтобы олимпиада не воспринималась как разовое мероприятие. Подготовка к олимпиаде должна быть систематической и преемственной (см. выше). По уровню интенсивности можно выделить две градации: постоянная (стандартная, систематическая), которая проводится в течение всего учебного

года и интенсивная, которая проводится непосредственно перед определённым этапом олимпиады.

3. Принцип опережающего уровня сложности. Суть данного принципа в том, что для успешного участия в олимпиаде необходимо проводить подготовку учащихся по заданиям более высокого уровня сложности, чем те, которые используются в базовом школьном образовании. Реализация этого принципа придаёт учащемуся уверенность ещё и в психологическом плане.
4. Максимальная самостоятельность. Качественная работа по подготовке школьника к олимпиаде, не сводится к рассмотрению заданий, предлагаемых учителем. Она предполагает также и большую самостоятельную работу ученика с дополнительной литературой, электронными и сетевыми источниками информации, поиск ответов на вопросы и решение заданий, выходящих за пределы излагаемого учителем. Именно в этой части работы кроется основной потенциал для развития познавательных сил школьника. К сожалению, именно эта часть работы труднее всего поддаётся планированию и контролю.

При планировании предметного содержания и уровня сложности занятий мы также учитываем и опираемся:

- на базовую школьную подготовку по предмету (предметам);
- подготовку, полученную в рамках системы дополнительного образования (кружки, факультативы, курсы по выбору);
- самоподготовку (чтение научной и научно-популярной литературы, самостоятельное решение задач, поиск информации в интернете и т. д.);
- целенаправленная подготовка к участию в определённом этапе олимпиады (обычно, такая подготовка осуществляется под руководством педагога, имеющего опыт участия в олимпиадном движении по тому или иному предмету).

Содержательная часть занятий, помимо «Методических рекомендаций...» определялась актуальными, на текущий момент учебниками и дополнительной литературой, которую сегодня принято делить на методические линии по головному учебнику. Согласно действующему «Федеральному перечню учебников, рекомендованных к использованию при реализации программ общего образования» (http://www.fpu.edu.ru/fpu/) возможно использование учебников трёх методических линий:

- № 1.3.5.3.1.1 Воронцов-Вельяминов Б. А., Страут Е. К. Астрономия (базовый уровень) 10-11-е классы, ООО «ДРОФА», (*ВВиС*);
- № 1.3.5.3.2.1 Левитан Е. П. Астрономия (базовый уровень) 11-й класс, АО «Изд-во «Просвещение» (*Л*);
- № 1.3.5.3.3.1 Чаругин В. М. Астрономия (базовый уровень) 10-11-е классы, АО «Изд-во «Просвещение» (*Ч*).

По уровню обеспеченности дополнительными методическими материалами лучше всего обстоят дела в линии *ВВиС*, затем *Ч*, потом *Л*. Задача, отчасти, облегчается тем, что при работе с учебником *Л* можно использовать литературу от других методических линий. Учебник *Ч*, к сожалению, не очень удобен для поурочного планирования и в работе со школьниками. Таким образом, исходя из опыта работы, мы остановились на методической линии *ВВиС*.

Из множества доступных сборников упражнений и задач мы остановились на четырёх, соответствующих актуальным учебникам. Чаще всего нами используются № 4 и 1, так как они в наибольшей степени соответствуют 2-му и 3-му базовым принципам (систематичности и опережающего развития).

Гомулина Н. Н. Астрономия: Проверочные и контрольные работы. 11 кл. М.: Дрофа, 2018.

Кирик Л. А., *Захожай В. А.*, *Бондаренко К. П.* Астрономия. Разноуровневые самостоятельные работы с примерами решения задач. М.: Илекса, 2018.

Угольников О. С. Астрономия. Задачник. 10–11 кл. М.: Просвещение, 2018. 79 с.

Татарников А. М., *Угольников О. С.*, *Фадеев Е. Н.* Астрономия: сб. задач и упражнений. 10-11 кл. М.: Просвещение, 2018. 160 с.

Сохраняют своё значение и задачники прошлых лет за авторством Сурдина В. Г. (http://lnfm1.sai.msu.ru/~surdin/), Воронцова-Вельяминова Б. А. и Дагаева М. М. В принципе задачники двух последних из упомянутых авторов являются вузовскими, но часть заданий из них использовать можно.

Для реализации первого из четырёх базовых принципов (анализ заданий и результатов прошедших олимпиад) незаменимой оказалась база заданий разных этапов прошлых лет на портале олимпиад: https://info.olimpiada.ru/.

Планирование видов деятельности, их порядка и длительности, уровень сложности используемого материала определяются в первую очередь подготовленностью детей. В нашем случае очно-заочная школа по положению ориентирована на работу с детьми, проживающими в селе, поэтому уровень сложности заданий, к сожалению, не очень превышает базовый. Это, в свою очередь, ограничивает возможный уровень успешного участия школьников муниципальным и, весьма редко, региональным этапом олимпиады.

Разберём для примера устоявшуюся на практике структуру заочного занятия — вебинара. Общая продолжительность — 2 академических часа. Чаще всего выделяются 4 этапа: разбор домашних заданий от прошлого занятия, изложение теоретического материала, разбор задач по новому материалу и формулирование домашних заданий по текущему занятию. Объём домашних заданий обычно не превышает 2–5 задач, из расчёта 2–3 астрономических часа на их выполнение. Если задание носит творческий характер и имеет межпредметное содержание, то на его решение может быть отведено 2 недели. Например: оценить температуру, до которой нагреется чисто железный метеорит, упавший на поверхность Земли. Часть занятия, посвящённую изложению нового материала, оказалось целесообразным с периодичностью 5–7 минут прерывать вопросами к учащимся для самостоятельного размышления. Вопросы должны допускать простой ответ, который можно изложить в чате. Например: как изменяется радиус звезды при «вертикальном срезе» диаграммы Герцшпрунга – Рессела? Данная задача допускает качественный и количественный ответ, смотря по возможностям детей. При разборе задач, основанных на новом теоретическом материале, оказалось целесообразным примерно треть заданий выносить на обсуждение и самостоятельное решение, для сложных и объёмных задач решение лучше разбить на относительно простые этапы.

В заключение позволю высказать предложение. Возможно, имеет смысл подумать о создании непрерывной цепочки в системе подготовки: от школьников, через студентов и затем к учителям. Традиционно в системе подготовки задействованы школьники и часть учителей. Наш опыт позволяет сделать вывод о полезности использования студентов, изучающих астрономию, для подготовки и проведения олимпиад. В частности для студентов это дополнительная практика и опыт работы с реальными школьниками, полигон для апробации дипломных и выпускных квалификационных работ и т. д.

МУЗЕЙ КАК НОСИТЕЛЬ КОСМИЧЕСКОЙ ИДЕИ И ЕГО ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ СРЕДСТВАМИ СОВРЕМЕННОГО МАРКЕТИНГА

Н. Д. Дмитриев

ПО «Восток. Один», АНО «Центр содействия развитию в сфере культуры и туризма «Проекция»
Городская туристская программа «Карта Гостя Санкт-Петербурга»

«По-христиански музей, очевидно, —
не собор только учёных, а собирание всех;
назначение музея быть „ловцом человеков“».
Н. Ф. Фёдоров

Сегодня, в XXI веке, когда мы наблюдаем взрывной интерес к теме освоения космоса, начало второй «космической гонки», инициированной в первую очередь США, мы не можем не обратить внимание, что, помимо политических мотивов, всё большую роль играют мотивы экономические. Космическая гонка стала «рыночной», освоение космоса трактуется как соревнование за обладание ресурсами за пределами Земли в интересах конкретных стран, корпораций. Несмотря на имеющийся потенциал, Россия в этом соревновании пока отстаёт от западных стран. При этом всё более заметны азиатские претенденты на доли в космосе — Китай и Индия.

Опасной тенденцией в современной космической деятельности человечества является тренд на перенос военных технологий в космическое пространство, что противоречит принципам мирного использования космического пространства, заложенных в резолюции Генеральной ассамблеи ООН 2130 (XX) от 21.12.1965 «Международное сотрудничество в использовании космического пространства в мирных целях», ставшим основой деятельности Комитета по использованию космического пространства в мирных целях ООН, закреплённых в «Договоре о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела» («Договор по космосу», 1966).

Задачей России на современном этапе является сохранение лидирующих позиций в создании ракетно-космической техники и подготовке кадров для космической отрасли. Однако есть ещё одна задача, которую по важности можно определить, как задачу общепланетарного значения, а именно — преодоление трагического разрыва и скорейшее восстановление связи космической идеи с космической практикой. Идеи, которая была максимально чётко сформулирована «московским Сократом» Николаем Фёдоровым: «Тот материал, из коего образовались богатырство, аскеты, прокладывавшие пути в северных лесах, казачество, беглые и т. п. — это те силы, которые проявятся ещё более в крейсерстве и, воспитанные широкими просторами суши и океана, потребуют себе необходимого выхода, иначе неизбежны перевороты и всякого рода нестроения, потрясения. Ширь Русской земли способствует образованию подобных характеров; наш простор служит переходом к простору небесного пространства, этого нового поприща для великого подвига».

Изменения, произошедшие в России в 1917 году, привели, в том числе, к отрыву космической теории и практики от христианского религиозно-философского контекста, сформированного «Философией общего дела» Николая Фёдорова и значимыми работами других русских космистов. Отец космонавтики — К. Э. Циолковский, много внимания в своих работах уделявший вопросам философии, социологии, был широко поддержан советской властью, но лишь в научно-технической части его творчества. Учитель и наставник Циолковского Н. Ф. Фёдоров был исключён из информационного

поля, в том числе из процессов воспитания молодёжи, подготовки космических кадров. Произошёл разрыв между космической идеей и космической практикой. При этом сам Циолковский писал: «Сначала неизбежно идут: мысль, фантазия, сказка. За ними шествует научный расчёт, и уже, в конце концов, исполнение венчает мысль». Эта формула убедительно отражается в преемственности Фёдоров – Циолковский – Цандер – Королёв и, наконец, венец воплощения мечты-идеи — Ю. А. Гагарин, совершивший 12 апреля 1961 года первый полёт. Всех этих людей и многих их соратников отличала вдохновенность и твёрдая вера в мечту, что давало силы работать, претерпевая всевозможные лишения.

Современные космонавты и другие специалисты отрасли, получившие образование в советское время и в постсоветский период, за редким исключением, даже не прикасались к космической философии и не знают имени и работ Фёдорова и его последователей. Что уж говорить о поколениях других людей, чьё мировоззрение формировалось советской пропагандой, и о современниках, черпающих информацию из СМИ и интернета, обильно насыщенных репортажами о космических неуспехах современной России и достижениях Илона Маска (США). Рыночная модель, внедряемая в космическую отрасль долгие годы, несмотря на неоднократные реорганизации и смены руководства, приживается с трудом на российской почве. Не хватает архиважного компонента, ведущего к успеху — вдохновения.

Нет сомнений, что люди, ставшие первыми космическими практиками, заложившими основу отечественной космической отрасли, среди которых Ф. А. Цандер, М. К. Тихонравов, И. Т. Клейменов лично встречавшиеся с К. Э. Циолковским, Г. Э. Лангемак, В. П. Глушко, С. П. Королёв, Я. И. Перельман, состоявшие с ним в переписке, не только получали советы практического свойства, но и были искренне вдохновлены им и его идеями. Воодушевление передалось и Ю. А. Гагарину, он писал: «Я настолько „болен“, что в одном письме передать свои страдания не могу, о своих переживаниях не могу никому сказать. Мне даже снятся корабли, ракеты, тёмное безмерное пространство космоса, астероиды и Маленький принц...» и ещё: «Циолковский пишет, — а я его читаю почти ежедневно (старая, ещё техникумовская привязанность), — что в космосе царствует гармонический разум. Это, конечно, не мистика, а хорошо организованная функция космоса, работающая на отлаженном механизме физических законов». В свою очередь именно Н. Ф. Фёдоров стал вдохновителем К. Э. Циолковского, который говорил о нём: «Фёдорова я считаю необыкновенным человеком, а встречу с ним — счастьем. Он мне заменил университетских профессоров, с которыми я не общался».

Значение преемственности во всех культурах и видах деятельности человечества невозможно недооценить. Наставничество и обучение составляют единый комплекс передачи знаний. Высокое значение личного общения с Учителем можно наблюдать практически во всех культурах, во всех религиях человечества. Например, в христианстве это беседы Иисуса Христа с апостолами. А среди практик Дзогчен, применяемых в некоторых школах тибетского буддизма и в традиции бон, особо выделяется «прямая передача», т. е. непосредственный контакт Учителя и ученика «от сердца к сердцу». Индийский философ-грамматист Бхартрихари в трактате «Вакьяпадия» вводит понятие пратибха. Данное слово буквально означает «свечение» (bhā) «против», «к», «взамен» (prati), что можно трактовать как «свечение в ответ» (и тут аналогия не с зеркалом, а со светильником, когда от одного зажигается другой, пламя которого по своей природе не будет отличаться от пламени первого, тогда как отражение всегда отлично от оригинала).

Итак, помимо сугубо практических задач, перед Россией стоит задача духовного обновления — воодушевления. Решение этой задачи должно происходить целеустремлённо и комплексно по всем

направлениям, начиная с воспитания детей, школьного образования и патриотического воспитания, до включения философского курса в подготовку космонавтов и других кадров космической отрасли и заканчивая PR-активностью международного масштаба. К счастью для этого есть и предпосылки, и возможности.

Главная предпосылка — Россия — родина космонавтики. Главная возможность — живы свидетели и очевидцы космических успехов СССР, живы люди, лично знавшие Королёва, Гагарина и их соратников. Эти люди могут передать нам, всему человечеству эстафету космического Творчества.

Прекрасной базой для такой передачи могут и должны быть космические музеи. Невероятный взлёт популярности космической темы, произошедший в середине XX века благодаря успехам космической отрасли СССР и победам в космической гонке, привёл, в том числе, к созданию в стране большого числа космических аттракций — музеев, планетариев и других достопримечательностей. И практически ни в одном из них история космонавтики не представлена ab ovo, от духовного истока отечественной космической мысли, которым мы должны считать непревзойдённые по масштабу и смелости работы Николая Фёдорова. При этом музейное дело, воспитание и педагогика видятся одним из мощнейших каналов, который необходимо задействовать для восстановления связи времён. В экспозициях каждого космического музея должны появиться разделы, освещающие Русский космизм и представляющие аудитории невероятные масштабы мысли отечественных космистов, среди которых философы (Н. Ф. Фёдоров, В. С. Соловьёв, Н. А. Бердяев), учёные (К. Э. Циолковский, В. И. Вернадский, А. Л. Чижевский), религиозные деятели (от. С. Булгаков, от. П. Флоренский) и многие другие замечательные имена. Начало этому восстановлению уже положено — в столице успешно работает Музей-библиотека Н. Ф. Фёдорова, в 2015 году в Московском мемориальном музее космонавтики состоялась выставка «Колыбель человечества: Философия космизма», эстафету подхватил Музей космонавтики и ракетной техники им. В. П. Глушко в Санкт-Петербурге, разместивший аналогичную выставку на своих площадях. В состав Музея истории космонавтики в Калуге входят Мемориальный Дом-музей К. Э. Циолковского и Дом-музей А. Л. Чижевского, а на площадке самого Музея истории регулярно проходят просветительские мероприятия по теме Русского космизма, в частности лекции, посвящённые Н. Ф. Фёдорову.

На территории современной России действуют более 70 аттракций, посвящённых космической тематике. Это музеи, планетарии, доступные для посещения обсерватории, памятные места, арт-пространства. Все они составляют потенциал для продвижения идей Русского космизма. Единственное, что для этого необходимо — найти в себе смелость и отказаться от стереотипа советского времени о том, что космонавтика началась с теоретических разработок К. Э. Циолковского и расширить экспозиции материалами, посвящёнными Русскому космизму и космистам, в первую очередь Николаю Фёдорову.

Необходимо отметить, что посещаемость музеев последние годы растёт, а посетителями музеев становятся не только наши соотечественники, но и иностранные туристы, живо интересующиеся историей космонавтики. Этому способствует мировая тенденция к росту туризма. Мировой сектор путешествий и туризма в 2018 году обеспечил 10,4 % мирового ВВП, а темпы роста отрасли в денежном выражении оказались более чем в два раза выше, чем в секторе информационных технологий. Отрасль растёт восьмой год подряд, показав в 2018 году рост в деньгах на 3,9 %. Это выше темпов роста мировой экономики (3,2 % в 2018 году). Учитывая данные, свидетельствующие о мировом тренде возрастания объёмов международного туризма, необходимо уже сейчас предпринимать шаги для того, чтобы

музеи стали полноценными площадками межкультурной коммуникации, готовить тематические экскурсии с включением информации о Русском космизме, сопровождать экспонаты мультиязычными комментариями, заниматься продвижением интернет-ресурсов, использовать для просветительской деятельности современные средства коммуникаций — социальные сети, блоги.

В своей работе «Музей, его смысл и назначение» Н. Ф. Фёдоров писал: «По-христиански музей, очевидно, — не собор только учёных, а собирание всех; назначение музея быть „ловцом человеков“»! Нам остаётся только выполнить этот завет, используя современный музейный, педагогический и маркетинговый инструментарий. У читателя — неспециалиста возможно возникнет вопрос: при чём тут маркетинг, определение из рыночной экономики. Однако автор настаивает на том, что необходимо использовать весь имеющийся арсенал средств для достижения поставленной цели, адекватно оценивая время и среду, в которых мы пребываем.

В качестве одного из предложений по продвижению как самих музеев, так и через их деятельность идей Русского космизма средствами культурного туризма является создание музейного агрегатора в формате Museum Card, который будет способствовать продвижению отечественных космических аттракций в России и за рубежом. Подобный формат уже много лет существует в европейских странах и используется для популяризации музеев. Например, музейная карта Финляндии (Museot) включает более 280 музеев, музейная карта Голландии (Museumkaart) — около 400, музейная карта Швейцарии (Swiss Museum Pass) — более 450 музеев. Тематический космический межмузейный проект много лет успешно работает в США на базе объединения NASA Visitor Centers (www.visitnasa.com). «Паспорт исследователя космоса» — Passport to explore space объединяет в своём составе 14 центров NASA, расположенных по всей стране. Использование Паспорта не только облегчает владельцу единовременный доступ к информации обо всех существующих Центрах и местах их расположения, но и даёт определённые преференции, например, в виде скидок на сувениры, мотивирующие туриста к посещению разных Центров. Российский проект, получивший название «Карта туриста „Россия космическая“ — Russia Space Card» в настоящее время совместно разрабатывается специалистами Центра содействия развитию в сфере культуры и туризма «Проекция» и Ассоциации музеев космонавтики России (АМКОС). Запуск проекта будет приурочен к 60-летию полёта Ю. А. Гагарина в 2021 году.

Литература

1. *Федоров Н. Ф.* Философия общего дела // Русский космизм: Антол. филос. мысли / сост. и предисл. к текстам С. Г. Семеновой, А. Г. Гачевой; примеч. А. Г. Гачевой. М.: Педагогика-пресс, 1993. 365 с. С. 39–48.
2. *Циолковский К. Э.* Щит научной веры: сб. ст. / ред. Маслов А. Н. М.: Луч, 2007. 720 с.
3. Библія или Книги Священнаго Писанія Ветхаго и Новаго Завѣта въ русскомъ переводѣ. Санктпетербургъ. Въ Синодальной типографіи. 1876.
4. *Бердяев Н. А.* Философия свободного духа. Серия: Мыслители XX века. М.: Республика, 1994. 129 с.
5. *Гуща М. А.* Дзогчен: истоки, основные положения учения и особенности духовной практики // Религиоведение. 2007. № 2. С. 77–87.
6. *Горностаева Л. Г.*, *Торгашев Г. А.* Основы религиоведения: Курс лекций. М.: РГУП, 2015. 420 с.
7. *Мизюлина Н. И.* О научных связях К. Э. Циолковского с общественными и государственными организациями: докл. на 6-х Чтениях, посвящённых разработке научного наследия и развитию идей К. Э. Циолковского. Калуга, 1971. // Труды 7-х Чтений, посвящённых разработке научного наследия и развитию идей К. Э. Циолковского. Секция «Исследование научного творчества К. Э. Циолковского. М.: ИИЕТ, 1973. С. 99–109.

8. *Кирдода Н. С.* По России космической: справочник туриста. М.: АМКОС, 2017. 174 с.
9. *Архипов А.*, *Музычук В.* Культурный туризм в стратегии развития отечественного туризма // Вестник Института экономики РАН. 2011. № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kulturnyy-turizm-v-strategii-razvitiya-otechestvennogo-turizma.
10. Эксперты рассказали, как вырос мировой рынок туризма в 2018 году // РИА «Новости». 07.03.2019. URL: https://ria.ru/20190307/1551612569.html.
11. *Сморжок И. П.* Роль межкультурной коммуникации в туризме, в содержании туристского образования и науки // Интерактивная наука. 2016. № 9. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-mezhkulturnoy-kommunikatsii-v-turizme-v-soderzhanii-turistskogo-obrazovaniya-i-nauki.
12. *Суханова Н. Е.* Роль и место туризма во внешней политике России // Власть. 2014. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-i-mesto-turizma-vo-vneshney-politike-rossii.

ЧЕЛЯБИНСКИЙ СУПЕРБОЛИД — ВСПЫШКА КОСМИЧЕСКОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ

А. Е. Дудоров, С. Н. Замоздра
Челябинский государственный университет (ЧелГУ),
e-mail: sezam@csu.ru

Краткая история

Челябинский суперболид — очень яркий (до 29,6 в эпицентре основной вспышки) болид [12], пролетевший возле Челябинска 15 февраля 2013 г. в 9:20 по местному времени. Это редкое явление было вызвано вторжением в атмосферу Земли большого метеороида (или небольшого астероида) диаметром около 19 м на скорости 19 км/с. Болид возник как светящаяся точка на фоне утренней зари и двигался к Челябинской области со стороны Казахстана. За болидом тянулся аэрозольный шлейф. На первой половине пути болид разгорался плавно, затем стал вспыхивать и под конец разделился на несколько небольших болидов. Последний из них погас на 15-й секунде. Чем ярче была вспышка, тем дольше и сильнее светился шлейф на её месте. На месте главной вспышки шлейф светился до 19-й секунды.

В первые минуты наблюдатели болида созерцали расширение и закручивание его шлейфа, но затем ощутили ударную волну. К счастью, за десятки километров пути она успела ослабнуть и была похожа на звук взрыва, который сопровождался порывом ветра. Волна выбила стёкла и двери у семи тысяч зданий, обрушила ветхую стену цинкового завода, повредила крышу стадиона «Уральская молния». После первой волны были слышны более слабые звуковые удары.

Через 62 секунды после основной вспышки болида до земли долетел самый большой фрагмент метеороида, имеющий средний диаметр около 70 см и массу около 630 кг. Ударившись о лёд озера Чебаркуль, он вызвал всплеск воды, который образовал полынью диаметром 8 м. Затем земли достигли менее крупные фрагменты. Например, фрагменты сантиметрового размера быстро замедлились воздухом до скорости около 200 км/ч, поэтому упали с высоты 30 км через 5–10 минут после пролёта болида. Поле рассеяния фрагментов протянулось на 80 км и достигало 7 км в ширину. Метеоритный град выпал на территории нескольких районов Челябинской области, поэтому вся совокупность упавших фрагментов была названа метеорит Челябинск (Chelyabinsk).

Количество упавших фрагментов было настолько большим, что по характерным отверстиям в снегу их стали находить сначала десятки, а затем сотни и тысячи людей. Это было похоже на тихую охоту за грибами, но не летом, а зимой. Кроме охотничьего инстинкта, многих поисковиков охватило редкое чувство связи с космосом. Весной, чуть стаял снег, поиски продолжились. 13 октября 2013 г. водолазы фирмы «Алеут — служба специальных работ» нашли главный фрагмент метеорита под десятиметровым слоем ила озера Чебаркуль, а 16 октября самый крупный осколок этого фрагмента был передан в Государственный исторический музей Южного Урала.

Анализ фотометрических, инфразвуковых и сейсмических данных привёл к оценке кинетической энергии челябинского метеороида 500 кт в тротиловом эквиваленте [12], что на порядок меньше, чем у тунгусского тела. Энергия болида, наблюдавшегося в Бразилии 13.08.1930 (Бразильская Тунгуска), неизвестна, поэтому Челябинский суперболид считается вторым по энергии после тунгусского.

Информационное цунами и вспышка просвещения

Поскольку у челябинского суперболида были сотни тысяч очевидцев и тысячи приборных записей, информации о нём было на порядки величин больше, чем о более мощном тунгусском болиде 1908 года. Сочетание объёма информации и скорости электронных СМИ породило информационное цунами, которое за полдня прокатилось по всему миру. К счастью, астрономы и физики успели внедрить в это цунами научное объяснение феномена, и за пол дня миллионы людей побывали на бесплатном уроке астрономии с потрясающими мультимедийными презентациями. Поскольку передача научных знаний от специалистов остальным людям является основной компонентой просветительской работы, можно сказать, что челябинский суперболид вызвал вспышку космического просвещения.

На фронте этой вспышки шли короткие сообщения, интервью и видеоролики в электронных СМИ, а в качестве послесвечения выступали статьи в журналах, книги, фильмы, архитектурные проекты и прочие сложные творения. Авторы настоящего доклада дали десятки интервью о суперболиде и метеорите Челябинск для отечественных и зарубежных СМИ, а также приняли участие в других просветительских мероприятиях, стимулированных челябинским событием.

Среди просветительских мероприятий в Челябинской области отметим следующие.

- Возвращаясь из своей первой экспедиции за метеоритами 23.02.2013, один из авторов зашёл в гости к родственникам и разложил 6 находок в ряд просушиться. Специалист по электронным СМИ Александр Сапожников сфотографировал ещё холодные метеориты вместе с линейкой и разместил фото в Википедии. Вот почему на самом большом образце (масса 133 г) осталась шапочка из снега (см. Википедия: «Челябинск (метеорит)», «Падение метеорита Челябинск»).
- 21–22 июня 2013 г. Администрация Чебаркульского городского округа и Институт астрономии РАН провели международную научно-практическую конференцию в 4 км от места падения главного фрагмента метеорита Челябинск. Через 3 года это мероприятие стало конференцией молодых учёных «Метеориты. Астероиды. Кометы» и переехало в Екатеринбург. Оно помогло подготовиться к крупной международной конференции 81 Annual Meeting of The Meteoritical Society, прошедшей в Москве 22–27 июля 2018 г.
- За день до обнаружения главного фрагмента метеорита администрация губернатора Челябинской области провела круглый стол «Южный Урал после метеорита», где астрофизики, географы, историки, филологи, культурологи и политологи устроили мозговой штурм о развитии региона после грандиозной космической рекламы [7].
- В краеведческом конкурсе «В краю озёр и рудных скал...», проводимом в Челябинский государственный университет (ЧелГУ) для учащихся 5–8-х классов, после падения метеорита стали регулярными вопросы по физике и астрономии.
- Государственный исторический музей Южного Урала разместил главный фрагмент метеорита Челябинск в центре зала Природы и древней истории. При взвешивании 26.01.2015 масса этого фрагмента была 503 кг. А в музее археологии и этнографии ЧелГУ есть фрагмент метеорита Челябинск массой около 3 кг. Авторам довелось несколько раз давать интервью возле этих экспонатов.
- Помимо научной конференции «Метеорит Челябинск — год на Земле» Государственный исторический музей Южного Урала провёл одноимённый конкурс творческих работ, в котором приняли участие южноуральцы в возрасте от 6 до 87 лет.

Народ принёс картины, фотографии, постеры, поделки, сувениры, книги, макеты, а также прислал стихи и частушки.

- Ракетостроитель Олег Чернышёв вместе со студентами разработал проект астропарка — архитектурного ансамбля, включающего солнечные часы, квадрант, глобус Земли и памятник метеориту Челябинск. Примечательно, что астропарк предлагается разместить на улице Академика Королёва, рядом с которой находятся улицы Академика Макеева и Академика Сахарова. Местные жители в шутку называют этот район МКС.
- Сотрудники ЧелГУ, Челябинского государственного педагогического университета, Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» написали научно-популярную книгу «Челябинский суперболид» [8], которая получила гран-при конкурса «Южноуральская книга-2017» в номинации «Лучшее краеведческое издание». В книге представлена цельная картина явления: от астрономических до культурологических аспектов, от физических нелинейных процессов при взрыве до детального изучения химического состава и структуры собранных метеоритов.
- Авторы настоящего доклада совместно с Н. Н. Горькавым написали научно-популярную статью в «Календарь знаменательных и памятных дат. Челябинская область» [4], который используется преподавателями, работниками СМИ, краеведами.

Далее мы расскажем о научно-популярных журнальных публикациях других авторов.

Статьи в научно-популярных журналах

Борис Штерн в статье от 26 февраля 2013 г. [9] прозорливо заметил: «Если одним из эффектов метеорита станет возвращение астрономии в школы, он станет одной из редких случайных удач, свалившихся на нашу страну». Б. Штерн правильно оценил мощность излучения болида в эпицентре (на порядок больше, чем даёт Солнце в зените) и выдвинул спорный тезис: «С метеоритами же масштаба Челябинского бороться бесполезно: они видны в самые мощные телескопы лишь за пару часов, если движутся не со стороны Солнца — «наш» летел именно оттуда. Кроме того, с ними бороться и не обязательно — за всю историю они, скорей всего, ещё никого не убили. Те же средства, направленные на преподавание астрономии и закупку любительских телескопов для школ, предотвратят куда более крупный ущерб от людского невежества».

Николай Горькавый в статье от 26 марта 2013 г. [3] сформулировал замечательные аналогии: «Из-за падения болида в атмосфере возникло облако длиной в сотни километров, сравнимое с горным хребтом: высота облака от подошвы до верха составляла несколько километров. Особенно примечательно главное облако, которое имело высоту от своего подножия в 10 км. Оно выросло на месте главного взрыва очень быстро — за 2,5 минуты. Легко подсчитать, что скорость вертикального ветра в этом облаке составляла 65 м в секунду. По классификации метеорологов, это ураган пятой категории, супертайфун».

«Популярная механика» в апрельском номере за 2013 г. [5] представила понятное объяснение физики болидов от Института динамики геосфер РАН. Например, «Врывающееся в атмосферу на гигантской скорости небесное тело генерирует ударную волну, в которой воздух нагревается до температурs более 10 000°. Излучение ударно-нагретого воздуха вызывает испарение метеороида. Благодаря этим процессам его окутывает ореол светящегося ионизированного газа — плазмы. За ударной волной образуется зона высокого давления, которое испытывает на прочность лобовую часть метеорита. По бокам

же давление существенно ниже. В результате возникшего градиента давлений метеорит с большой долей вероятности начнёт разрушаться... Каждый отдельный этап разрушения несёт с собой дополнительное выделение энергии, ударная волна приобретает вид сильно искажённого конуса, дробится, из-за чего при пролёте метеорита может быть несколько последовательных приходов избыточного давления, которые ощущаются на земле как серия мощных хлопков. В челябинском случае таких хлопков было минимум три».

«Наука из первых рук» в июльском номере за 2013 г. содержала сразу две статьи от двух докторов наук, впечатлённых челябинским событием. Владимир Бусарев [2] объяснил отличие абсолютного, космического и земного возрастов метеоритов. Он привёл аргументы в пользу гипотезы Юри, что «хондры представляют собой капли расплавленного силикатного вещества, выброшенные в космическое пространство при столкновениях тел астероидных размеров, которые затвердели до своего падения на поверхность ближайших небесных тел». Замечательна и концовка статьи: «И человечеству придётся признать, что потенциально опасный для него поток космических объектов на Землю связан с вечным и неизбежным процессом — формированием и разрушением при столкновениях небесных тел». Сергей Язев [10] рассказал о казусе с системой телескопов «Мастер»: «Парадоксально, но свои немалые возможности МАСТЕР продемонстрировала именно 15 февраля 2013 г., в день Челябинского болида. В этот день ожидалось прохождение в 26 900 км от Земли астероида 2012 DA14, открытого годом раньше. Телескоп «МАСТЕР-2 — Амур» (Благовещенск) в течение нескольких часов отслеживал движение астероида на фоне звёздного неба, при этом были сделаны его фотографии высокого качества». Замечательна и цитата А. В. Багрова в этой статье: «Космическая угроза — это та же военная угроза, только идущая от противника, с которым нельзя договориться и нельзя напугать возмездием. Наша оборона должна быть готова к отражению атак из космоса так же, как к отражению военного нападения».

Журнал «Природа» подготовил статьи о падении метеорита Челябинск лишь в 2014 г. Михаил Назаров, заведующий лабораторией метеоритики ГЕОХИ РАН, обратил внимание [6], что «После падения метеорита Стерлитамак в Башкирии 17 мая 1990 г. на территории РФ не зафиксировано никаких метеоритных падений, образцы которых были бы собраны. Такая пауза удивительна, так как с 1900 г. средняя частота собираемых падений метеоритов на территории нашей страны довольно выдержана и составляет один случай в два-три года». Можно предположить, что россияне не искали метеориты из-за дефицита средств на экспедиции в постперестроичный период. М. Назаров отметил, что метеорит Челябинск — древнейший (4,54 млрд лет) из найденных LL-хондритов. Пётр Александров и Владимир Горев [1] оценили затраты на первый эксперимент по ядерному взрыву астероида (0,5 млрд долл.) и обратили внимание, что постоянная система противодействия астероидам обойдётся человечеству в десятки раз дешевле, чем военные расходы.

Зарубежные научно-популярные журналы также откликнулись на челябинское событие. Например, оно стало темой июньского номера 2013 г. журнала Astronomy, где одна из статей посвящалась электрофонному эффекту, а другая — заблуждениям СМИ в метеоритике. Планетолог Даниэль Дурда, в честь которого назван астероид 6141 Durda, в июньском номере журнала Sky and Telescope сделал красивую подборку данных о челябинском «супер-метеоре». NewScientist в ноябрьской публикации констатировал, что метеоритная экспертиза Питера Дженнискенса в Челябинской области была удивительно низко технологичной, поскольку довольствовалась рулеткой, угломером и опросом свидетелей. Интересно, что в последующие месяцы и годы эти журналы не раз возвращались к теме челябинского метеорита.

Научный журнал Physics Today, занимающийся популяризацией физики, уделил внимание челябинскому суперболиду в сентябрьском номере 2014 г. [11], где Дэвид Кринг и Марк Бослоу, в частности, обращают внимание, что ударная волна челябинского суперболида имела двойственное происхождение: «вначале полёта астероид действовал как сверхзвуковой самолёт, а в конце — как взрыв».

Выводы

Челябинский суперболид произвёл на многих людей в мире сильное впечатление и оживил их интерес к астрономии. Учёные откликнулись на это через все информационные каналы 21 века, включая научно-популярные книги. Увеличилось финансирование программ по обнаружению опасных космических объектов. Специалисты получили новые данные для тестирования моделей разрушения метеороидов в атмосфере Земли, а также вызванных ими акустических и сейсмических волн, аэрозольных загрязнений, возмущений ионосферы. Килограммы фрагментов метеорита Челябинск подвергнуты испытаниям на прочность, а также облучены электронами и фотонами для определения состава и структуры. По результатам исследований суперболида и метеорита Челябинск опубликовано полторы сотни статей в научных журналах, учитываемых в ADS. Наконец, с 2017 г. предмет «Астрономия» в школах России снова стал обязательным. Думаем, это хороший отклик человечества на вторжение космической скалы размером с 6-этажный дом.

Литература

1. *Александров П. А.*, *Горев В. В.* Космическая защита Земли: первый эксперимент // Природа. 2014. № 5. С. 7–15.
2. *Бусарев В.* «Метательное копье» Солнечной системы // Наука из первых рук. 2013. № 2. С. 20–35.
3. *Горькавый Н. Н.* Челябинский болид вызвал в стратосфере ураган // Троицкий вариант. 2013. № 6. С. 5.
4. *Дудоров А. Е.*, *Горькавый Н. Н.*, *Замоздра С. Н.* Челябинский суперболид и метеорит Челябинск // Календарь знаменательных и памятных дат. Челябинская область. 2018. Челябинск, 2018. С. 193–202.
5. *Макаров О.* Космический гром // Популярная механика. 2013. № 4. С. 92–96.
6. *Назаров М. А.* Метеоритный ливень над Уралом // Природа. 2014. № 5. С. 3–6.
7. Сборник статей по материалам круглого стола «Южный Урал после метеорита». Челябинск, 2014.
8. Челябинский суперболид / под ред. Н. Н. Горькавого, А. Е. Дудорова. Челябинск, 2016.
9. *Штерн Б. Е.* Что на нас свалилось с неба? // Троицкий вариант. 2013. № 4. С. 1–2.
10. *Язев С. А.* Отзвуки Челябинского болида // Наука из первых рук. 2013. № 2. С. 36–47.
11. *Kring D. A.*, *Boslough M.* Chelyabinsk: portrait of an asteroid airburst // Physics Today. 2014. No. 9. P. 32–37.
12. *Popova O. P.*, *Jenniskens P.*, *Emel'yanenko V.* et al. Chelyabinsk airburst, damage assessment, meteorite recovery, and characterization // Science. 2013. V. 342. P. 1069–1073. Supplementary Materials. http://www.sciencemag.org/content/suppl/2013/11/06/science.1242642.DC1/.

ВНЕДРЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ

Е. А. Дунаева[1,2], А. Ю. Мельничук[2]

[1] Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма
e-mail: dunaeva_e@niishk.ru

[2] Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь

Основным программным обеспечением информационных систем земельного кадастра являются геоинформационные системы, где в качестве базового источника данных об объектах используются аэрофотоснимки и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В связи с тем, что съёмка беспилотными летальными аппаратами требует согласования плана полёта и зависит от погодных условий, для получения информации используются данные дистанционного зондирования Земли и сервисы их получения.

Для получения и обработки данных достаточно дружественным ресурсом для преподавания студентам дисциплин по направлению подготовки землеустройство и кадастры является информационная система «ВЕГА-PRO» (http://pro-vega.ru/maps/). Данный сервис используется для преподавания дисциплин у магистров два года обучения. «ВЕГА-PRO» позволяет учащимся получить доступ без регистрации, просматривать спутниковые снимки для территории исследований за доступный период и распечатывать их, предварительно внеся необходимые редакционные правки в выходной файл, и позволяет сформировать ситуационный план объекта.

Также система «ВЕГА-PRO» позволяет провести анализ метеорологических данных, определить мероприятия по землеустроительному проектированию, дать оценку пригодности территории для сельскохозяйственного использования и другое. Кроме того, дополнительные вкладки системы позволяют погружать слои населённых пунктов, дорог, цифровую модель рельефа, что формирует основу проектов землеустройства.

В процессе ознакомления с системой у студентов формируется концепция перехода на цифровую экономику.

ПАМЯТНИКИ СОВЕТСКОЙ И РОССИЙСКОЙ ИСТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОСВОЕНИЯ КОСМОСА

А. И. Ельчанинов

Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия имени Д. С. Лихачёва,
e-mail: aelchaninov@mail.ru

Я хорошо помню день 12 апреля 1961 г. в Оренбурге, 10-й класс, урок химии. Посреди урока в класс вошла завуч школы и сказала, что в космосе советский человек — Гагарин и что он учился у нас в Оренбурге. Мы были горды сознанием того, что мы тоже живём и учимся в Оренбурге.

А потом судьба распорядилась так, что в 1963–1966 гг. я проходил срочную службу на Байконуре. Служил в стартовой команде по обслуживанию межконтинентальных баллистических ракет. У меня была 10-минутная готовность, т. е. за 10 минут до старта ракеты я уходил в бункер. Случались, конечно, и нештатные ситуации...

С древнейших времён людей манили звёзды. Воплощением мечты об их покорении была легенда об Икаре. И вот настала космическая эра, когда Гагарин стал живым Икаром. Человечество устремилось во Вселенную. И следующим шагом её покорения был выход в открытый космос. Его совершил космонавт Алексей Архипович Леонов.

Развитие теоретической и практической космонавтики в России имеет вековую историю.

В конце XIX в. в работах русского учёного К. Э. Циолковского впервые говорилось о создании космических аппаратов. К 1903 г. в своих трудах Циолковский обосновал возможность их технического осуществления. Другой пионер советской ракетной техники Ю. Б. Кондратюк в 1917–1919 гг. завершил первый этап работ над проблемами реактивного движения, а инженер Ф. А. Цандер начал рассматривать космонавтику как конструктор-практик.

В первые годы существования Советского государства в Москве был создан ракетный исследовательский центр-лаборатория Н. И. Тихомирова, в будущем Газодинамическая лаборатория. В 1931 г. была организована Группа изучения реактивного движения, где впервые в мире были разработаны и испытаны воздушно-реактивные двигатели.

Новая, космическая, эра человечества началась 4 октября 1957 г. В этот день усилиями советских ракетчиков под руководством главного конструктора С. П. Королёва был запущен первый в мире искусственный спутник Земли.

Большой вклад в развитие отечественной ракетно-космической техники внесли многие крупные учёные, инженеры и конструкторы: М. В. Келдыш, М. К. Янгель, В. П. Глушко, В. Н. Челомей, Н. А. Пилюгин и другие. В результате их совместной деятельности 12 апреля 1961 г. был осуществлён полёт человека в космос. Первым в мире космонавтом стал Ю. А. Гагарин.

27 марта 1968 г. Ю. А. Гагарин трагически погиб в авиационной катастрофе вблизи деревни Новосёлово Киржачского района Владимирской области во время тренировочного полёта на самолёте учебно-тренировочном истребителе МиГ-15. Он похоронен у Кремлёвской стены на Красной площади.

В честь Ю. А. Гагарина его родной город Гжатск и Гжатский район были в 1968 г. переименованы в город Гагарин и Гагаринский район. Во многих городах России появились улицы, бульвары, проспекты, площади, районы Гагарина. Его имя навсегда осталось в космосе: один из крупнейших кратеров (диаметр 261,83 км) на обратной стороне

Луны носит имя Гагарина. И что символично, он расположен между кратером Циолковского и Морем Мечты. Название официально утверждено 25 августа 1970 г. резолюцией № 8 Международного астрономического союза (МАС) на XIV Генеральной ассамблее МАС в Брайтоне.

В истории освоения космоса Советскому Союзу и России принадлежит одно из ведущих мест в мире: впервые были осуществлены полёт автоматической станции к Луне (14 сентября 1959 г.); полёт женщины-космонавта В. В. Терешковой (16–19 июня 1963 г.); выход космонавта в открытый космос, выполненный А. А. Леоновым (18 марта 1965 г.), и много других.

В России существует множество музеев космонавтики, в том числе на предприятиях, в школах и высших учебных заведениях. В некоторых краеведческих музеях есть отделы, посвящённые космической тематике. Многим космонавтам, учёным и конструкторам установлены памятники и бюсты. Комплекс памятников и музеев истории космодрома находится в Байконуре (Казахстан).

В Центре картографии и ГИС Российского научно-исследовательского института культурного и природного наследия имени Д. С. Лихачёва разработана и составлена карта памятников советской и российской истории исследования и освоения космоса.

На карте специальными условными знаками показаны:

- космодромы;
- музеи космонавтики;
- мемориальные музеи космонавтов;
- памятники Ю. А. Гагарину;
- памятники космонавтам;
- памятники учёным-теоретикам и конструкторам;
- памятники собакам, побывавшим в космосе;
- памятники, посвящённые истории освоения космоса;
- памятники на месте приземления космонавтов;
- памятники на месте гибели космонавтов.

Ниже приводится перечень некоторых памятников советским и российским космонавтам, исследователям и учёным, работавшим в космической отрасли, в ближнем и дальнем зарубежье.

БЕЛОРУССИЯ

Минск. Бюст К. Э. Циолковского.

Минск. Стела с барельефами трёх белорусских космонавтов: Петра Климука, Владимира Ковалёнка и Олега Новицкого. Открыта 09.09.2018 на ул. Космонавтов.

Брест. Бюст космонавту Петру Климуку. Скульптор Иван Миськo. Установлен в 1978 г.

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

Лондон. Памятник Ю. А. Гагарину. Улица Мэлл. Был открыт в 2011 г. напротив здания Британского совета. Памятник является подарком Великобритании от Российского космического агентства. Его открытие было приурочено к 50-летию полёта человека в космос. В мае 2013 г. памятник был перемещён на территорию Королевской обсерватории и теперь стоит на террасе, названной именем Гагарина. Монумент является копией памятника в подмосковных Люберцах, созданного советским скульптором Анатолием Новиковым. Автор копии – скульптор Павел Медведев.

ГЕРМАНИЯ

Эрфурт. Памятник Ю. А. Гагарину. 1986 г. Скульптор Л. Е. Кербель.

Хемниц. Памятник Ю. А. Гагарину. Установлен в центре космонавтики «Зигмунд Йен», названном в честь первого немецкого космонавта (Sigmund Werner Paul Jähn).

Моргенрёте-Раутенкранце. Памятник Ю. А. Гагарину. Установлен на родине Зигмунда Йена.

ГРЕЦИЯ

Крит, *остров*. *Периферия Крит*, *деревня Ано-Кера*. Памятник Ю. А. Гагарину. Памятник собакам-космонавтам Лайке, Белке и Стрелке. Памятники установлены в музее Homo Sapiens.

Крит. *Ираклион*. Памятник Юрию Гагарину. Установлен в 2016 г. Событие приурочено к 55-летию полёта Гагарина в космос.

КИПР

Никосия. Памятник-бюст Ю. А. Гагарину. Памятник собаке-космонавту.

ЛАТВИЯ

Рига. Парк Кронвальда. Памятник Юриусу Гагаринсу, 2004 г.

НИДЕРЛАНДЫ

Лисс. Парк Кёкенхоф. Памятник собаке-космонавту.

НОРВЕГИЯ

Берген. Памятник Ю. А. Гагарину. Открыт 15 сентября 2016 г.

ПОЛЬША

Познань. Памятник Ю. А. Гагарину. Бюст М. В. Келдыша, академика, одного из идеологов космической программы.

ПРИДНЕСТРОВЬЕ

Гиска (около Бендер). Памятник Ю. А. Гагарину.

Тирасполь. Бюст Ю. А. Гагарина на бульваре Гагарина. Открыт в 1977 г. Скульптор В. Дюжев.

УКРАИНА

Днепропетровск. Памятник М. К. Янгелю, академику, конструктору ракетно-космических систем. Памятник космическому спутнику.

Донецкая область. *Дружковка*. Памятник Ю. А. Гагарину в парке «Святогор».

Донецкая область. *Снежно*. Памятник Ю. А. Гагарину.

Житомир (родина С. П. Королёва). Памятник С. П. Королёву. Открыт в 1971 г. Скульптор А. П. Олейник. Архитектор А. Д. Корнеев. Бюст С. П. Королёва. Открыт в 1990 г. Скульптор Ю. П. Иванов. Архитектор Г. Саминин.

Житомирская область. *Барановский р-н*, *с*. *Смолдырев*. Бюст Ю. А. Гагарина, 1990 г.

Киев. Памятник Ю. А. Гагарину во дворе Центра технического творчества молодёжи.

Одесская область. *Белгород-Днестровский р-н*, *Сергеевка*. Памятник Ю. А. Гагарину.

Черниговская область, *п*. *Сосница*. Памятник лётчику-космонавту Юрию Алексеевичу Гагарину на территории профессионального аграрного лицея. Установлен в 1967 г.

Харьков. Памятник Ю. А. Гагарину, 2001 г. Улица Гагарина, дом 20А.

Херсонская область. *Скадовск*. Памятник Ю. А. Гагарину.

Чернобаевка. Памятник Ю. А. Гагарину, 12 апреля 1976 г. Скульптор А. И. Яроцкий.

ЧЕРНОГОРИЯ

Радовичи. Бюст Ю. А. Гагарина. Открыт 12 апреля 2016 г. в честь 55-й годовщины со дня первого полёта человека в открытый космос. Скульптор Вадим Кириллов.

ЧЕХИЯ

Карловы Вары. Памятник Ю. А. Гагарину. Установлен в аэропорту. Памятник считается первым монументом Юрию Гагарину, который был установлен за рубежом.

ШВЕЙЦАРИЯ

Женева. Памятник «Покорителям космоса». Установлен в Европейском отделении ООН. Советский Союз преподнёс его в подарок ООН. Скульптор Ю. Г. Нерода.

ИЗРАИЛЬ

Нетания. Бронзовый бюст Ю. А. Гагарина. Открыт у здания местного планетария. Дар российского фонда «Диалог культур — Единый мир».

ИНДИЯ

Мумбаи. Памятник Ю. А. Гагарину. Открыт на территории Центра науки имени Неру. Открытие памятника приурочено к 50-летию первого полёта человека в космос.

Тируванантапурам (*Тривандрум*). Памятник-стела с бюстом Ю. А. Гагарина. Установлен в 2011 г. на территории Российского центра науки и культуры. Скульптор А. Леонов.

Калькутта. Памятник Ю. А. Гагарину. Установлен на территории планетария в 2012 г.

КАЗАХСТАН

Актюбинск. Бюст В. И. Пацаева, 1976 г. Скульпторы Ю. А. Тур, А. А. Заварзин.

Байконур. Памятники Ю. А. Гагарину, С. П. Королёву, В. Н. Челомею, А. И. Нестеренко, В. П. Бармину, Г. М. Шубникову, М. К. Янгелю, М. И. Неделину, В. И. Кузнецову, М. С. Рязанскому, А. А. Максимову, К. Э. Циолковскому, В. П. Глушко, Н. А. Пилюгину, а также: мемориал покорителям космоса; монумент «Ракета-носитель «Союз», установленный в честь 25-летия космодрома; памятник испытателям, погибшим при испытании ракетной техники 24.10.1960 и 24.10.1963; памятник ракете-носителю «Союз» и др.

Караганда. Памятник Ю. А. Гагарину на площади Гагарина. Установлен к 50-летию первого полёта человека в космос. Скульптор М. Байсбай.

Приозёрск. Памятник космическому спутнику.

Петропавловск. Памятник В. А. Шаталову. Установлен в 1979 г.

КИРГИЗИЯ

На южном берегу *озера Иссык-Куль* в ущелье Барскаун находится гигантское лицо, высеченное прямо в массивной скале. Это лицо Юрия Гагарина.

Иссык-Кульская область, *Иссык-Кульский район*, *с. Бостери.* Бюст Ю. А. Гагарина. Открыт в доме отдыха «Золотые пески».

УЗБЕКИСТАН

Джизакская область. Гагарин (до 1974 г. — Ержар). Памятник Ю. А. Гагарину.

Джизак. Памятник Ю. А. Гагарину.

Ташкент. Памятник Ю. А. Гагарина установлен на улице Юрия Гагарина, напротив кинотеатра, названного именем первого космонавта в 1995 г. Скульптор Григорий Постников. Архитектор Сабир Адылов. Архитектурно-скульптурный ансамбль «Космос» установлен в 1984 г. на пл. Космонавтов. Скульптурная композиция «Космос» создана на звёздную тему: с фигурами Матери-Земли, Икара, Улугбека, Циолковского, Королёва, Гагарина и с бюстом космонавта, дважды Героя Советского Союза Владимира Джанибекова. Скульптор Я. И. Шапиро. Архитекторы Ю. Мирошниченко, Р. Салимов.

ШРИ-ЛАНКА. Бюст Юрия Гагарина. Установлен в 2011 г. в посольстве России к 50-летию первого полёта человека в космос. Автор З. К. Церетели.

ЮЖНАЯ КОРЕЯ

Тэджон. Памятник ракете-носителю «Союз».

США

Вашингтон. Бюст Ю. А. Гагарина в Национальном музее авиации и космонавтики. Открыт в 2016 г.

Колорадо-Спрингс. Бюст Ю. А. Гагарина. Открыт в 2017 г. в Благотворительном космическом фонде в преддверии начала работы 33-го космического симпозиума.

Лонг-Айленд, *штат Нью-Йорк.* Памятник Ю. А. Гагарину. Открыт 30 июня 2012 г. в музее «Колыбель авиации».

Хьюстон, *штат Техас.* Памятник Ю. А. Гагарину. Открыт в 2015 г. возле штаб-квартиры NASA. Монумент стал символом американо-российского сотрудничества в космосе. Скульптор А. Леонов.

Монумент является копией того, что установлен у входа в музей истории космонавтики в Калуге.

Чикаго. Бюст Ю. А. Гагарина. Установлен в планетарии Адлера. Подарен городу правительством Москвы, символизирует подвиг космонавта и многие достижения советской космонавтики за 50 лет.

АРГЕНТИНА

Буэнос-Айрес. Бюст Ю. А. Гагарина передан в 2016 г. в планетарий «Галилео Галилей» Российским центром науки и культуры.

УРУГВАЙ

Монтевидео. Бюст Ю. А. Гагарину. Установлен в 2000 г. Скульптор З. К. Церетели. Бюст простоял недолго — его украли. После этого Церетели отлил для столицы Уругвая его точную копию.

АВСТРАЛИЯ

Брисбен. Памятник К. Э. Циолковскому. Скульптор С. Бычков.

АНТАРКТИДА

Горный хребет Гагарина (центральная точка 71°58' ю.ш., 09°21' в.д.). Отмечен на карте в 1961 г. Советской антарктической экспедицией и получил имя в 1965 г. или ранее.

Кроме этого, на Луне имеется несколько кратеров, названных в честь космонавтов, учёных и конструкторов, работавших по космическим проблемам: Беляева П. И. (1925–1970), Волкова В. Н. (1935–1971), Гагарина Ю. А. (1934–1968), Глушко В. П. (1908–1989), Добровольского Г. Т. (1928–1971), Комарова В. М. (1927–1967), Королёва С. П. (1906–1966), Леонова А. А. (р. 1934), Пацаева В. И. (1933–1971), Терешковой В. В. (р. 1937), Титова Г. С. (1935–2000), Феоктистова К. П. (1926–2009), Цандера Ф. А. (1887–1933), Циолковского К. Э. (1857–1935), Шаталова В. А. (р. 1927), Янгеля М. К. (1911–1971).

На Луне американские астронавты оставили памятные медали с изображением людей, отдавших жизнь освоению космоса, в том числе одну из двух медалей, посвящённых советским космонавтам, с изображением Ю. А. Гагарина. Юрий Гагарин увековечен в скульптурной композиции «Павший астронавт» — первой и пока единственной художественной инсталляции на Луне.

Также в честь советских и российских космонавтов и исследователей космоса названы малые планеты: Беляев, Волков, Джанибеков, Добровольский, Комаров, Пацаев, Терешкова, Циолковский, Янгель; астероиды: Гагарин (1772), Келдыш (2186) и Попович (8444).

ШКОЛЬНЫЕ, СТУДЕНЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ АППАРАТЫ, ЗАПУСКАЕМЫЕ В СТРАТОСФЕРУ В РОССИИ И В МИРЕ

Д. И. Ефремов

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, факультет космических исследований
ООО «Стратонавтика», e-mail: efremov@stratonautica.ru

Стратосферные запуски играют значительную роль в прикладной науке, как в России, так и за рубежом. При этом значительная часть запусков носит образовательный характер и используется как средство приобщения молодого поколения к передовым достижениям авиации и космонавтики. Во время запусков проводятся лётные испытания оборудования, созданного усилиями школьников и студентов, обрабатываются полученные данные.

В качестве примера такой программы за рубежом можно привести ежегодную программу REXUS/BEXUS в Европе, в рамках которой производятся запуски полезной нагрузки, созданной студентами вузов на зондирующих ракетах и высотных аэростатах. Программа проводится на основании двустороннего соглашения между германским и шведским космическими агентствами.

Научные высотные запуски в стратосферу проводятся многими космическими агентствами и научными организациями мира. Преимуществом стратосферных запусков является удобство астрономических и астрофизических наблюдений и измерений при относительно невысоких по сравнению с космическими запусками затратах.

На сегодняшний день в России наблюдается устойчивый рост интереса среди молодого поколения, школьников и студентов, к инженерно-космическим специальностям. Однако интерес школьников и студентов к этим направлениям необходимо постоянно поддерживать и стимулировать. Решение актуальных задач запуска позволяет приобщить молодёжь к самостоятельной постановке и решению задач под руководством взрослых.

В качестве примера подобного мероприятия можно привести Воздушно-инженерную школу, организаторами которой являются НИИ ядерной физики МГУ и Лаборатория аэрокосмической инженерии МГУ. В рамках данного проекта проводятся ежегодные соревнования школьных и студенческих команд по запуску учебных прототипов спутников типа CanSat.

Основанная в 2012 году, российская компания «Стратонавтика» является оператором стратосферных запусков с коммерческими и научными целями. На сегодняшний день на счёту компании более 100 успешных запусков высотных аэростатов в стратосферу. Компания обеспечивает как запуск, так и подбор и возвращение оборудования после полёта.

Компания проводит регулярные запуски научных приборов и другой полезной нагрузки, созданной школьниками и студентами из разных регионов России. Подобные мероприятия дают возможность подрастающему поколению напрямую участвовать в научных экспериментах. В качестве примера можно привести запуск обитаемой капсулы с живыми мадагаскарскими тараканами. Капсулу для запуска разработали школьники, участники «Первого детского космического агентства». Компания проводит также запуски прототипов спутников типа CanSat и запуски с целью проведения дистанционной съёмки поверхности Земли. Инженеры компании регулярно проводят испытательные запуски макетов спутников и спутникового оборудования для испытаний в условиях, максимально приближенных к условиям космического пространства на околоземной орбите.

Также команда «Стратонавтики» активно сотрудничает с научными организациями, которые испытывают необходимость в получении научных данных из стратосферы. Инженеры компании разрабатывают устройства и приборы для данных запусков в сотрудничестве с научными коллективами научно-исследовательских институтов и организаций. В качестве примера такого запуска можно привести успешный запуск научных приборов для фотосъёмки и измерений серебристых облаков в рамках совместной программы Шведского института космической физики, Института космических исследований РАН и Института физики атмосферы РАН, состоявшийся в 2018 году. В ходе данного запуска были получены важные научные данные о малоизученном атмосферном феномене.

ПРОЕКТ «КОСМОФОРТ» — ПОЗНАВАТЕЛЬНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ПОЛИГОНЫ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКИ

С. Н. Ешанов

Некоммерческое партнёрство «Союза молодёжных строительных кооперативов России» (НП МЖК)
член совета, руководитель проекта «Космофорт»

«Знание того, что мы — авангард материи, если не во всей, то в огромной части Вселенной должно быть могучим стимулом для творческой деятельности каждого индивидуума и всего человечества»
Иосиф Самуилович Шкловский

В стране, являющейся родиной космической экспансии, отсутствуют специализированные учреждения космического образования полного цикла.

Проект «Космофорт», сочетающий в себе признаки иннопарка, тренировочной базы, каникулярного научного лагеря, инкубатора стартапов, парка аттракционов... является продолжением концепции космопарков, реализованных за рубежом, но так и не появившихся в России, несмотря на предпринимаемые попытки (например, проект космопарков на Ходынском поле в Москве и в Крыму близ Евпатории).

«Космофорт» — это миникосмопарк, который в различной конфигурации и функциональной направленности может быть размещён в любой точке страны.

Пилотные проекты «Космофорт» — намечено реализовать в Московской, Костромской, Владимирской областях, Республике Крым.

«Космофорт» — земная модель инопланетной базы, концепт-проекты которых существуют в изобилии. Но даже до лунных колоний ещё не близко, а создать прототип на Земле реально уже сейчас и этим, кстати, занимаются в разных странах, например, в Китае.

В основу легли сюжеты художников-футуристов, работы международного конкурса Жака Ружеи, материалы специализированного конкурса, проведённого рабочей группой проекта.

Все объекты «Космофорта» выполняются в стиле космической архитектуры — в сферической, купольной, овальной форме, как наиболее материало- и энергоэффективной.

Познавательный курс разбит на временные циклы и квалификационные уровни. Минимальная продолжительность (рекомендованная) — 2,5 дня (программа: «Выходные на экзопланете»). Максимальная — 28 дней (программа «Месяц в космосе»). Кроме того, студенческая молодёжь и молодые специалисты могут использовать «Космофорт», в качестве коворкинг-центра и опытного полигона для апробирования своих разработок.

Помимо познавательного предназначения «Космофорт» играет роль «витринного» знакомства с космической деятельностью (КД).

По классификации «Космофорт» ближе всего к учреждениям дополнительного образования. Также может рассматриваться, как ресурс познавательного туризма.

Космическое образование (КО) в широком смысле — это прежде всего мировоззрение, планетарное мышление, осознание своего предназначения, как существа разумного, как продукта эволюционного развития Вселенной и, в частности, земной биосферы. Россия, кстати, имеет все предпосылки для занятия ведущей роли в космическом просвещении. Во-первых, такое направление философской мысли, как «космизм» зародилось на нашей земле. Фёдоров,

Циолковский, Чижевский, Вернадский и многие другие обращались к системе «Природа — Человек», прогнозируя в какой форме возможна гармония. Во-вторых, мы первые шагнули в космос, оспорить этот факт невозможно и ностальгия в людях присутствует, так же как ревность, что нас явно опережают другие страны. Также Россия обладает огромным научным и промышленным потенциалом в КД.

Дидактика КО прежде всего должна включать обществоведческую составляющую. В этом предназначении космическое образование имеет неограниченную аудиторию. Утилитарное или практическое значение КО, как комплекса мероприятий по ранней профориентации и подготовке будущих кадров выводится, как следствие базового понимания необходимости космической экспансии в целях сохранения и развития человечества, как наиболее совершенного творения космоса!

Проект «Космофорт» — составная часть системы космического образования, которая должна быть структурирована, обеспечена ресурсами в масштабе страны и интегрирована в мировую образовательную среду.

Космофорт — учебно-познавательный полигон для всех возрастных категорий, но ориентация, разумеется, на молодёжь. Предтечей можно считать космоцентры «Астрон» в Новочеркасске и молодёжный космоцентр в Звёздном городке. «Космический форт» — некий синтез развлечения с познанием. В мире такие объекты известны, как «космопарк», space land, space camp и т.д. В отличие от чисто развлекательного луна-парка в Космофорте добавлены функции познания (аналог — планетарии, музеи космонавтики) и научно-проектной деятельности (аналог — технопарки). Сеть таких оборудованных тренировочных полигонов — один из ответов на вопрос, где познавать науки, связанные с космической деятельностью и проходить тренировки по адаптированной программе общекосмической подготовки космонавтов.

Почему «форт»? Известно, что это название колонии пришельцев, цитадель десанта. Земляне на других планетах — есть гуманоиды, первейшей задачей которых становится самозащита от внешних угроз. Так что слово «форт» в значении «крепкий», «сильный» вполне подходящее. В зависимости от размещения он становится объектом разового посещения, временного пребывания, длительного проживания (аналог — студенческий кампус, инно-, технопарк). В действительности, совмещаются различные варианты использования материальной базы Космофорта. Главная особенность такого объекта — в приближении к потребителю. Это концептуальная основа проекта: не толпы экскурсантов едут в крупные города, чтобы приобщиться к культурным ценностям, а сами культурные ценности устремляются в российскую глубинку.

Космофорт — политехническое, а вернее полинаучное учреждение!

Жизнь в форте достаточно замкнутая, автономная, что и соответствует пребыванию на Луне, Марсе, экзопланете. Идеальное место для проведения деловых игр, требующих полного погружения в тему. Познавательные программы построены на основе сценариев космических полётов. Имитация жизни на планетарных станциях, инсценировки по мотивам фантастических романов, сюжеты длительных путешествий по просторам Вселенной, встречи с внеземными существами (ролевые игры) — вот тот сказочный мир, в который отправляются участники программы. Игра особенно увлекает школьников младших и средних классов. Те, у кого появился устойчивый интерес к предмету, переключается на более «взрослые» задачи, такие, как опыты в лабораториях, выращивание зелёной продуктовой массы в оранжереях. Космофорт может рассматриваться в качестве экспериментальной площадки различных вузов для проектной и конструкторской деятельности.

Архитектура космофорта. Суть планетарной станции в её экономичности, возможности транспортировки некоторых элементов с Земли, использовании местных стройматериалов, например, реголита, если речь идёт о станции Лунной. Земная модель космической колонии должна создаваться по принципам строительства орбитальных станций, опыт создания которых уже накоплен человечеством. Лёгкость, компактность, энергоэффективность, «умные» системы жизнеобеспечения. Поэтому капитальные здания отвергаются. Основой проекта детальной планировки служит модель Солнечной системы, потому что расположение планет и других космических тел вокруг «родной» звезды необходимо знать, как алфавит, как таблицу умножения. Конечно, это не догма, а лишь предложение.

Внутреннее кольцо (до воображаемого пояса астероидов) — кампус космофорта. Объекты воспроизводят планеты земной группы. Главный корпус — павильон «*Солнце*». Служит доминантой всей планировочной композиции и представляет собой стилизованный атриум для проведения пленарных собраний, лекций, показов фильмов. Возможно совмещение с планетарием. Павильон «*Меркурий*». Библиотека с читальным залом и компьютерным классом. Многофункциональный блок «*Венера*»: кают-компания (космо-кафе, столовая), классы для проведения групповых занятий. «*Земля*» — крупноразмерный глобус Земного шара. «*Луна*» — реабилитационный профилакторий, медпункт с временным стационаром (карантин). «*Марс*» — павильон по типу тренировочного модуля в Институте медико-биологических проблем (ИМБП РАН), сделанный по программе «Марс-500» — рассчитан для временного проживания испытателей в замкнутом пространстве. Оснащён сурдокамерой.

Внешнее кольцо — общественно-деловая зона: лаборатории, тренажёрный зал, оранжереи и теплицы, зооферма, обсерватория и прочие объекты выполняются в виде макетов планет — газовых гигантов и их спутников. Как вариант: «*Юпитер*» — тренажёрный корпус, оборудованный макетами спускаемых и пилотируемых аппаратов, виртуальными стендами, интегрируемыми обучающими комплексами, виртуальными досками и другим оборудованием. «*Сатурн*» — лаборатория космической биологии и медицины. Оранжереи и тепличное хозяйство по аналогии с проектами «Биосфера-2», БИОС-3. «*Нептун*» — павильон технического творчества «Самоделкин» (механические мастерские). «*Уран*» — летний кинотеатр. Место проведения массовых мероприятий на открытом воздухе: фильмы, театральные постановки, концерты.

Селитебный сектор. Кратковременное (посменное) пребывание участников программ, а также методистов, вожатых, родителей участников, преподавателей. Варианты организации:

1. Палаточный лагерь.
2. Авто- и глэм-кемпинг.
3. Сборно-разборные бунгало.
4. Модули, собранные по технологиям быстровозводимых домов.
5. Частично заглублённые в грунт «хижины хоббитов» (ракушечные конструкции).

В зависимости от размеров территории разбивается *Экзопарк:* площадки для игр, беговые дорожки, теннисные корты, тренинг-трассы различного уровня сложности (аналоги: полигоны ВДВ, МЧС, полоса препятствий а-ля «Русский Ниндзя» и др.). Ландшафтный дизайн участка должен предусматривать аллею «космических странников», где деревья и кустарники будут высаживать участники смен, а также фруктовый сад, цветочные клумбы, беседки, скамейки, — словом, земляне окружают себя привычной атрибутикой парковой культуры. Ландшафт украшают макеты и муляжи

летающих тарелок пришельцев, инопланетных спускаемых аппаратов, какие возникали в воображении фантастов. Полный простор для дизайнеров, скульпторов, художников.

В расширенном формате Космофорт дополняется тренажёром «*Летающая тарелка*», имитирующим спускаемый аппарат, *универсальным корпусом* с изменяемыми габаритами для проведения workshops и занятий по тематическим секциям, лечебно-оздоровительным комплексом с максимальным применением методов космической медицины *Cosmohealth*.

Возможности современной строительной индустрии достаточны, чтобы создавать объекты различной конфигурации. Например, 3D-печать, каркасные сооружения, лепестковая технология сборки домов из пенополистирольных обечаек и др. Само создание космофорта — уже познавательный процесс, который включается в программу тематических сборов. К возведению объектов могут привлекаться старшеклассники, студенты, молодые специалисты, а также волонтёры, имеющие самый широкий спектр навыков и умений.

Запускать проект можно сразу после выбора площадки, не дожидаясь появления стационарных объектов.

Этап 1. Палаточный лагерь. *Проведение кратковременных мероприятий.*

Этап 2. Глэм-кэмпинг. *Проведение научно-практических смен* (*до 20 дней*) *в летнее время.*

Этап 3. Всесезонные модули. *Круглогодичная эксплуатация космофорта.*

«Космофорт» может быть воплощён в нескольких вариантах: мобильном (аналог — цирк Шапито), сборно-разборном (устанавливается на несколько сезонов в одном месте), стационарном. Перечень зданий и сооружений подбирается в зависимости от местных условий. Также, исходя из финансовых и прочих параметров, могут быть сочетания всех трёх вариантов.

Организационная и финансовая стороны вопросов обсуждается в каждом конкретном случае интересантами проекта.

КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ «ЛИРА-Б» В ИНТЕРЕСАХ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А. О. Жуков[1,2], А. А. Заверзаев[1], А. И. Захаров[1], М. Е. Прохоров[1]

[1] Особое конструкторское бюро Московского энергетического института, Москва
e-mails: aozhukov@mail.ru; zaverzaevaleksandr010191@mail.ru

[2] Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Москва
e-mails: zakhster@gmail.com; mike.prokhorov@gmail.com

Основная задача космического эксперимента (КЭ) «Лира-Б» — проведение высокоточных многоцветных фотоэлектрических измерений световых потоков от небесных объектов на всей небесной сфере. Каждый объект должен наблюдаться неоднократно для исключения помех и обнаружения возможной переменности блеска.

Вспомогательная задача — получение координат небесных объектов с точностью лучше 1 угл. с для их последующей идентификации. Попутно решаемая задача — обнаружение и идентификация объектов Солнечной системы.

Проводимые измерения должны охватить все звёзды до 16 включительно, и все объекты Солнечной системы до 14. Измерения будут проводиться в десяти спектральных полосах, перекрывающих диапазон примерно от 200 до 1000 нм. Точность однократного измерения предельно слабых объектов должна составлять не менее 10 %, а объектов ярче 12 — 1 %. По итогам всего КЭ точность фотометрии предельно слабых непеременных звёзд должна составить 1 %, а ярких — 0,1 %, соответственно. Результаты КЭ «Лира-Б» дадут ценную информацию о наблюдаемых объектах для астрономических исследований вообще и для астрофизики в частности, а также позволят создавать звёздные каталоги для прикладных применений.

Результаты КЭ «Лира-Б» позволят расширить знания о свойствах небесных объектов.

Современная теория физики и эволюции звёзд связывает параметры оптического излучения с физическими характеристиками и строением звёзд.

Один из широко используемых в наблюдательной астрофизике методов — многоцветная астрофотометрия, заключается в измерении потоков излучения в нескольких полосах, обычно расположенных в видимом, а также ближних ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах спектра.

Астрофотометрия решает три основные методические задачи: измерение блеска различных небесных объектов в единой шкале звёздных величин, исследование переменности во времени величины потока световой энергии и изучение распределения энергии в спектре небесных объектов. В результате астрофотометрических измерений решается широкий круг проблем астрономии и астрофизики. В их числе определение галактических расстояний и изучение строения и эволюции Галактики, проблемы внутреннего строения и эволюции звёзд и много другое.

Чем выше точность измерений, чем большее количество спектральных полос в обзоре, чем шире спектральный интервал, охватываемый этими полосами, тем большее количество астрофизической информации он содержит, и, соответственно, тем выше его научная ценность. Только при высокой точности и однородности измерений фотометрический метод позволяет детально и корректно исследовать и сравнивать между собой свойства большого количества объектов, а также получать представительные статистические закономерности.

Создание фотометрических каталогов звёзд и других небесных объектов — классическая фундаментальная задача астрономии. Из каталогов астрономы черпают основную информацию для статистических исследований, а также для детального изучения объектов. Первым фотометрическим обзором неба в современном понимании явилось Боннское обозрение неба (Аргеландер, 1850–1860 гг.) — это каталог положений и блеска звёзд, измеренных визуально (в одной полосе — «видимых» лучах); содержит свыше 1 млн звёзд до 10-й звёздной величины; точность измерения — 20...50 %. Несмотря на то, что этому каталогу исполнилось свыше 100 лет, он находит до сих пор применение в астрономической практике как средство идентификации звёзд. В 80-х годах XX века для космического телескопа им. Хаббла по фотопластинкам, снятым в 2 широких спектральных полосах в видимом диапазоне и содержащих около 14 млн звёзд примерно до 15 с точностью измерений 60 %, был создан Guide Star Catalog.

В настоящее время существует и планируется довольно много обзоров неба в УФ- и ИК-спектральных полосах. Парадоксальность ситуации заключается в том, что нет одновременных измерений в разных оптических диапазонах, что не позволяет связать эти обзоры друг с другом, а также вычислять цвета переменных и уникальных объектов с необходимой точностью. Каталог, полученный в рамках КЭ, позволит решить эту и многие другие задачи.

Большой сканирующий фотометрический обзор неба в оптической области до 12,5-й звёздной величины был получен в эксперименте Tycho (названный так в честь датского астронома Тихо Браге) на спутнике Hipparcos Европейского космического агентства. Однако, наличие лишь двух широких спектральных фотометрических полос (близких, но не совпадающих с классическими B- и V-полосами), а также ряд методических погрешностей, допущенных при планировании эксперимента и обработке измерений, предопределили невысокую точность и ценность фотометрии полученного обзора.

В настоящее время не готовится и не планируется космических экспериментов, целью которых была бы многоцветная высокоточная астрофотометрия. КЭ Gaia и JMAPS, создадут высокоточные астрометрические каталоги, однако сопутствующие фотометрические измерения будут иметь меньшую точность и однородность, чем в КЭ «Лира-Б».

Ряд наземных обзоров ставил или ставит целью проведение массовых измерений небесных объектов. К ним относятся завершённый обзор звёзд всего неба в ближнем ИК-диапазоне 2MASS, продолжающийся глубокий обзор неба в 5 полосах видимого диапазона SDSS, который уже охватил около 1/4 небесной сферы. Ещё большей глубиной будут обладать обзоры неба в готовящихся проектах Pan-STARRS и LSST. Всем этим проектам свойственны следующие недостатки:

- из-за поглощения атмосферой невозможны наблюдения в УФ-диапазоне;
- атмосфера вносит в измерения плохо устранимые систематические ошибки;
- наблюдения ведутся в малом числе спектральных полос;
- имеют узкий динамический диапазон, точность ярких объектов низка, что не позволяет стыковать данные этих обзоров с современными высокоточными измерениями ярких звёзд;
- все эти проекты не ориентированы на высокую точность фотометрии, т. е. будут менее точны, чем каталоги КЭ «Лира-Б».

Таким образом, в оптическом диапазоне ещё не создано ни одного современного высокоточного и однородного многоцветного фотоэлектрического обзора неба, сравнимого с вышеперечисленными каталогами по объёму. Имеются лишь компилятивные каталоги,

в которых собраны измерения разных авторов, полученные по различным методикам и с различными (обычно точно неизвестными) кривыми реакции аппаратуры. В существующих каталогах данные для разных спектральных полос, как правило, основаны на измерениях, проведённых в разное время, что часто приводит к большим ошибкам в показателях цвета нестационарных объектов. Между тем потребность в однородных высокоточных каталогах величин и колор-индексов весьма велика для различных областей звёздной астрономии и астрофизики, а также для целого ряда прикладных научных, технических и образовательных задач.

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ СПУТНИКИ КАК БАЗА ОСВОЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

А. Н. Зайцев[2], В. В. Мединский[1]

[1] Фонд «Байтик», www.bytic.ru, e-mail: vladimir@medinsky.net
[2] Институт космических исследований Российской академии наук, e-mail: space-edu@mail.ru

Троицкий Центр космической связи (http://www.rk3b.ru) был создан на базе школьной коллективной радиостанции RK3B. Техническое оборудование центра состоит из УКВ-трансивера, направленных антенн и компьютеров для приёма и передачи информации. Основное назначение центра — обучение и просвещение молодёжи в области космической физики, космической связи и информатики. Практическая работа строится на базе использования радиолюбительских спутников формата кубсат. Оборудование центра позволяет вести приём и передачу управляющих команд на спутники в режиме автоматизированного ЦУПа.

Развитие методов и техники космических исследований привело к распространению знаний и навыков космической связи среди широкой аудитории радиолюбителей. Тысячи энтузиастов радиолюбителей принимали сигналы первого спутника, а затем сами вышли в космос с радиолюбительским спутниками (www.amsat.org). Первые спутники в виде малых космических аппаратов (МКА) изготовленные радиолюбителями были запущены в США в декабре 1961 года, в СССР первые МКА были запущены в 1978 году. В последнее десятилетие стало популярным изготовление спутников формата КубСат — размером стороны в 10 см и массой 1 кг. В Стенфордском университете (Leland Stanford Junior University) предложили стандартную конфигурацию кубсата (http://www.cubesat.org/), которая затем была распространена через Калифорнийский государственный политехнический университет, Помона (California Institute of Technology). При этом основа спутника была унифицирована, в системе связи использовались принятые международные радиолюбительские частоты УКВ-диапазонов, на земле использовались аппаратура, массово изготовляемая коммерческим компаниями по доступным ценам. Все это делало изготовление МКА простым и доступным.

Отметим, что в мире в 2017 году было запущено 295 МКА, в 2018 году около 417, в 2019 году планируется запуск более 500 спутников в основном формата кубсат (http://nanosats.eu). Примерно 10 % от общего числа спутников имеют радиолюбительские ретрансляторы диапазона 144...435 МГц для связи между наземными станциями. Очевидно, на практике первые шаги по освоению космической связи проще всего осуществить именно на любительских частотах. Комплект минимальной аппаратуры включает трансивер «Баофенг-5Р» и лёгкую антенну 144...435 МГц для работы со штатива. Стоимость всей техники составляет не более 15 000 руб. Опыт радиолюбителей был подтверждён во всем мире, сотни университетов имеют группы по разработке МКА и кубсатов. В России в 2019 году ожидается запуск более 10 МКА.

Сейчас на орбитах вокруг Земли работают несколько десятков радиолюбительских спутников, созданных студентами вузов и радиолюбителями. Свежим примером таких российских спутников являются микроспутники «Чибис» (РС-39) (chibis.cosmos.ru) и Юбилейный (РС-40) (http://sat.sibsau.ru/index.php), запущенные в 2012 году. Запуск кубсатов ведётся с поддержкой от «Роскосмоса» с борта международной космической станции (МКС), для чего создана специальная программа подготовки таких запусков. Недавно были запущены спутники «Сириус-Сат» подготовленные компанией

«Спутникс» из Сколоково как учебная программа Всероссийского лагеря «Сириус» в Сочи, а также серия кубсатов «Танюша» подготовленных Юго-Западным Университетом в Курске. Таким образом, имеются широкие возможности развития программ дополнительного образования с использованием средств космической связи, доступной даже на уровне старшей школы. Цель настоящего доклада представить опыт работы радиолюбителей из Троицка по созданию наземного комплекса для управления МКА на базе любительского радио.

Основной занятий школьников в Троицком Центре космической связи было освоение техники связи на базе школьной коллективной радиостанции RK3DXB. Нами были изготовлены антенны, смонтировано на мачте серийное поворотное устройство Yeasu G-5500, освоена программа спутниковой навигации «Орбитрон», предназначенная для радиолюбителей и любителей визуальных наблюдений. Её также применяют профессионалы-метеорологи и пользователи спутниковой связи. Программа показывает положения спутников на любой заданный момент как в реальном времени, так и в режиме ожидания (https://r4uab.ru/orbitron-setting).

Первые успешные сеансы связи через кубсаты в цифровом виде были проведены в 2008 году. На старом сайте http://rk3dxb.narod.ru/ имеются примеры записей сигналов и дешифровка принятых сообщений. Показано что при мощности передатчиков на спутнике в пределах 500 мВт удаётся принять сигнал на удалениях в несколько тысяч километров. Оборудование центра позволяет вести приём и передачу управляющих команд на спутники в режиме автоматизированного ЦУПа. В 2015 году Центр был задействован для управления спутником «ТаблетСат-Аврора» (R2DTF) компании «СПУТНИКС» (http://sputnix.ru).

Следует обратить внимание на возможности использования Центра для связи с Международной космической станицей. Со времени пилотируемых полётов на станции МИР в 1985 году была отработана техника радиолюбительской связи. Все российские космонавты проходят 40 часов курса любительской связи и используют эту связь для образовательных программ. В настоящее время на МКС астронавты регулярно проводят связи со школами в разных странах. Благодаря этому имеется возможность провести «живую» радиосвязь с космонавтами. На МКС работают две радиолюбительские станции: позывные сигналы NA1SS – RS0ISS, данные каналов связи — Voice Uplink 145.200 MHz — Downlink145.800 MHz Repeater Uplink 437.800 MHz Downlink 145.800 MHz, Packet Columbus 437.550 MHz, Svesda 145.825 MHz. Все космонавты имеют свои личные позывные и как правило проводят много сеансов связи в свободное время. Поэтому имеется международная программа координации школ, Amateur Radio on the International Space Station (ARISS), желающих провести связь с МКС (http://www.ariss.org). Технические подробности на сайте программы ARISS здесь: http://www.amsat.org/amsat-new/ariss/.

Основное назначение школьного центра космической связи — обучение и просвещение молодёжи в области космической физики, космической связи и информатики. Кроме изучения техники спутниковой связи и приёма космических данных, школьниками предлагается изучить одно из многих тематических направлений, по которому затем выполняется поисковая работа в виде реферативной работы с последующим представлением на школьных конференциях типа Всероссийские школьные Королёвские чтения. Последние из которых прошли 31 января – 3 февраля 2019 г. в Троицке, **при поддержке Госкорпорации «Роскосмос»** (https://www.roscosmos.ru/25977). Среди программ дополнительного образования по космической тематике самым популярным направлением является изучение «космической погоды», проектов освоения космоса, обсуждение будущих

космических полётов по которым в сети интернет имеется большое число ресурсов от многих космических организаций России и за рубежом. Центр активно поддерживает космический образовательный проекте Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова НИИЯФ — МГУ CanSat в России» (http://roscansat.com/). Таким образом Центр способствует реализации основной цели проектной деятельности учащихся — развитие интереса школьников к исследованиям космического пространства, выявлению способных ребят, которые в будущем могут составить новый отряд учёных, инженеров и космонавтов. За последний 10 лет занятия в центре прошли более 100 школьников, большая часть которых пошла учится в технические вузы и МГУ. В 2016 году Академия наук провела конкурс «Учёные — школе», в котором был поддержан проект «Космическая погода» http://ученые-школьникам.рф/index.php/meropriyatiya и далее «Космическое Радио» http://ученые-школьникам.рф/index.php/meropriyatiya/item/kosmicheskoe-radio/). Цель проектов — дать школьникам представление об окружающей космической среде и роли космического радио и космической связи в исследованиях и при освоении космоса, дать современное представление о роли электромагнитных волн в природе и в практической деятельности человека.

Введение стандарта для малых космических аппаратов в формате кубсат обеспечило быстрое освоение космических технологий на всех уровнях в большом числе организаций России. Успешно реализуются проекты кубсатов в Москве, Курске, Томске, Самаре, и т. д. Лидирующей организацией по разработке МКА в России для образовательных целей остаётся Научно-исследовательская лаборатория аэрокосмической техники ДОСААФ (НИЛАКТ ДОССАФ) в Калуге, которая с 1978 года разработала и успешно запустила около 50 микроспутников серии РС по заказам институтов РАН, МГУ, Академии Можайского и т. д. Очевидно, на практике первые шаги по освоению космической связи проще всего осуществить именно с использованием радиолюбительских спутников всегда открытых для связи через ретрансляторы. Получение разрешений на эксплуатацию школьных радиостанций поддерживает Союз радиолюбителей России (https://srr.ru), а его члены всегда готовы прийти на помощь школьным учителям.

Опыт работы Троицкого Центра космической связи (http://www.rk3b.ru) показал возможность подготовки будущих исследователей и инженеров для космонавтики. Сеть школьных центров позволяет решить задачу контроля работы малых спутников с учётом их массового запуска. Космические агентства и отдельные страны разрабатывают стандартную наземную систему приёма и передачи данных МКА по интернету. Центр в Троицке может служить опорной точкой такой сети. В дополнение к тексту доклада приведён список публикаций, который может быть использован для обоснования научно-образовательных проектов на уровне школ.

Литература

1. *Зайцев А. Н.* Спутники, компьютеры, образование // Информатика и образование. 1990. № 1. С. 91–94.
2. *Зайцев А. Н.* Школа и спутники // Информатика и образование. 2002. № 11. С. 74–76.
3. *Зайцев А. Н.* Космическая погода для радиолюбителей // Радио. 2005. № 6. С. 64–65.
4. *Будько Н. И.*, *Зайцев А. Н.*, *Карпачев А. Т.*, *Козлов А. Н.*, *Б.Филиппов Б. П.* Космическая среда вокруг нас — введение в исследования околоземного космического пространства (книга и приложение на CD-ROM). Троицк: ТРОВАНТ, 2006. 245 с. URL: http://www.izmiran.ru/pub/izmiran/space-around-us/.

5. *Тамкович Г. М.*, *Климов С. И.*, *Ангаров В. Н.*, *Зайцев А. Н.* Применение сверхмалых космических аппаратов для науки и образования // Земля и Вселенная. 2002. № 2. С. 86–94.
6. *Зайцев А. Н.* Радиолюбительские спутники: мифы и факты // Вопросы миниатюризации в современном космическом приборостроении: сб. ст. М.: ИКИ РАН, 2004.
7. *Зайцев А. Н.* «Космическое Радио» — предметно-ориентированная программа для школьников // Тр. 28-й конф. «Применение новых технологий в образовании». М.: Фонд Байтик, 2017. С. 375–376. URL: http://ito2017.bytic.ru/.
8. *Зайцев А. Н.* Тематические публикации на сайте www.rk3b.ru / интернет-ресурс, RK3B, Троицкий школьный центр космической связи, 2007–2019.

ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИ НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ — ШКОЛЬНИКАМ

С. Н. Замоздра

Челябинский государственный университет (ЧелГУ),
e-mail: sezam@csu.ru

Опыт численного решения задач небесной механики чрезвычайно ценен не только будущим астрономам, но и будущим физикам и инженерам, поскольку развивает сразу две важных компетенции: 1) понимание основ классической механики, 2) умение реализовать численные методы в алгоритмах и компьютерных программах. Кроме того, простые задачи небесной механики хорошо подходят для первого знакомства с численными методами, поскольку движение тел в гравитационном поле интуитивно понятно, что помогает учащимся находить ошибки в решениях. Поэтому автор предлагает активней использовать численные модели небесной механики в преподавании физики, астрономии, информатики.

В настоящем докладе представлен пример компьютерной модели движения и взаимодействия четырёх тел: Солнца, Земли, Луны и космического корабля. Изложены элементы дидактики, а именно порядок усложнения задач, ведущий к построению достаточно сложной и интересной численной модели.

В качестве задачи-максимум учащемуся предлагается придумать и запрограммировать алгоритм реактивного ускорения космического корабля, приводящий к безопасной доставке людей на Луну. Вектор скорости корабля на выходе из атмосферы Земли считается заданным, поэтому реактивную тягу надо использовать для коррекции орбиты и торможения корабля возле Луны. В расчёте гравитации все тела считаются точечными, но в расчёте координат они считаются сферическими. Перекрытие сфер означает катастрофу. Силы трения и сопротивления не учитываются. Запас топлива и скорость реактивной струи корабля ограниченны. Данная задача гораздо сложнее, чем та, которая решалась в простейшей компьютерной игре прошлого века, где надо было посадить корабль на Луну вдоль прямой линии. Действительно, рассматриваемая задача-максимум трёхмерна, тел не два, а четыре и все они движутся.

Уравнения механики Ньютона решаются в декартовых координатах с помощью метода Эйлера [1], который одновременно и прост, и интуитивно понятен учащимся. Вводится этот метод сразу в более простых задачах, предшествующих задаче-максимум. Список этих задач и дидактические пояснения к ним даны в таблице. На всех этапах обучения используется графическое представление результатов, что наиболее просто сделать в среде программирования PascalABC.NET. Текст программы, решающей задачу № 5, представлен в Приложении.

Список задач, подводящих к решению задачи-максимум

№	Задача	Дидактические пояснения
1.	Одномерное и двумерное движения частицы в однородном поле тяжести	Поскольку в школьной программе предусмотрено аналитическое решение этих задач, то учащимся интересно сравнить его с численным решением. На этом этапе они понимают идею метода Эйлера, видят его соответствие определениям скорости и ускорения, учатся задавать переменные и постоянные величины в программе, реализуют цикл по времени, осознают влияние шага по времени на точность решения

№	Задача	Дидактические пояснения
2.	Двумерное движение нескольких невзаимодействующих частиц в однородном поле тяжести	На этом этапе учащиеся используют структуру данных типа массив для задания координат и компонент скорости частиц, реализуют циклы по номерам частиц, понимают, что каждой частице надо задать начальные координаты и скорости
3.	Движение частицы в центральном поле	Теперь ускорение частицы неоднородно, и необходимо научиться вычислять его компоненты, используя теорему Пифагора и определения синуса и косинуса. Учащиеся знакомятся с коническими сечениями и космическими скоростями
4.	Задача двух тел	Снова вводятся массивы для задания координат и компонент скоростей частиц. Ярко проявляются второй и третий законы Ньютона: силы по модулю одинаковы, но ускорения обратно пропорциональны массам. На примере пар тел «Земля – МКС», «Земля – Луна», «Солнце – Земля» учащиеся узнают характерные скорости тел в солнечной системе, а также их смещения относительно центров инерции
5.	Задача N тел	Вводятся два цикла по номерам частиц: в первом (внешнем) вычисляются новые координаты и скорости частиц, а во втором (внутреннем) суммируются силы со стороны других частиц. Обычно $N = 4$ и учитываются лишь Солнце, Земля, Луна и космический корабль. Для выбора шага по времени приходится искать максимумы скорости и ускорения по всем частицам. Траектории тел рисуются в разных масштабах на нескольких частях экрана, чтобы детализировать картину
6.	Учёт реактивного ускорения космического корабля	Изучается закон сохранения импульса, формула Циолковского. Для ускорения расчётов предполагается, что порция газов выбрасывается из сопла мгновенно с фиксированной скоростью. Учитывается уменьшение массы корабля. Для выбора направления реактивной струи рассчитывается относительная скорость корабля и Луны. Для введения игровых элементов моделируется ручное управление кораблём

Помимо задач, указанных в таблице, автор решал с воспитанниками научного общества учащихся Челябинского государственного университета и другие задачи небесной механики, например:

1. Полёт космического аппарата от Земли до астероида [2].
2. Посадка космического аппарата на неровный вращающийся астероид [3].
3. Разрушение астероида приливными силами чёрной дыры [4].
4. Изменение орбит и температур поверхности планет из-за вторжения звезды в солнечную систему [5].

Таким образом, при правильном выборе и продуманной дидактике численные модели небесной механики доступны старшеклассникам и дают им ценные компетенции для дальнейшего профессионального роста.

Литература

1. *Мудров А. Е.* Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. Томск: МП «Раско», 1991.

2. *Ковальцун К.* Расчёт траекторий полёта ракет к астероидам // Материалы 5-й Научно-практ. конф. научн. общества учащихся «Малая академия» Челябинского гос. ун-та / отв. за вып. Т. И. Севостьянова; сост. Т. В. Абрамова. Челябинск: Изд-во Челябинского гос. ун-та, 2016. С. 18–20.
3. *Ковальцун К.* Моделирование посадки космического аппарата на астероид // Материалы 6-й Научно-практ. конф. науч. общества учащихся «Малая академия» Челябинского го. ун-та / отв. за вып. Т. И. Севостьянова; сост. Т. В. Абрамова, И. В. Зобнина. Челябинск: Изд-во Челябинского гос. ун-та, 2017. С. 49–52.
4. *Цветков А.* Численная модель приливного разрушения тела // Материалы 7-й Научно-практ. конф. научн. общества учащихся «Малая академия» Челябинского гос. ун-та / отв. за вып. Т. И. Севостьянова; сост. И. В. Зобнина. Челябинск: Изд-во Челябинского гос. ун-та, 2018. С. 36–37.
5. *Цветков А.* Моделирование последствий сближения звезды-нарушителя и Солнечной системы. Анализ возможности защиты // Материалы 8-й Научно-практ. конф. научн. общества учащихся «Малая академия» Челябинского гос. ун-та / отв. за вып. Т. И. Севостьянова; сост. К. М. Хушниязова. Челябинск: Изд-во Челябинского гос. ун-та, 2019. С. 38–39.

Приложение

```
program SunEarthMoon;

uses
    graphABC;

const
    s0 = 6e8;
    s1 = 8e5; //масштаб, м/пикс
    s2 = s1/10;
    G = 6.67408e-11; // Гравитационная постоянная, Н * м^2/ кг^2
    me = 5.976e24; //Масса Земли, кг
    Re = 6371000; // ср. радиус Земли, м
    Rm = 1738000; // ср. радиус Луны, м
    rme = 384410000; // ср. расстояние между центрами Земли
и Луны, м
    mm = 7.35e22; // масса Луны, кг
    ms = 1.9855e30; // масса Солнца, кг
    Rs = 6.9551e8; // ср. радиус Солнца, м
    aph = 1.52098233e11; // афелийное расстояние Земли, м

var
    t, dt, f, r, r23, ax, ay: real;
    x, y, vx, vy, m: array [0..3] of real; // 0 — Солнце, 1 — Земля, 2 —
Луна, 3 — космический аппарат
    txt: text;
    Ns: integer; // число шагов по времени

begin
    //начальные условия
    t := 0;
    Ns := 0;
    dt := 0.01;

    x[0] := 0;
    y[0] := 0;
    vx[0] := 0;
    vy[0] := 0;
    m[0] := ms;
```

```
    x[1] := -aph;
    y[1] := 0;
    vx[1] := 0;
    vy[1] := 2.927e4; // скорость Земли в афелии, м/с
    m[1] := me;

    x[2] := x[1]-rme;
    y[2] := 0;
    vx[2] := 0;
    vy[2] := vy[1] + 1018;
    m[2] := mm;

    x[3] := x[1] — Re;
    y[3] := 0;
    vx[3] := vx[1] — 10496;
    vy[3] := vy[1] + 3675;
    m[3] := 1000;

    MaximizeWindow; // увеличивает окно до максимального размера
    circle(1500, 300, round(Rm/s2)); // Луна

repeat
    for var i := 0 to 3 do // решение уравнений движений
    begin
        x[i] += vx[i] * dt;
        y[i] += vy[i] * dt;
        ax := 0;
        ay := 0;
    for var j := 0 to 3 do // ускорение со стороны других частиц
        if j <> i then
        begin
        r := sqrt(sqr(x[j] — x[i]) + sqr(y[j] — y[i])); // sqr — квадрат
числа, r — расстояние между частицами
        if (i = 2) and (j = 3) then r23 := r;
        f := G * m[j] / (r * r * r);
        ax += f * (x[j] — x[i]);
        ay += f * (y[j] — y[i]);
        end;
    vx[i] += ax * dt;
    vy[i] += ay * dt;
    if ((Ns mod 10000) = 0) and (i>0) then circle(round((x[i] — x[1]) / s1)
+ 960, round((y[i] — y[1])/ s1) + 500, 2);
    if (Ns mod 10000) = 0 then circle(round((x[3] — x[2]) / s2) + 1500,
round((y[3] — y[2]) / s2) + 300, 2);
    if (Ns mod 10000) = 0 then circle(round(x[i] / s0) + 1500, round(y[i]
/ s0) + 800, 2);
    end;
    t += dt;
    inc(Ns);
    until (t > 1e8) or (r23<Rm);

end.
```

ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР МУЗЕЯ КОСМОНАВТИКИ — ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ РАЗВИВАЮЩИХ И ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ В ОБЛАСТИ КОСМОНАВТИКИ НА ПРИМЕРЕ КЛУБА «КОСМИЧЕСКИЙ ОТРЯД»

А. В. Ильина

Музей космонавтики, Москва, e-mail: Nastia_ilina@mail.ru

Музей космонавтики — один из крупнейших научно-исторических музеев мира. История музея началась во второй половине XX века. В 1964 г. в Москве появился монумент «Покорителям космоса». Титановая ракета на ВДНХ стала символом качественного технологического скачка своего времени. Запуск первого искусственного спутника Земли, первые живые существа и первый человек в космосе стали отправной точкой в мировой космонавтике. Стиль монумента «Покорителям космоса» специалисты относят к советскому модернизму. Полёты в космическое пространство открыли человечеству новые перспективы, технический прогресс обещал безграничные возможности, земляне испытывали необычайный подъём, восторг и энтузиазм.

В апреле 1981 г. в стилобате монумента был открыт Мемориальный музей космонавтики. Здесь были представлены свидетельства первых успехов и достижений отечественной космонавтики: первые скафандры, первые искусственные спутники Земли; космические аппараты по изучению Луны и планет Солнечной системы. В 2009 г. музей был открыт после реконструкции. Площадь выставочного пространства была увеличена в четыре раза. На сегодняшний день современная экспозиция музея состоит из восьми выставочных залов, кинозала и конференц-зала.

Коллекция музея насчитывает более 96 000 единиц хранения. Это образцы ракетно-космической техники, вещественные реликвии, документы, филателию, нумизматику, предметы декоративно-прикладного искусства, коллекции живописи и графики. Мемориальный дом-музей академика С. П. Королёва — подразделение Музея космонавтики. Современная экспозиция состоит из следующих залов: «Утро космической эры», «Творцы космической эры», «Космический дом на орбите» (современная пилотируемая космонавтика), «Исследования Луны и планет Солнечной системы», «Космонавтика — человечеству», «Международное сотрудничество в космосе», «Международный космический парк» (космические государства мира, ракетно-космическая промышленность России), «История и культура космической эпохи». Также важно отметить, что в дополнительных выставочных пространствах регулярно сменяются выставки и экспозиции, организаторами которых выступают аэрокосмические предприятия отрасли, демонстрируя свои современные наработки и достижения.

Благодаря тому, что занятия проходят еженедельно на базе музея (основная часть занятий проходит в главном здании, отдельные — в доме-музее С. П. Королёва, с использованием кинозала и веранды), у преподавателей центра есть возможность проводить занятия с использованием натурных макетов и образцов техники, визуализациями и другими материалами экспозиции, задействовать все демонстрационные возможности музея.

Инженерный центр — образовательно-просветительский центр, созданный на базе Музея космонавтики. Центр образован путём слияния двух ранее функционировавших на базе музея кружков — Космического бюро (КБ) «Восток» и Клуба любителей космонавтики «Космический отряд». Задачей Инженерного центра является

введение детей в культуру инженерно-конструкторской деятельности, изучение основ схемотехники, мехатроники, компьютерного программирования и моделирования. Знакомство с основами астрофизики и космонавтики, а также историей развития отечественной космической техники. Изучение устройства Вселенной и современных методов её познания.

В 2018 г. Инженерный центр стал победителем конкурса «Интермузей-2018».

Космический отряд — история создания, цели, задачи, программа. Космический отряд — клуб (кружок) дополнительного образования и профориентации детей создан 5 лет назад на базе Мемориального музея космонавтики на ВДНХ по инициативе сотрудников музея — экскурсоводов и популяризаторов космонавтики — Вероники Штейнгардт и Александра Аридова — студентов Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана (МГТУ).

Цель программы клуба «Космический отряд» — знакомство с основами астрофизики и космонавтики, образцами инженерно-конструкторской деятельности и историей развития отечественной космической техники. Формирование современного представления о Вселенной и взаимодействии человека с окружающей средой, профориентационная работа на базе полученных знаний.

Задачи программы:

- познакомить учащихся с основами астрофизики и космонавтики;
- познакомить учащихся с историей развития космической и авиационной техники, физическими явлениями и принципами, лежащими в основе их создания и эксплуатации;
- познакомить учащихся с навыками создания моделей и проектирования технических устройств;
- дать учащимся общее представление о том, как устроена аэрокосмическая отрасль, какие профессии и направления в ней представлены.

Структурно и организационно клуб «Космический отряд» выглядит следующим образом. Занятия проходят с сентября по май учебного года, каждый четверг (четверг — день, когда музеи работают до 21:00). Занятия проходят в двух группах (по возрастным категориям). В начале августа музей объявляет набор в обе возрастные группы. Первое занятие в сентябре — открытое. На него приглашаются дети с родителями для общей презентации клуба. Затем ребятам предлагается выполнить задания (тестирование, задачи, открытые вопросы). Задания направлены на понимание общего уровня кругозора и базовых знаний. Особенно важно данное тестирование для ребят пограничного возраста (12–13 лет), когда формально мы относим их к одной группе, но по личным результатам становится понятно, что необходимо определить их в другую группу (младше/старше)

1 группа (*младшая*). Возраст принимаемых ребят — 9–12 лет (рассмотреть заявку от ребёнка 7–8 лет можно по согласованию с преподавателями и родителями). Занятия проходят с 18:00 до 19:30 каждый четверг.

Преподаватели группы:

Шеремет Варвара — студентка МГТУ им. Н. Э. Баумана, четырёхкратный участник международной аэрокосмической смены «Объединённые космосом» Всероссийского детского центра «Орлёнок», выпускница образовательной программы «Кванториума» в направлении «Космоквантум».

2 группа (*старшая*). Возраст принимаемых ребят — 13–16 лет (рассмотреть заявку от ребёнка 12 лет можно по согласованию с преподавателями и родителями). Занятия проходят с 19:00 до 20:30 каждый четверг.

Преподаватели группы:

Ильина Анастасия — популяризатор космонавтики, сотрудник Космического центра «Сколтех», организатор всероссийских квестов по космонавтике «Космический рейс», руководитель кружка «Отряд юных космонавтов в Звёздном городке».

Рогачёв Александр — программист, выпускник и преподаватель программ профильных смен и занятий «Объединённые космосом», математик, преподаватель кружка «Малый Мехмат МГУ».

Штейнгардт Вероника — выпускница МГТУ имени Н. Э. Баумана и Сколтеха, ведущий инженер частной космической компании «Спутникс», участница космического эксперимента на Земле «Mars Desert Research Station».

Аридов Александр — выпускник МГТУ имени Н. Э. Баумана, инженер (начальник сектора) на предприятии ракетно-космической отрасли, астроном-любитель.

Программа занятий в клубе составляется на каждый учебный год, утверждается методическим советом музея (отделом музейной педагогики) и корректируется преподавателями с учётом опыта прошедших занятий, новыми событиями, произошедшими в космонавтике, а также возможностями приглашения гостей из отрасли, которых возможно привлечь в музей для проведения занятия.

В течение года занятия в клубе позволяют детям познакомиться с более чем 10 направлениями аэрокосмической деятельности и с более чем 15 различными профессиями в области космонавтики. В прошедшем учебном году (2018–2019) дети узнали (и в ходе практических составляющих урока частично попробовали как-то действия) следующие профессии — инженер-конструктор, ракетостроитель, специалист в области космической медицины и биологии, астроном, астрофизик, космонавт, инструктор по подготовке космонавтов, специалист по технологиям дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), инженер спутниковой связи, конструктор спутников, пилот, робототехник.

Таким образом, по итогу года мы сформировали вместе с ребятами общую картину того, как устроена аэрокосмическая отрасль и некоторые смежные с ней области (робототехника, авиация), помогли ребятам понять, какие направления им более интересны. В ходе общения с родителями выяснили, что интерес, вызванный на занятиях в клубе к тем или иным сферам, начал влиять и на остальные части жизни. В каникулы один ребёнок просит отвезти его на аэродром или на полёт в аэротрубе, другой просит подарить микроскоп, третий — сводить в планетарий. Тем самым углубляется интерес ребят к выбранной сфере.

Профориентационная работа со школьниками на примере занятия «Профессия космонавт»

Рассмотрим профориентационную деятельность на примере конкретного занятия клуба «Космический отряд» в Музее космонавтики. Тема «Профессия космонавт» вызывает живой интерес аудитории вне зависимости от уровня знаний и подготовки. Но интересно отметить, что раскрытие данной темы зачастую полностью меняет представление ребёнка (или даже взрослого) о данной профессии. В привычном, сформированном с помощью СМИ понимании, космонавт — это человек в белом костюме (скафандре), который постоянно идёт к ракете и отправляется в космос, откуда в красивых постановочных интервью эффектно машет рукой. На самом деле, никто не подозревает, какая глобальная работа стоит за этим финальным моментом — полётом в космос.

Занятие «Профессия космонавт» построено следующим образом. Во-первых, ему предшествует занятие «Как стать космонавтом», где мы рассказываем ребятам о тех испытаниях, которые предъявляет «Роскосмос» и Центр подготовки космонавтов к тем, кто выбирает данную профессию. Благодаря этому занятию дети приобретают

основные представления о том, каков уровень знаний и подготовки будущих космонавтов. Во-вторых, само занятие предполагает разделение на три основных блока.

1 блок. Теоретическая вводная. Это лекция на 40 минут с элементами интерактива, использованием фото и видео материалов. В теоретической части мы рассказываем о том, как проходят «рабочие будни» космонавтов, тех, кто прошёл отбор и поступил в объединённый отряд «Роскосмоса». Рассматриваются все основные этапы подготовки и тренировок — теоретическая подготовка, изучение систем кораблей и станции, подготовка на центрифуге, в гидролаборатории, специальные тренировки по выживанию, полёты на самолётах и полёты в невесомости, комплекс прыжков с парашютам и экспериментально-научные исследования.

2 блок. Практическая часть. Второй блок длится около 30—40 минут и предполагает закрепление полученного материала практическими заданиями. Специально для занятия «Профессия космонавт» мы разработали ряд упражнения, которые помогают ребятам получить представление о тренировках и занятиях космонавтов.

Например, с помощью больших строительных перчаток мы объясняем принцип, задачи и сложности работы космонавта во время внекорабельной деятельности (ВКД). Из-за избыточного давления космонавт практически не может сгибать пальцы в таких перчатках, а ведь во время ВКД он должен выполнять различные ремонтные и наладочные работы.

3 блок. Закрепление материала. В конце каждого занятия мы посвящаем 10—20 минут обсуждению пройденного материала, впечатлениям и мыслям, которые возникли в связи со знакомством с той или иной профессией или сферой. Далее материал пройденного занятия подкрепляется рассылкой родителям, в которую мы помещаем список интересных и полезных ссылок на фильмы, статьи, материалы по пройденной теме.

Таким образом, каждое занятие позволяет проводить профориентационную работу на ранней стадии, когда ребята 9—11 лет только начинают задумываться над тем, что им действительно интересно, чем хотелось бы заниматься.

СКОЛТЕХ — ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ МАГИСТРАТУРЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ИНЖЕНЕРНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

А. В. Ильина

Сколковский институт науки и технологий,
e-mail: An.llina@skoltech.ru

Сколковский институт науки и технологий (Сколтех) — негосударственный образовательно-исследовательский институт, который находится в Сколково (Россия, Московская область). Созданный в 2011 году при участии Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology, MIT), Сколтех готовит новые поколения исследователей и предпринимателей, продвигает научные знания и содействует технологическим инновациям с целью решения важнейших проблем, стоящих перед Россией и миром. Институт строит свою работу, опираясь на лучшие традиции российских и международных образовательных и исследовательских практик, делая особый акцент на предпринимательской и инновационной деятельности.

Модель Сколтеха предусматривает интеграцию образования и исследований, причём как фундаментальных, так и прикладных. Институт тесно связан с промышленной и предпринимательской экосистемой, что позволяет развивать качественные исследования и генерировать приток инноваций в экономику.

В Сколтехе есть девять центров исследований, образования и инноваций (Centers for Research, Education and Innovation, CREI). Они осуществляют одну или несколько научно-образовательных программ каждый. Центры ведут работу по своей тематике исследований в рамках совместной распределённой исследовательской программы Сколтеха, международных и российских институтов. Каждый из Центров располагает как физическими, так и виртуальными компонентами. Виртуальный компонент центров заключается в постоянном исследовательском сотрудничестве с институтами-партнёрами, в ходе которого исследователи работают на территории своих институтов, но в рамках общей тематики. Преподавательский состав Сколтеха, его сотрудники и студенты ведут работу в лабораториях в Сколтехе.

Космический центр Сколтеха (КЦ) поддерживает космические и смежные исследования в области технологий и методов создания сложных технических систем, направленные на преодоление глобальных вызовов стоящих на национальном и глобальном уровне. В контексте стратегии развития цифровой экономики, КЦ рассматривает вопросы создания космической и связанной инфраструктуры для поддержки развития новых рынков цифровой экономики, а также изучает, как технологии и подходы, связанные с цифровой экономикой (большие данные, искусственный интеллект, автономные системы, новые стандарты связи), формируют будущее космических исследований. В целом исследовательская методология центра фокусируется на новых подходах к созданию и управлению сложными системами на всех этапах жизненного цикла. Исходя из этого, активности КЦ делятся на три направления:

А. Системное мышление и концептуальное проектирование. Задача данного направления разработка подходов и технологий для создания и проектирования сложных систем. В рамках этого направления КЦ Сколтеха готовит системных инженеров в области космических технологий и робототехники, развивает подходы, связанные с внедрением модельно-ориентированного системного проектирования, параллельного проектирования для высокотехнологичных

отраслей. Разрабатывает подходы по технологическому менеджменту и управлению Научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами (НИОКР) для корпораций.

Б. Инженерия автономных систем. В рамках настоящего направления Центр занимается созданием конкретных технологий и продуктов для космической и робототехнической отрасли, используя новые проектные подходы для сокращения стоимости и длительности циклов разработки. В Центре занимаются космическими системами на базе малых космических аппаратов, системами взаимодействия между беспилотными авиационными аппаратами, распределёнными робототехническими наземными системами и сетевым взаимодействием автономных систем между собой и с центрами управления.

В. Применение сложных космических и связанных систем (сервисы связи, дистанционное зондирования Земли (ДЗЗ)). Вопросы развития сервисов созданных на основе данных получаемых космическими и связанными системами, рассматриваются как в контексте развития цифровой экономики — как глобальная задача создания и использования единого бесшовного технологического пространства на базе сервисов космического и воздушного мониторинга, коммуникаций и интернета вещей, глобальных и локальных навигационных сервисов, так и в контексте исследования космоса и пространства новыми инструментами и новыми методами обработки данных.

Структура магистерской программы Сколтеха. Программы магистратуры обеспечивают многопрофильный опыт обучения в совершенно новых аудиториях с профессорами мирового уровня, возможности международного обмена без какой-либо оплаты, с одной лишь целью: подготовить студентов, которые могут оказать существенное влияние на Россию и весь мир и способствовать социально-экономическому развитию путём научных открытий и технологических инноваций.

Основные тезисы. Преподавание и контроль за процессом обучения ведётся всемирно известными учёными и техническими специалистами. Все программы преподаются на английском языке. Английский является официальным языком обучения и делового общения. Широкий спектр курсов; индивидуальный план обучения, позволяющий студентам получить современное образование с обширным междисциплинарным компонентом. Возможность выбора между теоретическим и прикладным направлением в рамках программы. Открытая динамичная международная среда, объединяющая сотни учёных, технических специалистов и предпринимателей с серьёзными амбициями. В «Сколтех» учатся и преподают студенты и профессора из более чем 25 стран. Междисциплинарные программы с получением двух степеней и сетевые образовательные программы совместно с ведущими российскими университетами, широкие возможности для освоения различных курсов в этих университетах в рамках одного учебного плана. Возможность проводить исследования и знакомиться с передовыми практиками в ведущих университетах и лабораториях мира, принимать участие в международных конференциях и разнообразных программах академической мобильности. Более 1/3 наших студентов проводят исследования или осваивают учебный курс в Массачусетском технологическим институте, Университете Тель-Авива, Университете Калгари, Гарвардской медицинской школе, Национальном университете Сингапура и многих других всемирно известных университетах.

В Космическом центре осуществляется подготовка магистров по направлению «Инженерные космические системы». Магистратура очная, курс длится два года, ежегодно на направление поступают 25–30 студентов из разных стран.

Магистратура «Космические инженерные системы». Эту программу выбирают студенты, решившие развиваться в аэрокосмической

сфере, робототехнике, сервисных технологиях, дистанционном зондировании земли. Программа обеспечивает фундаментальную инженерную подготовку, глубокое погружение в анализ данных и практический опыт разработки спутниковых систем, беспилотных аппаратов и роботов. Эти знания и навыки позволяют выпускникам в дальнейшем браться за сложнейшие задачи робототехнической и аэрокосмической индустрии, реализовывать проекты по проектированию сложных инженерных систем, спутниковым наблюдениями и навигации, анализу космической погоды, дистанционному зондированию и другим направлениям.

Обучение в магистратуре длится два года: в течение первого года студент существенно углубляет свою теоретическую подготовку, в течение второго фокусируется на исследовательской работе. Студенты свободны в выборе курсов в соответствии с их научными и профессиональными интересами.

Основные акценты, отличающие обучение в магистратуре Сколтеха, о которых необходимо рассказать, следующие:

- Обучение ведётся только на английском языке. Владение языком и постоянное его использование открывает доступ к большому количеству специализированной литературы о космонавтике.
- Во время обучения студенты проходят практику в течение двух месяцев в перспективных российских и зарубежных компаниях.
- Занятия проводят действующие специалисты отрасли и преподаватели с мировым именем.
- Начало обучения в магистратуре — проект Innovation Workshop — полноценное погружение в командную работу и инженерную деятельность.
- Проектная деятельность в курсе Systems engineering — во время курса по системной инженерии студентам предлагает найти заказчика в отрасли и спроектировать спутник, полезной нагрузкой для которого станет выбранная задача заказчика.

ФОРМИРОВАНИЕ РАЗНОУРОВНЕВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА БАЗЕ АСТРОКОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ИМЕНИ С. П. КОРОЛЁВА

Д. А. Исаев, Ю. С. Яблошевская

Институт физики, технологии и информационных систем Московского педагогического государственного университета (ИФТИС МГПУ),
e-mail: da.isaev@mpgu.su

Есть все основания утверждать, что возвращение в школьные учебные планы астрономии стало одним из ключевых событий в новейшей истории развития общего образования в нашей стране. И хотя в ряде школ астрономию преподавали даже когда она не входила в число обязательных предметов, доля этих школ была сравнительно невелика. Такое положение дел привело, в частности, не только к массовой астрономической и естественно-научной безграмотности и широкому распространению псевдонаучных знаний, но и к значительному снижению численности корпуса школьных учителей астрономии. Причём это снижение происходило не только за счёт естественной убыли (на смену уходящим не приходили новые), но и по причине деквалификации специалистов из-за вынужденного простоя в отсутствии преподаваемого предмета. По этой причине сегодня подготовка, переподготовка и повышение квалификации учителей астрономии является одним из приоритетных направлений педагогического естественно-научного образования.

Отметим, что в ряде педагогических вузов преподавание астрономии, астрофизики, методики их преподавания в рамках основных и дополнительных образовательных программ не прекращалось даже тогда, когда астрономия ушла из школы. К числу таких вузов относится МПГУ, где в Институте физики, технологии и информационных систем (ИФТИС) преподаванию астрономии всегда уделялось и уделяется серьёзное внимание. С организацией подготовки будущих педагогов в ИФТИС, и, в частности, с развитием системы астрономического образовании в Институте можно подробнее ознакомиться, например, в статьях [1–3] и др.

Но возвращение астрономии в школу сегодня, безусловно, не может и не должно начинаться с того же этапа, на котором её преподавание было прервано. За прошедшие годы астрономия шагнула далеко вперёд, и её новейшие достижения зачастую связаны с использованием инструментария, построенного на основе самых современных технических и технологических решений, которые, в свою очередь, стали возможны благодаря развитию физики и технологии. Эти факторы естественным образом должны найти отражение в астрономической подготовке школьников, поэтому, на наш взгляд, сегодня более правильно говорить о подготовке астрокосмической. Астрокосмическая подготовка должна стать интеграционным проектом, который осуществляют в школе не только учителя физики и астрономии на своих уроках, но и преподаватели предметной области «Технология», в рамках которой реализуется множество дисциплин и модулей, в частности, информатика, робототехника и т. д. Причём интеграция должна осуществляться как в рамках основной образовательной программы, так и в дополнительном образовании. Но подобная интеграция требует серьёзного пересмотра системы подготовки учителей. Именно поэтому в ИФТИС было принято решение об интегрированном подходе в подготовке будущих учителей физики, астрономии, технологии и педагогов дополнительного образования.

В прежние годы подготовка учителей проходила, в зависимости от профиля, на одном из двух факультетов ИФТИС. Так, подготовкой

учителей физики и астрономии занимались кафедры факультета физики и информационных технологий, а подготовкой учителей технологии и дополнительного образования, соответственно, кафедры факультета технологии и информационных систем. Но в 2018 году была создана инфраструктура, на базе которой стала возможной организация образовательной среды для интегрированной подготовки будущих физиков-астрономов и технологов. Такой инфраструктурой стал Астрокосмический комплекс имени С. П. Королёва (АКК им. С. П. Королёва).

АКК им. С. П. Королёва обеспечивает совместную работу сразу нескольких структурных подразделений обоих факультетов ИФТИС. Это астрономическая обсерватория и ряд кафедр: технологических и информационных систем, технологии и профессионального обучения, теоретической физики им. Э. В. Шпольского, теории и методики обучения физике им. А. В. Пёрышкина и др. Более того, в Институте была открыта кафедра физики космоса — базовая кафедра ИНАСАН (Института астрономии РАН).

В составе АКК им. С. П. Королёва два учебных класса на 30 обучающихся каждый, каркасно-вакуумный планетарий, астрофизическая лаборатория и четыре комнаты для проектной деятельности, тематически обозначенные как «Космонавтика», «Планета Земля», «Астрономия» и «Воздухоплавание и авиация», а также специализированная компьютерная лаборатория.

Организованная на базе АКК им. С. П. Королёва образовательная среда является разноуровневой. Эта разноуровневость обусловливается, прежде всего, тем, что в комплексе обучаются как студенты разных ступеней (бакалавриат, магистратура, аспирантура), так и школьники. Причем, со школьниками занимаются и преподаватели, и студенты.

Для студентов в АКК проходят занятия по астрономии и её методике, астрофизике, технологии, робототехнике и по другим дисциплинам основных образовательных программ. Здесь также реализуются программы сопровождения школьного курса астрономии, программы дополнительного образования для студентов и школьников, в том числе — кружки, проектная деятельность школьников и т. д. На базе АКК проходят повышение квалификации и профессиональную переподготовку учителя. Большое внимание уделяется и организации на базе АКК им. С. П. Королёва культурно-просветительских мероприятий, на которые приходят слушатели от 5 лет, а верхний возрастной предел участников назвать затруднительно.

Разноуровневость обеспечивается и контактами, позволяющими организовывать совместную деятельность в области астрокосмического образования с партнёрами, среди которых Центр подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина, Фонд имени лётчика-космонавта СССР А. А. Сереброва, Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН (ИЗМИРАН), Образовательный центр «БАЙТИК», Культурно-просветительский центр «АРХЭ» и др.

Первый год работы продемонстрировал эффективность созданной в Астрокосмическом комплексе имени С. П. Королёва разноуровневой образовательной среды. Как студенты, так и школьники демонстрируют достаточно высокие образовательные результаты, что во многом определяется их высокой мотивацией, формируемой, прежде всего, за счёт того, что каждый из обучающихся имеет возможность реализовать здесь свои индивидуальные интересы.

Литература:

1. *Заварыкина Л. Н.*, *Королёв М. Ю.*, *Королёва Л. В.*, *Петрова Е. Б.* Магистерская программа «Современное естествознание» — концепция, структура, содержание // Физическое образование в вузах. 2013. Т. 19. № 4. С. 107–116.

2. *Исаев Д. А.*, *Королёв М. Ю.*, *Яблошевская Ю. С.* Развитие астрономического образования как необходимый элемент модернизации системы педагогического естественно-научного образования // Физика в школе. 2019. № 5. С. 56–62.
3. *Исаев Д. А.*, *Чулкова Г. М.* Индивидуализация образовательных маршрутов студентов при подготовке физиков и педагогов физиков на уровне бакалавриата // Физическое образование в вузах. 2014. Т. 20. № 2. С. 149–153.

КОСМИЧЕСКОЕ ИСКУССТВО КАК СРЕДСТВО ПОПУЛЯРИЗАЦИИ КОСМОНАВТИКИ

Р. Р. Кагиров
Блог «Ты космос», e-mail: kagirov@yandex.ru

Авиакосмическая промышленность в целом и ряд перспективных высокотехнологичных проектов остро нуждаются в общественной поддержке и оповещении широких слоёв населения (космический интернет и прочее). В маркетинге и рекламе имеется необходимость применения новых, нестандартных рекламных средств и носителей. Кроме того, необходимо привлечь внимание широких масс людей к авиакосмической деятельности, для увеличения общественной поддержки и финансирования.

В настоящее время заметно широкое использование космической символики в социокультурной среде и маркетинговых мероприятиях, так же прослеживается тенденция вертикального развития рекламных композиций (авиашоу, аэростатная реклама и т. п.). Известно, что заинтересованное отношение к разного рода небесным явлениям глубоко укоренено в сознании многих людей, что большинство народов имеет издавна существующие космологические верования. Космонавтика широко использовалась в пропагандистских целях. Поэтому можно прогнозировать довольно высокую меру общественного воздействия при реализации будущих коммерческих проектов с использованием космической символики и техники.

Космические спутники теперь начинают применять для освещения городов и для создания визуальных зрелищ.

Недавно космические инженеры Китая заявили, что их отражающие спутники с орбиты высотой 500 км будут освещать улицы городов. Первый эксперимент с искусственным освещением ожидается в 2020 году. Ожидается, что такой способ освещения даст большую экономию электричества — сотни миллионов долларов в год. Конечно, китайские инженеры не первыми придумали такой способ освещения. Российские конструкторы несколько раз разворачивали в космосе большие отражатели из металлизированной плёнки — в серии экспериментов «Знамя», проводившихся в 1992–1999 гг.

Так же японская компания Ale планирует создать искусственный метеорный поток на небе. Спутник отстрелит в сторону Земли сотни шариков — сгорая в атмосфере, они расцветят небо разноцветными метеорами. Впервые планируют применить эффекты в небе над Токио, на открытии летних Олимпийских игр 2020 г.

Необходимо повышать эффективность космических арт-проектов, на основе усиления общественного воздействия; возобновлять интерес общества к космонавтике и повышать её престиж среди широких масс людей, убеждать их в важности и нужности проводимых отраслью мероприятий, формировать благоприятное общественное мнение — это в результате положительным образом скажется на величинах бюджетных ассигнований и частных инвестиций, а также на поддержании высокого уровня инициативности и должного качества труда на предприятиях отрасли.

МУЗЕЙ К. Э. ЦИОЛКОВСКОГО, АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКИ КАК МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. И. Кайсин

Музей К. Э. Циолковского, авиации и космонавтики,
e-mail: secr@dkc43.ru

«Наклонность к мастерству и художеству сказалась рано... К 14–16-ти годам потребность к строительству у меня проявилась в высшей форме» — так Константин Эдуардович Циолковский, основоположник теоретической космонавтики, предвосхитивший в своих трудах полёт человека в космос, вспоминал время, проведённое в губернском городе Вятке.

В Вятке прошли детские и юношеские годы великого изобретателя, здесь Константин Эдуардович жил 7 лет. Он учился в Вятской мужской гимназии и делал свои первые научные открытия. Константин читал книги, которые хранились в библиотеке его отца, а также посещал гимназическую библиотеку.

Будущий учёный соорудил водный велосипед, на котором он катался по реке Вятке, конструировал из бумаги модели летательных аппаратов с крыльями, проводил опыты с бумажной моделью аэростата, заполненного водородом. Он самостоятельно изготовил астролябию и измерял с помощью неё расстояния, домашний токарный станок, создал самодвижущиеся коляски и локомотивы. Таким образом, в Вятке родилась страсть великого учёного к изобретательству, познанию нового и неизведанного.

Кировская область является родиной знаменитых учёных и разработчиков космической техники, которые принимают активное участие в жизни Музея. Среди них Николай Алексеевич Тестоедов, генеральный директор АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва», Анатолий Николаевич Перминов, заместитель генерального директора по работам в области прогнозного аэрокосмического мониторинга АО «Российские космические системы», Борис Михайлович Шустов, научный руководитель института астрономии Российской академии наук, Борис Васильевич Чернятьев, конструктор разгонных блоков, Александр Алексеевич Смоленцев, главный конструктор двигателей, двигательных и энергетических установок РКК «Энергия» имени С. П. Королёва, Олег Владимирович Блинов, начальник отделения перспективных транспортных кораблей Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина и другие учёные, которые внесли и продолжают вносить большой вклад в развитие космонавтики.

Итак, предпосылки для развития космического образования в Кировской области имеют глубокое историческое и идеологическое обоснование, а возможность реализации его начальных этапов появилась в 1988 году, когда был открыт Музей К. Э. Циолковского, авиации и космонавтики, в здании которого ранее проживала семья Циолковских.

Новое учреждение культуры представляло собой классический музей с постоянно действующей экспозицией, охватывающей темы жизни К. Э. Циолковского в Вятке, деятельности уроженцев Кировской области, внёсших большой вклад в развитие космической отрасли страны.

На начальном этапе существования музея реализация космического образования велась преимущественно через призму нравственно-патриотического воспитания. Основными способами знакомства посетителей с космонавтикой являлись обзорные и тематические

экскурсии, экскурсии по городу по местам жизни К. Э. Циолковского, осуществлялся показ научно-популярных фильмов.

Особое значение в качестве элемента космического образования для Кировской области имела организация встреч кировчан в музее с космонавтами, учёными, разработчиками космической техники, ветеранами космодрома Байконур. Встречи посвящались истории космонавтики, эволюции космических технологий, перспективам освоения космического пространства. Формат свободного общения с непосредственными участниками событий, связанных с космонавтикой, вызывал наибольший отклик и стимулировал у участников встречи, которыми преимущественно являлись школьники и студенты, развитие интереса к данной сфере и техническому знанию в целом.

Визитной карточкой музея в деле ведения культурно-просветительской деятельности стал форум «Молодёжные Циолковские чтения», который впервые прошёл в 1989 году. Музей с того времени проводит форум один раз в два года, и мероприятие вскоре стало иметь всероссийский статус. Основной целью форума является популяризация достижений мировой космонавтики и ориентация подрастающего поколения на выбор профессий передовых отраслей науки и техники. За 30 лет в форуме приняло участие свыше 4000 школьников и студентов из более чем 40 регионов Российской Федерации.

Основная работа форума традиционно проходит по секциям: «Исследование космического пространства», «Философия космизма», «Космическая техника и технология», «Аэрокосмическое моделирование и макетирование», «История авиации и космонавтики», «Космос: медицина и экология», «Фантастика и космос», «Географические информационные технологии и дистанционное зондирование Земли», «Взгляд из космоса: авторские документальные, игровые и анимационные фильмы об авиации и космонавтике». Широта тематических направлений работы форума позволяет охватить и развить значительную часть аспектов космического образования не только в Кировской области, но и в других регионах страны.

Результатом работы форума является выявление и поддержка школьников и студентов, ориентированных на выбор профессий, связанных с авиакосмической отраслью России. Многие участники форума за весь период его проведения впоследствии выбрали обучение в технических вузах и работу по инженерным специальностям, в том числе в космической сфере.

Таким образом, к 2018 году музей К. Э. Циолковского, авиации и космонавтики стал единственным в Кировской области учреждением, где можно получить начальные знания об истории космонавтики и роли региона в освоении космоса. Музей накопил обширную методологическую базу для системного ведения космического образования, направленного на поэтапное знакомство с миром космоса посетителей разного возраста. Кроме того, музей постепенно расширял свои коллекции, увеличивалось число экспонатов, поэтому возникла необходимость расширения площадей для хранения фондов и создания новых экспозиций. В целях реализации намеченных культурно-просветительских и образовательных программ, совершенствования способов их применения и решения вопросов расширения музейных площадей в городе Кирове в марте 2018 года открыт новый Детский космический центр имени Виктора Петровича Савиных

Детский космический центр — многофункциональный культурный объект, осуществляющий разноплановую культурно-просветительскую деятельность, которая направлена в первую очередь на реализацию программ космического образования для школьников и студентов.

В Детском космическом центре появились новые экспозиционные залы, рассказывающие о пилотируемой космонавтике и изучении космического пространства. Таким образом, экспозиции Музея

и Центра приобрели завершённый вид, выстроившись в логическую цепочку «прошлое – настоящее – будущее», что в настоящее время позволяет вести системный процесс космического образования и формировать у посетителей целостную картину истории развития космонавтики.

Образовательный процесс в настоящее время невозможно представить без использования современных интерактивных технологий, которые являются универсальными средствами подачи информации для любой возрастной категории. Зал «Астрофизические явления» Детского космического центра отвечает указанным требованиям и оснащён интерактивными экспонатами, демонстрирующими образование лунных кратеров, создание черных дыр, отличия реактивных двигателей от пропеллерных, создание облаков и другие явления, позволяющие получить представления о сложных астрономических и физических процессах, протекающих на Земле и в космосе. В данном зале также проводятся физические и химические опыты и эксперименты, наглядно демонстрирующие, для чего нужен скафандр, как образуются молнии и извергаются вулканы на других планетах, как происходит формирование комет, что находится внутри Солнца.

Зал «Виртуальная космонавтика» — инновационное средство в обучении, позволяющее с помощью интерактивных тренажёров получить первичные навыки управления космическим кораблём «Союз-ТМА», познакомиться со строением Международной космической станции и понять, как осуществляется контроль за космическими полётами из Центра управления полётами. Данные тренажёры за счёт своей уникальности и многозадачности придают большую вариативность в проведении разного рода мероприятий.

Важнейшей составляющей реализации космического образования в Детском космическом центре является планетарий. В планетарии осуществляется показ полнокупольных фильмов, проводятся сеансы на астрономические темы с использованием возможностей астросимулятора — программного обеспечения, которое позволяет создавать новые полнокупольные программы.

Указанные средства реализации космического образования дают большие возможности для проведения мероприятий разного уровня и масштаба, адаптированных для разных возрастных категорий. Для поэтапной реализации намеченных целей в Детском космическом центре разработан комплекс культурно-образовательных мероприятий, позволяющих системно вести обучение основным направлениям космической деятельности и технического знания для учащихся всех звеньев образовательной цепи.

Для учащихся первых классов в 2019 году разработан комплекс занятий, дающих общее представление о Солнечной системе, формирующих в сознании детей целостную картину восприятия Вселенной. Данный проект получил название «Школа Космобобра» и включает в себя темы «Солнце и другие звёзды», «Секреты планеты Земля», «Луна бывает разной», «Освоение космоса».

Важной составляющей космического образования для младшего школьного звена являются мероприятия, проводимые в игровой форме. Такими мероприятиями являются квесты, интеллектуальные игры, занимательные программы, викторины, мастер-классы, астрономические мультфильмы в планетарии. Наиболее масштабным проектом, объединившим указанные культурно-просветительские мероприятия, стал «Космические каникулы», реализованный в июле-августе 2019 года, и представляющий собой программу пятидневного пребывания детей в Детском космическом центре.

Реализация начального этапа космического образования для учащихся 1–4-х классов, полученного в Детском космическом центре, позволяет комплексно подойти к изучению более сложных тем.

Дополнительным элементом, раскрывающим разные направления изучения космонавтики, адаптированных для среднего школьного

звена, на основе использования экспозиции и являющимся неотъемлемой частью в деле ведения образовательной деятельности в музее, являются музейные уроки. Музейный урок — занятие, проводимое в музее или вне музея, с использованием экспозиционно-выставочных возможностей учреждения и применением интерактивных технологий. В 2018 году были разработаны и адаптированы для проведения уроки «Животные в космосе», «История ракетной техники», «Эксперименты в космосе», «Юрий Алексеевич Гагарин — первый космонавт Земли», «Роботы в космосе и среди нас», «Изучение Луны, Венеры, Марса».

Для учащихся среднего школьного звена в планетарии осуществляется трансляция полнокупольных фильмов, показ образовательных программ о созвездиях в разное время года, астрономических явлениях. Посещение планетария является неотъемлемой частью большинства программ, проводимых в учреждении. Гибкость образовательных программ и специфика полнокупольных фильмов планетария позволяют эффективно комбинировать разнородные мероприятия, проводимые в учреждении. Например, закрепить лекцию об исследовании космического пространства можно просмотром полнокупольного фильма о строении Солнечной системы, или экскурсия по разделу «Пилотируемая космонавтика» гармонично сочетается с занятием в интерактивном зале «Виртуальная космонавтика». Данный формат подачи материала является оптимальным для большинства учащихся, а полученные таким образом знания в области космонавтики и астрономии послужат основой для участия в других мероприятиях.

Важным этапом в цепи непрерывного ведения космического образования для учащихся 5–9-х классов являются занятия в клубах в течение всего учебного года. В Детском космическом центре ведут работу клубы по макетированию космической техники, ракетостроению, робототехнике, основам космонавтики, программированию и астрономии. Занятия в клубах имеют чётко выраженную профориентационную направленность, поскольку их основной задачей является не только повышение интереса к современным достижениям в области космонавтики и точных наук, но и создание предпосылок для выбора учащимися будущей профессии, развития инженерно-технической мысли.

Яркими профориентационными мероприятиями Детского космического центра являются «Космические субботы» — это встречи учащихся 9–11-х классов и студентов с космонавтами, работниками космической отрасли страны и правнуками К. Э. Циолковского, построенные в формате свободного общения. «Космические субботы» проводятся с периодичностью один раз в квартал и дают возможность вживую задать интересующие вопросы людям, чьё имя непосредственно связано с космонавтикой.

В связи с введением курса астрономии в школах особую важность приобретает деятельность планетария, предоставляющего необходимый контент для старшеклассников. В 2018–2019 году в Детском космическом центре совместно с Центром повышения квалификации работников образования, Институтом развития образования и преподавателями астрономии в школах была организована деятельность астрономической педагогической лаборатории в планетарии. Лаборатория разработала астрономические уроки, соответствующие стандартам среднего (полного) общего образования по астрономии, для учащихся 10–11 классов. Каждый урок проходит в планетарии, включает в себя полнокупольную программу и научно-популярный сферический фильм. Темами астрономических уроков стали «Звёздное небо», «Небесная сфера», «Малые тела Солнечной системы», «Мир звёзд». Таким образом, планетарий удалось интегрировать в систему преподавания астрономии в школе как необходимое средство обучения.

В дополнение к основному курсу астрономии для старшеклассников и студентов проводятся лекции в рамках астрономического лектория, затрагивающие темы астрофизики, планет-гигантов, планет земной группы, методов астрономических наблюдений и др.

Большую роль в направлении развития космического образования с точки зрения апробации новых методов его развития сыграла организация поездки кировских школьников на космодром Байконур для участия в учебно-практических занятиях по космонавтике на базе Лицея «Международная космическая школа им. В. Н. Челомея» города Байконур в ноябре 2018 года. Мероприятие организовано Музеем совместно с Балтийским государственным техническим университетом «Военмех» им. Д. Ф. Устинова, с которым заключено соглашение о сотрудничестве.

7–9 ноября 2019 года впервые в Детском космическом центре пройдёт Всероссийский форум «XV молодёжные Циолковские чтения». Форум соберёт школьников и студентов в возрасте от 14 лет из 24 регионов Российской Федерации. Благодаря новым методологическим и техническим средствам, доступным в Детском космическом центре, мероприятие получит второе дыхание и станет неотъемлемой частью космического образования Кировской области.

В целях эффективной реализации разработанных программ Музей заключил соглашения о сотрудничестве со всеми школами города Кирова, Вятским государственным университетом. Соглашения направлены на совместную реализацию культурно-просветительских проектов, разработку методической базы ведения космического образования, адаптированного для школьной программы, для его систематического использования.

Итак, центром космического образования в городе Кирове является Музей К. Э. Циолковского, авиации и космонавтики и Детский космический центр имени Виктора Петровича Савиных. Учреждение имеет широкие возможности для ведения культурно-образовательного процесса, современные средства обучения и воспитания, позволяющие адаптировать различные формы ведения космического образования. В учреждении разработаны циклы мероприятий, отвечающих современным культурным и образовательным потребностям посетителей разного возраста. Реализация мероприятий осуществляется в классических и интерактивных формах, а также в их комбинировании и взаимной дополняемости, что позволяет эффективно использовать имеющиеся информационные и технические ресурсы Музея. Космическое образование в Кировской области имеет широкие перспективы развития и Музей ведёт активную работу по совершенствованию существующих и созданию новых форм культурно-просветительской деятельности.

КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ: НЕ ЧАСТЬ КУРСА ФИЗИКИ, А САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА

А. А. Калегин

Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина,
e-mail: arturkalegin22@gmail.com

СССР всегда был сильнейшей космической державой. Достаточно только вспомнить Ю. А. Гагарина и его подвиг, В. В. Терешкову, С. П. Королёва, его гениальные и новаторские идеи и задумки, которые стали реальностью. На этих знаменитых людей смотрел весь мир и восхищался ими. Мальчики с малых лет хотели стать космонавтами, инженерами ракет и т. п. Это был 20-й век. Времена изменились, наступил 21-й век, век компьютерных технологий. Многие производства переходят на роботизированную систему управления. Произошли глобальные перемены и в космической отрасли.

Каждый школьник с определённого возраста задумывается о выборе будущей профессии. Учитель, маляр, инженер, дизайнер, переводчик — выбор разнообразен. Но лишь некоторые из них всерьёз задумываются о профессии, связанной с космосом и его освоением. Причиной тому, на наш взгляд, является недостаток «космической составляющей» в школьных курсах физики и астрономии, своего рода пропаганды космического образования в России. В связи с этим выявляется недостаток кадров, идей и задумок в данной отрасли, что нужно исправлять.

По нашему мнению, исправить положение отчасти возможно введением новой учебной дисциплины «Космическое образование», которая, конечно же, непосредственно связана со школьной физикой, но всё же не является её частью. Основная задача предлагаемого курса: мотивировать и выявлять потенциально заинтересованных обучающихся и работать с ними, так как им это интересно. Нужно ли вообще выделять и включать эту дисциплину в школьный курс, или же хватит детям курса физики? Наш ответ — специальное космическое образование нужно!

Обратимся к истории. С незапамятных времён человечество обращало свои взоры к небесам, к космосу. С течение многих веков интерес к космосу не угасал, а наоборот, даже усилился, чему отчасти способствовало развитие науки и техники. Уже сейчас многие считают, что в будущем космос станет единственным спасением для человечества, когда все ресурсы Земли будут исчерпаны и на планете не останется никаких условий для существований цивилизации. Именно поэтому нужно активизировать изучение наук, связанных с космосом. Изучение Вселенной настолько продвинулось вперёд, что, по нашему мнению, просто необходимо, чтобы об открытиях и исследованиях современной астрономии и космонавтики преподаватели и учителя рассказывали ученикам, а они, в свою очередь, имели бы возможность делиться мнениями, впечатлениями об услышанном и увиденном, и, конечно, не забывали подвигов тех, кто делал первые шаги в освоении казалось бы такого близкого, но такого далёкого, таинственного и пока ещё малоизученного Космоса.

Что следует понимать под космическим образованием? В резолюции конференции «Космическое образование детей: проблемы и перспективы» (2012) отмечено, что под космическим образованием следует понимать систему современного опережающего образования, основным содержанием которого является ознакомление учащихся с процессом и результатами исследования и освоения космоса [1]. Такая трактовка, где ведущим признается содержательный аспект образования, близка к традиционному подходу, в рамках которого учащихся знакомили с основами астрономии и космонавтики

в школе в рамках курса физики. Мы же считаем, что необходимо создать самостоятельную учебную дисциплину, например, для факультативного изучения в средней школе. Данный факультатив, по нашему мнению, нужно вводить с 9-го класса общеобразовательной школы, так как для изучения материала необходимы знания из курса физики 7–9-х классов (закон сохранения импульса, теорию по теме «Электромагнитное излучение» и т. п.).

Дадим краткую характеристику предлагаемого факультативного курса «Мой дом — Космос». Основная задача предлагаемого курса: формирование космического сознания школьника. Под космическим сознанием мы понимаем осознание связи и целостности человека и космоса как единой системы. Сам термин «космическое сознание» часто встречается в литературе, однако точного определения данного понятия нет.

Процесс формирования космического сознания предполагает систематизацию обширных сведений о природе небесных тел, объяснение существующих закономерностей и раскрытие физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений. Необходимо особо подчеркивать, что это становится возможным благодаря широкому использованию физических теорий, а также исследований излучения небесных тел, проводимых практически по всему спектру электромагнитных волн не только с поверхности Земли, но и с космических аппаратов. Вселенная предоставляет возможность изучения таких состояний вещества и полей таких характеристик, которые пока недостижимы в земных лабораториях. Обучающиеся будут получать знания об устройстве Вселенной, физических законах, применяемых при исследовании и изучении Космоса, практически применять полученные знания в области астрономии, узнавать об источниках информации, от которых мы узнаём о разных космических объектах во Вселенной, о физических условиях на планетах и естественных спутниках, в межзвёздной среде и на звёздах.

Освоение программы курса «Мой дом — Космос» направлено на достижение следующих целей:

- освоение знаний о космосе, величинах, характеризующих эти явления, законах, которым они подчиняются, о методах научного познания природы и формирование на этой основе космического сознания;
- овладение умениями проводить наблюдения астрономических явлений, описывать и обобщать их результаты, использовать простые измерительные приборы для изучения астрономических явлений; применять полученные знания для решения задач;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе решения интеллектуальных проблем, задач и выполнения наблюдений; способности к самостоятельному приобретению новых знаний в соответствии с жизненными потребностями и интересами;
- воспитание убеждённости в познаваемости окружающего мира, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважения к творцам науки и техники; отношения к космонавтике как к элементу общечеловеческой культуры;
- выявление одарённых детей среди обучающихся, создание условий для самореализации в космической отрасли, развитие потенциала, поддержка одарённых детей и одарённой молодёжи.

Ожидаемые результаты обучения:

- развитие интереса у детей к космосу и космической деятельности человека;
- воспитание чувства патриотизма и гордости за достижения отечественных учёных в области космонавтики и исследования космоса;

- систематизация знаний, полученных в курсах физики, химии, биологии, географии, в рамках единой естественно-научной картины мира;
- углубление знаний учащихся о космосе;
- формирование убеждённости в познании окружающего мира.

Особенностью факультативного курса будет использование в обучении новейших мультимедийных технических, а также компьютерных средств, в частности, цифрового мини-планетария с куполом, 3-D моделей планет, и т. п. Это обеспечит максимальную наглядность и лучшее запоминание получаемых знаний.

При создании курса следует учесть опыт развития дополнительного образования школьников в области космонавтики: кружков, школьных центров космических услуг.

Опережающее космическое образование общества вызывает необходимость разработки большого количества электронных учебных и учебно-методических материалов для детского, школьного возрастов и размещения их на специальном аэрокосмическом образовательном портале. Формирование и сопровождение таких баз электронных учебных материалов требует значительных финансовых затрат и кадрового обеспечения. Эти вопросы ждут своего решения в рамках согласованных усилий образовательных организаций и научно-технических сообществ России.

Литература

1. Резолюция конференции «Космическое образование детей: проблемы и перспективы». URL: http://fpvestnik.ru/obrazovanie-i-nauka/rezolyuciya-konferencii-kosmicheskoeobrazovaniedetejj-problemy-i-perspektivy/.

РАЗВИТИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ КОСМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

С. Г. Камолов, Д. А. Миракова

Московский государственный институт международных отношений МИД России, Москва,
e-mail: skamolov@yahoo.com, damirakova@gmail.com

В работе рассматривается возникновение космического образования на фоне трансформации космической промышленности. Определяется значимость космической деятельности как составляющей компетенций современного управленца. Приводится вывод о модификации институтов космического образования.

Мощнейшие социокультурные трансформации второй половины XX и начала XXI века привели к смене индустриальной цивилизации к постиндустриальной (информационной) и потребовали пересмотра основополагающих педагогических идей и образовательной практики [1]. С конца XX века освоение космического пространства явилось первостепенной целью государственной политики ряда стран, которая впоследствии повлияла на дальнейшее развитие мировой экономики, культуры и образования. Идеи о космосе объединяли открываемые научные выводы в единую систему, вследствие чего, на рубеже XX и XXI веков появились новые науки о космосе, такие как астрофизика, космобиология и др. На сегодняшний день уже широко используются такие понятия как «космическое образование», «космическое мышление» и «космическое сознание», первыми исследователями которых стали К. Э. Циолковский, В. И. Вернадский, А. Л. Чижевский, К. Н. Вентцель.

Современное общество находится в ситуации императива выживания и постановки вопросов о новых критериях качества жизни, общественного интеллекта и чётком понимании, что качества индивида являются наиважнейшим ресурсом развития. Влияние индивидуальных психологических особенностей человека на эффективность управления стало предметом многочисленных исследований. Проблематика подготовки управленцев современного уровня в последнее время обсуждается в профессиональных кругах особенно активно. Считается, что концепция инновационного развития экономики государства требует от образования активных действий в целях интеграции инженерных, научных, экономических и управленческих знаний [4]. Всё чаще появляется необходимость в профессиональных менеджерах, которые способны работать в конкретной узконаправленной области. Одним из способов решения представлялось создание определённых альянсов между техническими и управленческими учебными учреждениями, что способствовало бы возникновению технико-управленческого образования, включающего в себя равноценные циклы дисциплин по инженерной, управленческой и экономической подготовке [4]. Так, с середины 2000-х годов ведущие учебные учреждения и предприятия начали налаживать двустороннюю связь. Вузы старались отвечать на запросы предпринимательского сектора, тем самым обеспечивая развитие образовательной системы в рамках реактивной парадигмы.

Представляется, что на сегодняшний день компетенции становятся новым именем эффективности деятельности, её когнитивным гарантом. Компетентные сотрудники оказываются новым проявлением человеческого потенциала организации, его новой формой, требующей новых способов его измерения. Технологии управления на основе компетенций оказываются новыми инструментами социальной ориентации, развивающей внимание к другим людям как необходимую основу деятельности в любой сфере [2]. В этой связи

существует необходимость в налаживании кооперации между вузами и иными научными исследовательскими организациями, а также предприятиями, с целью совместной разработки стратегии по таким вопросам, подготовки, переподготовки и определения кластеров востребованных компетенций. Подобная парадигма уже начала продвигаться организаторами проекта «Форсайт компетенции 2030». Структура проекта представлена двумя большими блоками: исследовательским и IT-решений, в один из которых входит форсайт требуемых компетенций до 2030 года в приоритетных областях и форсайт образования до 2030 года [5].

Космическая индустрия считается одной из ведущих областей науки и техники. Развитие механизмов государственно-частного партнёрства в сфере космической деятельности послужило катализатором разработки иных специализированных компетенций среди государственных служащих и менеджеров предприятий. В настоящее время стремительно развивается предпринимательский рынок благодаря коммерциализации космической деятельности и появлению малых и средних космических предприятий (далее — космические МСП), а также новых субъектов таких как космические компании (space companies) и космические стартапы (start-up space ventures) [7]. Производные космические рынки: навигационные услуги, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), а также эксплуатация спутников связи и передачи данных стали привлекательными также и для частных инвесторов [6]. Для управления подобными предпринимательскими единицами необходимо выработать единую стратегию к обучению кадров необходимыми межотраслевыми компетенциями.

Управленческая компетентность традиционно рассматривается как компетентность руководителей разных уровней. Специальные исследования управленческой компетентности приводят учёных к выводам, что можно определить совокупность компетенций в соответствии с организационными и профессиональными условиями деятельности менеджеров и уточнить структуру управленческой компетентности. Можно говорить о дифференциации предметно-отраслевых, управленческих и инновационных компетенций [3]. Определяя наиболее значимые для современного общества компетенции, отечественные специалисты выделяют такие кластеры как инновационность, диалогичность и лидерство. В данной работе детально рассматривается предложенная классификация компетенций в сфере профессиональной деятельности по следующим уровням:

1) уровень распространения компетенций (*корпоративные*, *управленческие*, *профессиональные*);
2) уровень развития (*пороговые*, *дифференцирующие*);
3) содержание (*когнитивные*, *личностные*, *функциональные*, *социальные*).

На сегодняшний день, космическая деятельность является инновационной сферой. Глобализация влечёт за собой необходимость разработки новейших космических проектов, для обеспечения которых требуются специфические компетенции. К примеру, за развитие космического туризма впоследствии будут отвечать менеджеры космотуризма, разрабатывающие программы посещения околокосмического пространства, а также орбитальных комплексов и других космических сооружений (в том числе лунных баз). Таким образом, к надпрофессиональным навыкам и умениям стоит отнести мультиязычность/мультикультурность, управление проектами, клиентоориентированность, работу с людьми.

Предполагается, что с ростом сложности систем управления, автоматизации, необходимыми компетенциями/навыками для осуществления космической деятельности будут являться:

1) системное мышление;
2) управление проектами;

3) межотраслевая коммуникация;
4) Робототехника;
5) искусственный интеллект;
6) программирование;
7) мультиязычность/мультикультурность;
8) экологическое мышление;
9) способность работать в неопределённых условиях.

В предлагаемой работе представляется классификация компетенций современного менеджера, осуществляющего изыскания космического пространства, а также приводится анализ перспективных направлений космической деятельности. Авторы рассматривают возможные пути развития современных управленческих компетенций через призму деятельности космических МСП, космических стартапов и компаний.

Литература

1. *Дудина М. Н.* Идеи космизма в педагогике и образовании: экзистенциальный аспект проблемы // Идеи космизма — педагогике и образованию: место человека на пути эволюции: материалы научно-педагог. конф. Екатеринбург, 14–15 марта 2008 / науч. ред. О. А. Уроженка. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2009. 292 с.
2. *Кудрявцева Е. И.* Управленческие компетенции как предмет образования. Презентация научных работ — Лауреатов Всероссийского конкурса на лучшую научную книгу 2012 года, проводимого Фондом развития отечественного образования // Научно-практич. журн. «Гуманизация образования». 2013. № 5. С. 59–63.
3. *Кудрявцева Е. И.* Компетенции и менеджмент: компетенции в менеджменте, компетенции менеджеров, менеджмент компетенций: монография. СПб.: ИПЦ СЗИУ РАНХиГС, 2012. 340 с.
4. *Подвербных О. Е.*, *Краев В. М.*, *Тихонов А. И.* Современное управленческое образование инженерных кадров // Сибир. журн. науки и технологий. 2017. № 4. С. 976–980.
5. Форсайт компетенций: интеграторы, трансляторы и адаптаторы. URL: https://www.hse.ru/news/science/74798508.html (дата обращения 26.07.2019).
6. *Фролов И. Э.* Развитие мировых высокотехнологичных производств и космические рынки: сможет ли космонавтика стать новым глобальным нововведением? // Эконом. наука современной России. 2017. № 4. С. 47–57.
7. Bryce Space and Technology, LLC “Start-Up Space: Updated on Investment in Commercial Space Ventures”. 2019. 38 с.

ОПЫТ И РЕЗУЛЬТАТ ПРАКТИЧЕСКОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ И МОЛОДЁЖИ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ РЕГИОНОВ РФ

М. В. Канюс

Межрегиональный проект «Беляевские чтения» просветительского и патриотического воспитания детей и молодёжи, популяризации идей и достижений авиации и космонавтики,
e-mail: kanyus.margarita@yandex.ru

Тезисы доклада, основаны на целях, задачах, опыте и результатах развития Межрегионального проекта «Беляевские чтения» просветительского и патриотического воспитания детей и молодёжи, популяризации идей и достижений авиации и космонавтики с сентября 2011 года по настоящее время:

1. Привлечение внимания молодого поколения к авиации и космонавтике и формирование единого направления просветительского, патриотического воспитания подрастающего поколения в регионах РФ.
2. Развитие творческой и деловой активности детей и молодёжи, укрепление интереса к науке, культуре и спорту, отвлечение от влияния улицы, формирование потребности здорового образа жизни. Возрождение идеалов труда.
3. Преемственность поколений, сохранение исторического наследия нашего государства — достижений в авиации и космонавтике, нравственное воспитание и укрепление гражданской позиции у детей и молодёжи на примерах трудовых и ратных подвигов Героев нашей Родины. Помочь подрастающему поколению найти свою мечту, воспитать в себе целеустремлённость.
4. Привлечение новых технологий для развития профессиональной ориентации подрастающего поколения, содействие омоложению кадрового резерва в отечественной авиации и космонавтике. Научить детей развитию в себе лучших качеств/
5. Развитие и укрепление межрегионального общения, творческого и делового взаимодействия и сотрудничества детей из регионов РФ по единым интересам и популяризации идей и достижений отечественной авиации и космонавтике, как передовых областей знаний и достижений во всех сферах жизни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА МИКРОСПУТНИКАХ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В ИНФРАСТРУКТУРЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

С. И. Климов[1], О. Л. Вайсберг[1], В. М. Готлиб[1], В. А. Грушин[1], М. С. Долгоносов[1], Л. М. Зелёный[1], В. Н. Ангаров[1], И. В. Козлов[1], В. В. Летуновский[1], В. Н. Назаров[1], Д. И. Новиков[1], А. А. Петрукович[1], В. Г. Родин[1], Н. А. Эйсмонт[1], В. Е. Корепанов[3], А. В. Костров[2], Я. Лихтенбергер[4], Я. Надь[5], П. Сегеди[6], Я. Шоймоши[7]

1 Институт космических исследований Российской академии наук, Москва, Россия, e-mail: sklimov@iki.rssi.ru
2 Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород, Россия
3 Львовский центрИнститута космических исследований НАН/НКА Украины, Львов, Украина
4 Университет Ётвёша, Будапешт, Венгрия
5 Вигнер-центр ВАН, Будапешт, Венгрия
6 BL Electronics Ltd., Будапешт, Венгрия
7 Bonn Hungary Electronics Ltd, Будапешт, Венгрия

Дорога в космос, начавшись 4 октября 1952 года выходом на орбиту Первого искусственного спутника Земли (ИСЗ), пошла вначале по прямой, увеличивая массу (вес) космических аппаратов (КА). Расширение задач применения КА привело к необходимости, можно сказать, создания «ответвления» от основной дороги — запуск малых КА, отделяемых от основного КА, т. е. создание систем спутник-субспутник, обеспечивающих «многоточечные» измерения.

Первым в ИКИ РАН многоточечным стал международный проект ИНТЕРБОЛ (1995–2000 гг., научный руководитель проекта — Л. М. Зеленый), включающий два основных спутника «Прогноз» – «Хвостовой зонд» («Интербол-1») и «Авроральный зонд» («Интербол-2»), от каждого из которых отделялся субспутник, соответственно, «Магион-4» (С2-Х http://www.iki.rssi.ru/interball/magion.html) и «Магион-5» (С2-А, http://www.ufa.cas.cz/html/magion/images/mag5.jpg). По техническим характеристикам «Магион-4» (масса 59 кг) и «Магион-5» (масса 64 кг) являются микроспутниками (МС). Проект ИНТЕРБОЛ стал для ИКИ РАН прелюдией создания МС.

Ответвлением от первой дороги в космос стал запуск автономных малых КА (МКА). Дорога, как бы вернулась к начальному этапу, так как первый ИСЗ, имевший массу 83,6 кг. по современной классификации относится к МС, массой не более 100 кг.

Изготовление и запуск МКА в последние десятилетия стали массовыми, благодаря: огромным достижениям микроэлектроники, информатики; широкому производству доступных элементов космических систем; стремительной коммерциализации деятельности в космосе; существенному сокращения централизованного финансирования всей космической индустрии.

В конце 1996 г. в ИКИ РАН были выпущены материалы эскизного проекта «Разработка электромагнитно-чистого сверхмалого субспутника «Мир – Альфа» для задач мониторинга окружающей космической среды и контроля катастроф глобального масштаба» (Проект GR-5 СУБСПУТНИК, научный руководитель — директор ИКИ РАН А. А. Галеев, заместитель научного руководителя — С. И. Климов, технический руководитель — В. Г. Родин). Эта работа выполнялась в рамках контракта РКА-NASA № NAS15-10110. Важным фактором являлось то, что вывод на орбиту должен был осуществляться в рамках инфраструктуры Орбитальной станции «Мир» [1–3]

Проработка малых КА в трудные 1990-е гг. стала проводиться общественной организацией Ассоциация содействия космической науке и технике, которая взялась за разработку, на новой технологической основе, очень интересного для геофизических исследований проекта РЕГАТА. Особо оригинальным был проект создания КА с солнечным парусом, предполагаемым к размещению в точке либрации $L1$.

В Федерацию космонавтики РФ (ФК), вначале 1999 г. обратился консорциум двух австралийских школ Сиднея: мужская — Knox Grammar School и женская — Ravenswood School for Girls с просьбой изготовить для школьников маленький спутник. Вице-президент ФК, заместитель директора ИКИ РАН Тамкович Г. М. посчитал возможным удовлетворить их просьбу и изготовить такой спутник в ИКИ РАН. «*Протокол о намерениях по Российско-Австралийскому первому в мире школьному научно-исследовательскому проекту создания исследовательского школьного спутника*» был подписан в Москве 22 апреля 1999 г. Формулировка ***«первого в мире научно-исследовательского школьного спутника»*** была подтверждена вице-президентом МАФ В. А. Куриловым, 7 октября 1999 г. подписан «*Протокол собрания представителей* (*инициативной группы*) *по созданию первого в мире международного научно-исследовательского школьного спутника* (*НИШС*) «*Колибри-1*», *Россия-Австралия*, в котором были приняты решения:

1. *О создании первого в мире международного НИШС* «*Колибри-1*».
2. *О создании временного творческого коллектива* (*ВТК*), *без образования юридического лица*, *с целью создания первого в мире НИШС* «*Колибри-1*».

21 февраля 2000 г. «*Договор о научно-техническом сотрудничестве по созданию оригинального научно-исследовательского школьного* ***микроспутника*** „*Колибри-2000*“ согласован руководителями нижеприведённых организаций, в котором:

Учитывая государственную и научную важность данной работы и её гуманитарный принцип, *участники договора — ВТК*, *ИКИ РАН*, *РКК* «*Энергия*», *НИИЯФ МГУ и ИЗМИРАН при поддержке Международной астронавтической федерации и Федерации космонавтики РФ согласовали:*

1. *Работы по реализации* «*Колибри-1*» *проводятся участниками договора на безвозмездной основе*.

Важным моментом реализации программы научно-образовательных школьных МС было проведение в Сиднее (август 2000 г.) совместного российско-австралийского коллоквиума, на котором российские школьники сделали доклады на английском языке по ряду составляющих проекта. Спонсорами коллоквиума были отделения «Ротари Клуб» (Ротари Интернэшнл — Rotary International) в Австралии, Италии, Москве.

Школьники России и Австралии приняли название проекта — КОЛИБРИ-2000. Колибри — потому что МС — как маленькая птичка, однако в английском словаре эта птичка называется “Hummingbird” (быстро машущая крылышками), а 2000-й — это год, в котором летние Олимпийские игры должны были проходить в Австралии. В школе Нокс была организована группа с руководителем-школьником Виллиамом Лоо, в которой достаточно чётко были распределены обязанности. В журнале, издаваемом в Нокс начиная с августа 1999 г., была достаточно широко отражена информация о совместном проекте, визите российских школьников и проведённом коллоквиуме.

Важно отметить, что 01.07.2001 генеральным конструктором РКК «Энергия» Ю. П. Семёновым было утверждено и военным представительством согласовано «Техническое решение по вопросу реализации проекта КОЛИБРИ в период МКС-4 и разработке программы МС», отмечающее:

- *провести работы по проекту КОЛИБРИ* (*запуск школьного научно-исследовательского микроспутника*) *в период МКС-4 с доставкой оборудования КЭ... На транспортном грузовом корабле «Прогресс-М1-7»*;
- *разработать долговременную научно-образовательную космическую программу школьных научно-исследовательских микроспутников* (*программа МС*).

Забегая вперёд, констатируем, что РКК «Энергия» взяла на себя запуск «Колибри-2000» и выведение его на орбиту из транспортно-пускового контейнера (ТПК) с борта транспортно-грузового корабля (ТГК) «Прогресс-М1-7».

Как видим, дорога в космос проекта КОЛИБРИ-2000 достаточно интересна и поучительна, в первую очередь, тем, что его создание проводилось на инициативной основе. По данным «Колибри-2000» было показано [4], что регистрация тепловых нейтронов может быть связана с генерацией нейтронов в молниевых разрядах.

В 2001 г. в ИКИ РАН по инициативе директора Л. М. Зеленого была организована программа ПЕРСПЕКТИВА в целях поощрения творческой деятельности научных сотрудников и инженеров института. Отбирались перспективные темы на конкурсной основе. В 2002 г. в программу включена тема № 10 «Разработка систем, приборов и методик для реализации программы научно-образовательных микроспутников».

По программе РФФИ (офи) практически параллельно рассматривались три проекта.

1. Новый метод спутникового мониторинга малых газовых составляющих земной атмосферы на основе спектроскопических измерений в ближнем инфракрасном (ИК) диапазоне с высоким спектральным разрешением, позволяющим различать отдельные линии молекулярного поглощения.
2. Ионосферные исследования физических механизмов электрических разрядов в атмосфере» (№ 09-05-1358709-05-13587-офи_ц) — руководитель Зеленый Л. М. (ИКИ РАН).
3. Новые физические механизмы электрических разрядов в атмосфере (проект № 06-02-08076-офи) — руководитель академик РАН Гуревич А. В. (ФИАН).

Инновационным решением при разработке, на основе вышеуказанных проектов, МС платформы «Чибис-М» было создание общего базового несущего конструктива-трансформера. Основной особенностью этого решения — МС рассматривается как единый «летающий прибор», где платформа способствуют реализации целей КНА «Гроза» по фундаментальным комплексным исследованиям процессов при высотных атмосферных грозовых разрядах. При малом размере (масса ~40 кг) на МС платформе «Чибис-М», удалось разместить комплекс служебной аппаратуры и КНА «Гроза» в составе:

- МВК — магнитно-волновой комплекс (Венгрия);
- РЧА — радиочастотный анализатор (ИКИ РАН);
- ЦФК — фотокамера (ИКИ РАН);
- ДУФ — инфракрасный и ультрафиолетовый датчик (НИИЯФ МГУ);
- РГД — рентген-гамма детектор (НИИЯФ МГУ);
- БНД-Ч — блок научных данных (ИКИ РАН);
- ПРД2 — передатчик КНА (ИКИ РАН).

Реализация МС «Колибри-2000» (2002) [5] и «Чибис-М» (2012–2014) [6, 7] показала, что электромагнитный мониторинг ионосферы можно успешно осуществлять с помощью МС, интегрированных в инфрастуктуру РС МКС и выводимых с транспортного корабля «Прогресс» на автономную орбиту высотой 500...600 км.

Результаты «Чибис-М» показали, что в исследования природы высотных молний и околоземной плазмы необходимо включить:

- эффекты перколяции в электризованной среде мезосферы;
- образование химических соединений в высотных разрядах;
- формирование парниковых газов во время высотных молниевых разрядов;
- исследование по откликам (эффектам) в ионосфере механизмов генерации и распространения высокоэнергетических процессов, вызванных высотными молниевыми разрядами;
- мониторинг КНЧ-ОНЧ-ВЧ электромагнитных излучений;
- мониторинг флуктуаций концентрации ионосферной плазмы.

На решение вышеперечисленных задач направлен космический эксперимент (КЭ) **«Исследование природы высотных молний и сопутствующих им процессов в атмосфере и ионосфере Земли на базе микроспутника „Чибис“ с использованием грузового корабля „Прогресс“»** (шифр: «Чибис-АИ»). В КЭ «Чибис-АИ» применяется технология запуска МС на заданную орбиту аналогичная «Чибис-М».

«Чибис-АИ» станет эффективным инструментом, направленным на изучение свойств различного рода электрических процессов, протекающих тропосфере Земли. Особое внимание будет уделено вопросам:

- Какой физический механизм или механизмы отвечают за инициацию молниевого разряда в грозовом облаке?
- Исследование физических характеристик компактных межоблачных разрядов — КМР (амплитуда тока, длительность, интенсивность радио- и гамма-излучения): каковы механизмы их генерации; их связь с TGF, стадиями молниевой активности, локальной атмосферной конвекцией, географическими областями; являются ли КМР источниками энергичных позитронов.
- Какие, если таковые существуют, высокоэнергичные процессы (рентген и гамма-излучения, убегающие электроны) имеют отношение к формированию лидера молнии? И каким образом они соотносятся друг с другом? Определение нейтронного альбедо планеты (совместно с экспериментом БТН на МКС).
- Изучение (на МКС совместно с КЭ «Трабант», «БТН», «Обстановка (2-й этап)» КНЧ – ОНЧ-волн в ионосфере, вызванных молниевой активностью.

Развивая методику МС, интегрированных в инфрастуктуру российского сегмента МКС и выводимых ТГК «Прогресс» на автономную орбиту высотой 500...600 км, ИКИ РАН провёл 03.04.2019 защиту эскизного проекта составной части опытно-конструкторских работ «Аппаратурный комплекс «Трабант». Представлен метод исследования ионосферы с помощью одновременно выводимых двух экземпляров МС «Трабант» (масса каждого ~60 кг, 2020–2024 гг.) для изучения:

- механизмов возникновения и динамики ионосферных неоднородностей в зависимости от активных процессов на Солнце и на Земле — космической погоды;
- закономерностей изменений плазменно-волновых и электромагнитных параметров в ионосфере природного и техногенного характера в широком динамическом и частотном диапазонах;

В режиме мониторинга (временное разрешение в десятки секунд) регистрируются длинные ряды однотипных данных, отражающих «правильную» статистику наблюдений. Высокочастотные режимы (волновая форма) включаются на отдельных участках орбиты, создавая максимально эффективную диагностику событий — это

реализация идеи case study, однако платой за высокую информативность этого режима становится потеря картины явлений в целом.

В связке двух МС «Трабант» [8] будут проводиться многопараметровые плазменно-волновые исследования на широком спектре ионосферных детерминированных пространственных параметров (~0,1...100 км).

Литература

1. *Klimov S. I.* et al., Small satellite for the electromagnetic investigations (SPELIS) // Small Spacecraft and Launchers: Workshop Proc. ASCONT, Moscow. 1994. P. 55–60.
2. *Klimov S. I.* et al., Tethered systems in the magnetospheric studies // Proc. 4 Intern. Conf. Tethers in Space. Smithsonian Istitution, Washington, D. C., 10–14 Apr. 1995. P. 1259–1268.
3. *Klimov S. I.* et al., The electromagnetic clean subsatellite SPELIS for studies on plasma-wave phenomena caused by operations of the electrodynamical tethered systems (EDTS) in space plasmas // Proc. 4 Intern. Conf. Tethers in Space. Smithsonian Istitution, Washington, D. C., 10–14 Apr. 1995. P. 1643–1652.
4. *Братолюбова-Цулукидзе Л. С.* и др. Грозы как возможная причина появления повышенного нейтронного фона вблизи экватора // Космічна наука і технологія. 2002. Додаток № 2. Т. 8. С. 184–193.
5. *Klimov S. I.*, *Tamkovich G. M.* et al. Aerospace education program realization by means of the micro-satellite // Acta Astronautica. 2005. V. 56. Iss. 1–2. P. 301–306.
6. *Зелёный Л. М.*, *Гуревич А. В.*, *Климов С. И.* и др. Академический микроспутник Чибис-М // Косм. исслед. 2014. Т. 52. № 2. С. 93–105.
7. *Зелёный Л. М.*, *Климов С. И.*, *Ангаров В. Н.* и др. Космический эксперимент «Микроспутник» на Российском сегменте международной космической станции // Космическая техника и технологии. 2015. № 3(10). С. 26–37.
8. *Angarov V. N.*, *Dolgonosov M. S.*, *Zelenyi L. M.*, *Klimov S. I.* Microsatellites as a part of the International Space Station Russian Segment infrastructure // The 1st Intern. Aerospace Symp. The Silk Road. Dolgoprudny, Moscow Region, Russia, MIPT, 6–8 Dec. 2018.

КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ «УФ АТМОСФЕРА»: ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРОЕКТА

П. А. Климов, С. А. Шаракин

Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ), Москва, e-mail: pavel.klimov@gmail.com

Введение

Международная космическая станция (МКС) является уникальной научной лабораторией, и её потенциал может использоваться в образовательном и учебном процессе на каждом этапе жизненного цикла космического эксперимента (от проектирования и подготовки, до реализации и анализа полученных данных). Включение студентов высших учебных заведений в работу возможно практически на протяжении всего эксперимента (на любом этапе), что позволяет охватить всю научно-техническую и организационную деятельность, направленную на реализацию проекта. Планируется привлечение школьников в рамках специально создаваемых образовательных модулей, направленных на освоение определённых типов деятельности и приобретения новых знаний, как об экспериментальном оборудовании, так и об объектах исследований.

По типу осваиваемой деятельности можно классифицировать учебные модули (или ресурсы, если речь идёт об онлайн интернет-платформах) на *конструкторский* (разработка и изготовление научной аппаратуры), *научный* (анализ и обработка результатов данных экспериментов, постановка научной исследовательской задачи), *научно-практический* (использование результатов космического эксперимента на практике) и *проектный* (формирование и реализация космического эксперимента как проекта). Отдельным и важным направлением работы со школьниками и студентами может быть обучение анализу данных, оформлению и представлению результатов своей научной работы (подготовка презентаций, выступления с докладами, написание статей и пр.).

Для любых типов учебных модулей и программ очень важна открытость баз данных научных результатов, дополненная качественным описанием эксперимента и научной аппаратуры и доступными программными средствами для обработки и анализа информации. Это позволяет, с одной стороны, любому специалисту присоединиться к анализу данных и получить значимые результаты, а с другой, — привлечь к этой работе и студентов, и школьников для выполнения учебных задач. Такая возможность может закладываться в программу экспериментов с самого начала и тогда каждый из них, помимо решения чисто научных задач, будет носить черты полноценной научно-образовательной деятельности.

Одним из таких экспериментов, который начинает работать уже в 2019 году, является «УФ атмосфера» (Mini-EUSO). Далее описаны его цели, задачи, состав аппаратуры и то, как этот эксперимент может быть использован (и частично уже используется) в образовательной деятельности.

Задачи и научная аппаратура космического эксперимента

Целью космического эксперимента «УФ атмосфера» является получение карты свечения ночной атмосферы Земли в полосе длин волн 300...400 нм (ближний ультрафиолет, УФ) в пределах географических широт, доступных для наблюдения с орбиты МКС. Эксперимент проводится с помощью широкоугольного детектора (телескопа),

установленного через переходное кольцо (адаптер) на иллюминатор № 9 служебного модуля российского сегмента МКС. Этот иллюминатор прозрачен в ближнем УФ-диапазоне и позволяет производить наблюдения в надир. Научная аппаратура «УФ атмосферы», разработана и изготовлена в рамках соглашения между Госкорпорацией по космической деятельности «Роскосмос» и Итальянским космическим агентством (Agenzia Spaziale Italiana), 27 августа 2019 г. аппаратура была доставлена на борт МКС. Первый сеанс работы детектора запланирован на 8 октября 2019 г.

Уникальность данного прибора заключается в том, что он одновременно обладает и широким полем зрения (±20°), и высокой чувствительностью (площадь входного окна 490 см), и высоким временным разрешением (2,5 мкс). При этом в блоке цифровой обработки данных детектора реализована трёхуровневая триггерная система, позволяющая записывать в течение каждых пяти секунд наблюдений до четырёх событий с временным разрешением 2,5 мкс и четырёх событий с разрешением 320 мкс, а также вести непрерывную запись в режиме мониторинга с разрешением 40 мс. Первые два режима позволяют отбирать события разной длительности, а третий — регистрировать медленные вариации УФ-свечения на протяжении всей траектории движения МКС. Все три режима работают одновременно (параллельно). Объём информации, получаемой в процессе работы прибора, — около 13 Гбайт за один восьмичасовой сеанс работы. Подробно аппаратура описана в статье [1].

Сочетание высокого временного разрешения, чувствительности и широкого поля зрения обеспечивает разнообразие потенциальных объектов наблюдения и научных задач прибора:

- мониторинг и картография УФ-свечения атмосферы;
- измерения энергичных транзиентных атмосферных процессов грозового происхождения: «спрайтов», «джетов», «эльфов» и пр. [2];
- анализ антропогенного влияния на верхние слои атмосферы [3];
- регистрация гравитационных волн от цунами [4] и биолюминесценции океанов [5];
- исследование воздействия космических энергичных излучений на атмосферу Земли;
- исследование гипотетических частиц странной кварковой материи — «нуклеаритов» [6].

По спектру решаемых задач и характеристикам прибора аналогов этой аппаратуры практически не существует. Для примера, детектор «Трековая установка» (ТУС) на спутнике «Ломоносов» обладал большей чувствительностью, но при этом его поле зрения составляло всего ±4,5°, детекторы УФ-излучения на спутниках «Татьяна», «Татьяна-2» и «Вернов» имели апертуру всего 0,4 см и не обладали пространственным разрешением, что существенно затрудняло классификацию зарегистрированных событий и оценку их параметров.

Важно отметить, что проект «УФ-атмосфера» является частью научной программы большой международной коллаборации учёных JEM-EUSO (Extreme Universe Space Observatory onboard Japanese Experiment Module — Космическая обсерватория для изучения экстремальных явлений во Вселенной) и представляет собой важный шаг в реализации крупномасштабного эксперимента следующего поколения по регистрации космических лучей предельно высоких энергий с орбиты Земли, проекта КЛПВЭ (космические лучи предельно высоких энергий).

Образовательный потенциал проекта

В первую очередь, важно отметить, что в значительной мере разработка, проектирование и изготовление научной аппаратуры

проводилось в Московском государственном университете имени М. В. Ломоносова и Университете Тор Вергата (Рим — Università degli Studi di Roma Tor Vergata) с привлечением студентов и аспирантов. Работа над космическим проектом происходила в рамках пилотируемой космонавтики, что связано с особым вниманием к некоторым деталям проектирования аппаратуры: эргономике, безопасности эксплуатации, типам применяемых материалов (в дополнение к традиционным для космической техники — надёжности, радиационной стойкости, прочности и пр.). Приобретённый студентами и аспирантами опыт работы в эксперименте «УФ атмосфера» позволит в дальнейшем участвовать в новых проектах на более серьёзных ролях — главными конструкторами аппаратуры и научными руководителями.

Во-вторых, получаемая научная информация представляет уникальную базу данных о свечении ночной атмосферы Земли, связанном как с внутренними факторами и антропогенными воздействиями, так и влиянием околоземной космической среды. Научные данные, как и результаты их анализа, могут быть использованы в учебном процессе. Один из вариантов такой деятельности — создание практикума по обработке данных эксперимента: выборка и анализ событий, их классификация, построение географических и энергетических распределений различных типов УФ-вспышек. Практикум может выполняться в режиме удалённого доступа по описаниям лабораторных задач и с использованием специального программного обеспечения. Это позволит обучаться анализу данных на результатах реальных космических экспериментов и тем, кто не имеет прямой возможности участвовать в их постановке. Для учащихся школ возможен вариант поиска в базе данных событий, регистрируемых в определённом географическом регионе (например, в районе их населённого пункта) и выделение природных и антропогенных свечений (по наличию в сигнале промышленной частоты 50 Гц и пр.).

Большая часть событий, которые будут регистрироваться в космическом эксперименте «УФ атмосфера», имеют весьма разнообразные пространственно-временные структуры (*паттерны* — от линейных треков метеоров до сложных кольцевых структур многократных эльфов). Распознавание (обнаружение) таких паттернов, реконструкция их параметров — задача сложная, особенно учитывая большое количество влияющих на результат факторов (от состояния атмосферы и объекта исследования до устройства самого прибора). Поэтому, научная информация эксперимента «УФ атмосфера» может быть хорошим материалом для изучения и применения современных методов анализа данных (задачи распознавания образа, методы машинного обучения и др.).

Информация, поступающая от детектора на землю для обработки, представляет собой набор цифровых осциллограмм — цифровых кодов (числа отсчётов) каждого канала в последовательные (дискретные) моменты времени, Data = $\{A_i(t_k)\}$. Каждый канал «просматривает» свой участок поля зрения, так что в Data в «зашифрованном» виде содержится информация о пространственно-временном развитии источника УФ-излучения: его временной динамике и распространении в пространстве. Например, в случае метеора (или следа от космической частицы сверх высокой энергии) излучение в основном концентрируется в каналах фотоприёмника детектора, расположенных вдоль прямой линии («трека»). Скорость перемещения изображения по треку непосредственно связана с направлением прихода метеора или космической частицы в атмосферу Земли, а суммарный сигнал пропорционален энергии.

Однако такие простые взаимоотношения между параметрами источника и регистрируемыми данными справедливы лишь при идеальных характеристиках измерительной системы (оптики и электроники), да и то — только в первом, довольно грубом приближении. В реальном приборе оптическая система «размазывает»

изображение сразу по нескольким соседним каналам, причём количество таких «активных пикселей» и относительное распределение сигнала в них зависит от положения источника в поле зрения. Кроме того, регистрация сигнала идёт на сложно-структурированном фоне, а чувствительность отдельных каналов может меняться со временем (деградация оптики и электроники). При этом часто распознавание образа и оценка параметров происходит в ситуации, когда отношение величины сигнала к шуму близко к единице. Следствием вышеперечисленного является тот факт, что простые методы анализа становятся очень ненадёжными (и неточными) и требуется привлечение более современных алгоритмов.

В последнее время в задачах распознавания (классификация) и восстановления параметров (регрессия и т. п.) хорошо себя зарекомендовали *вероятностные методы*. Основным правилом, позволяющим выполнить поиск образа и/или реконструировать параметры события при вероятностной интерпретации, является теорема Байеса, в соответствие с которой осуществляется пересчёт априорных распределений на параметры к апостериорным при поступлении данных эксперимента. Такие методы гораздо более полно используют информацию, «зашифрованную» в данных, и позволяют делать правдоподобные выводы даже в ситуации, когда несколько каналов, в которых попал сигнал, оказались неработающими.

При этом в качестве априорной удаётся правильно учесть информацию об особенностях как самого прибора (функция рассеяния точки оптики и/или чувствительность фотоэлектронного умножителя), так и фона (базовый уровень и среднеквадратичные отклонения). Первые попытки реализации такого подхода были осуществлены при анализе данных орбитального детектора ТУС и развитие этих методов предполагается в проекте «УФ атмосфера». На основе данных эксперимента будет создан лабораторный практикум и курс по восстановлению образов и современным методам обработки данных.

Ещё одним перспективным подходом при анализе данных детектора «УФ атмосфера» является методы *машинного обучения*. Такие варианты можно использовать как в задачах *распознавания образа* (трека метеора, например, или «кольца» эльфа), так и в задачах реконструкции. При этом в качестве обучающей выборки могут выступать модельные события. В частности, для генерации таких модельных событий можно использовать специально разработанный международной коллаборацией JEM-EUSO пакет программ ESAF, в котором подробно описываются как само развитие свечения и его распространение в атмосфере, так и формирование сигнала в детекторе. Одним из наиболее многообещающих вариантов машинного обучения в этой связи выступают *нейронные сети*. Сети со сложной многослойной структурой уже давно и вполне успешно применяются для распознавания статических образов («картинок»), однако выделение изменяющиеся во времени изображений и оценка параметров породившего их источника имеют ещё больший потенциал.

Перечисленные выше подходы в настоящее время являются стремительно развивающимся направлением статистического анализа данных и обучать им нужно на «живых» данных действующих экспериментов. Это позволяет рассматривать задачи орбитального детектирования в проекте «УФ атмосфера» в качестве *специальной образовательной среды*, в которой студент (или школьник) под руководством научного специалиста может научиться на практике применять методы вероятностного вывода и машинного обучения.

Заключение

В 2019 году на борту российского сегмента МКС начнётся новый эксперимент — «УФ атмосфера». В работе над проектом принимали участие аспиранты и студенты двух университетов, что является важным образовательным моментом любого проекта. Научная информация,

которая будет получена за время работы аппаратуры представляет собой богатый образовательный материал как для учащихся школ (простые задачи классификации событий, выделения их особенностей, поиска антропогенных источников и визуальное выделение треков метеоров и пр.), так и для студентов вузов (освоение современных методов обработки данных). В МГУ им. М. В. Ломоносова планируется разработать практикум и цикл занятий, основанных на данных научной аппаратуры «УФ атмосфера».

Литература

1. *Capel F.*, *Belov A.*, *Casolino M.*, *Klimov P.* Mini-EUSO: A high resolution detector for the study of terrestrial and cosmic UV emission from the International space station // Advances in Space Research. 2018. V. 62(10). P. 2954–2965.
2. *Pasko V. P.*, *Yair Y.*, *Kuo C. L.* Lightning Related Transient Luminous Events at High Altitude in the Earth's Atmosphere: Phenomenology, Mechanisms and Effects // Space Science Reviews. 2012. V. 168. P. 475–516.
3. *Гарипов Г. К.*, *Панасюк М. И.*, *Свертилов С. И.*, *Богомолов В. В.*, *Баринова В. О.*, *Салеев К. Ю.* Обнаружение глобальных явлений техногенного ультрафиолетового и инфракрасного свечений ночной атмосферы на спутнике «Вернов» // Журн. экспериментальной и теорет. физики. 2016. Т. 123. № 2.
4. *Peltier W. R.*, *Hines C. O.* On the possible detection of tsunamis by a monitoring of the ionosphere // J. Geophysical Research. 1976. V. 81. P. 1995–2000.
5. *Miller S. D.*, *Haddock S. H. D.*, *Elvidge C. D.*, *Lee T. F.* Detection of a bioluminescent milky sea from space // Proc. National Academy of Sciences. 2005. V. 102. No. 40. P. 14181–14184.
6. *De Rújula A.*, *Glashow S. L.* Nuclearites — a novel form of cosmic radiation // Nature. 1984. V. 312. P. 734–737.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИНЖЕНЕРОВ ЧЕРЕЗ РЕАЛИЗАЦИЮ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АНО ЦДО «БУДУЩИМ-КОСМОНАВТАМ»

М. Д. Князева[1], **Е. М. Митрофанов**[1,2], **А. Н. Филатов**[1]

[1] Автономная некоммерческая организация Центр дополнительного образования «Будущим-Космонавтам», e-mail: mdknjazeva@rambler.ru
[2] Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Москва

Сегодня глобальные изменения происходят так быстро, что трудно предсказать, какие знания, навыки и компетенции должны будут обладать сегодняшними первоклассниками лет через десять. Глобальные трансформации в отношении к работе и образу жизни формируют возрастающий спрос на новейшие компетенции. В сложном обществе исчезают универсальные знания и способы действия. Важны знания, которые помогают в возрастающем уровне усложнения цивилизации, включая системы мышления, способность решать проблемы и находить новые возможности. Однако сегодня имеется существенный разрыв между традиционными системами образования и тем, что необходимо для освоения навыков будущего.

Именно в школьной системе формируется интеллектуальный ресурс, который затем реализуется в последующей жизни человека. Для качественного подъёма аэрокосмического образования (АКО) необходимо создать условия для ранней профориентации школьников, формирования у них основ инженерного мышления, становления опыта самообразования и самопознания. Не так много фактов и учебных предметов, сколько способов мышления и деятельности являются основой проектирования содержания дополнительного аэрокосмического образования: и на школьной скамье учащиеся могут погрузиться в атмосферу космоса, пережить глобальность аэрокосмической инженерии, микробиологии и в самих себе осознать интерес к космосу и к технике в целом.

Уроки из космоса, как часть школьных образовательных программ, могут в лучшую сторону изменить сознание людей. В современном стремительно изменяющемся мире образовательный процесс — это не просто процесс получения знаний, это, прежде всего, подготовка будущего активного гражданина, который будет стремиться к сохранению и развитию мира на Земле и в космосе. Космос и образование сегодня — важные составляющие одного процесса.

Проект «Эксперимент в космосе» является комплексным, имеет научно-техническую, экологическую и естественно-научную направленности. Проект обеспечивает в конкурсном порядке доступ эрудированных школьников к участию в реальных космических программах с использованием Международной космической станции, транспортных кораблей и искусственных спутников Земли. У школьников есть возможность общения с учёными, с ведущими специалистами космической отрасли и с самими космонавтами. Работая над проектом, расширяется кругозор, появляется интерес к приобретению необходимых знаний, приходит понимание смысла учёбы.

Также проводим для школьников короткие семинары на темы:

- практическое использование геопорталов на примере GoogleEarth;
- современное состояние и применение геопорталов;
- пилотируемая космонавтика;
- историческое 3D-моделирование в космонавтике;
- практические возможности для компоновки электронных карт. Работа с масштабами и запросами на электронных картах;

- создание трёхмерных моделей по снимкам с камер телефона;
- основы управления и съёмки на тренировочной модели беспилотного летательного аппарата вертолётного типа (БПЛА);

Обучение полётам на БПЛА типа коптер на виртуальном тренажёре и обработка снимков, полученных с БПЛА.

Проводим подготовку школьников к проектной деятельности и конкретно консультации по проектам к конкурсу «Эксперимент в космосе» соответственно с последующим участием в конкурсе.

Педагогическая целесообразность участия школьников в аэрокосмических проектах, конкурсах и АКО в целом заключается в том, что дополнительное аэрокосмическое образование выступает средством приобщения к предпрофессиональному опыту деятельности, а также помогает использовать дополнительное образование как источник общего развития и становления индивидуальных способов познавательной деятельности. Информационный контент, его нетривиальность и эмоциональный фон — главные составляющие, которые привлекает школьника в дополнительное образование.

В дополнительном образовании познавательная деятельность обязательно выходит за рамки собственной образовательной среды в области различных практик. Становясь членами высокообразованных сообществ, дети и подростки приобретают значительный общественный опыт конструктивного взаимодействия и эффективной деятельности. В этих условиях дополнительное образование становится основой процесса саморазвития и самосовершенствования молодого человека.

ГЕОПОРТАЛ ПЛАНЕТНЫХ ДАННЫХ КАК ИНТЕРАКТИВНЫЙ МУЗЕЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛУННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОВЕТСКОЙ ЭПОХИ

М. М. Коленкина, Н. А. Козлова, А. С. Гаров, И. П. Карачевцева

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), Комплексная лаборатория исследования внеземных территорий, Москва, e-mail: maria_kolenkina@list.ru

Современные технологии позволяют работать не только со свежими данными, но и с архивной информацией, полученной в ходе исторических миссий. Итак, следуя примеру Регионального фонда планетарных изображений НАСА (RPIF), куда включены фотографические и цифровые данные (https://www.lpi.usra.edu/library/RPIF), мы начали собирать информацию (в основном аналоговую), доступную в Московском государственном университете геодезии и картографии (МИИГАиК), и результаты обработки в Архив планетных данных. Дальнейшие планы состоят в том, чтобы представить архив как электронный музей открытого доступа, чтобы сохранить историческое наследие в космических исследованиях.

В настоящее время в цифровой технологии произошёл серьёзный прорыв: аналоговые источники информации быстро заменяются цифровым форматом. В то же время большое количество архивных материалов остаётся в аналоговом виде. Чтобы обеспечить их безопасность и доступность для потенциальных пользователей, важно преобразовать данные в современные форматы. Итак, в МИИГАиК уже идёт работа по созданию электронного музейного собрания планетных данных.

Для обеспечения доступа к данным мы используем MIIGAiK Planetary DataGeoportal (http://cartsrv.mexlab.ru/geoportal), где публикуем результаты работ нашей лаборатории. Однако мы стараемся показать не только новые результаты, но и архивные материалы для той же области интересов, чтобы можно было сравнить или оценить качество архивных данных. Практически все планетарные данные настолько уникальны, что почти никогда не устаревают. Например, панорамные изображения дунохода, полученные в 1970-х годах, снова стали актуальными лет. Когда космический корабль Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) захватил места посадки и маршруты лунохода, на геопортале мы постарались полностью предоставить данные Лунохода — как новые (ЦМР LRO NAC, ортомозаики, уточненные треки), так и исторические (старые схемы, отсканированные панорамы) — а также дополнить их материалами, такими как названия кратеров вдоль дорожек, фотографии членов экипажа, в честь которых были названы кратеры и т. д.

На данный момент идёт подготовка к выгрузке и привязке на Геопортал отсканированных снимков Миссий «Зонд-5» и «Зонд-8».

Важно отметить, что ГИС-технологии позволяют нам объединять такие разнородные данные в едином пространственном контексте. Таким образом, можно проследить, как форма представления данных изменилась с эпохи СССР до современности.

Таким образом, создание электронного музея планетарных данных решает сразу несколько проблем:

- сохранение архивных данных;
- структурирование различной информации на одном портале, от параметров морфометрического рельефа до исторических карт;
- визуализация всех данных в хронологическом порядке;
- возможность удалённо работать с данными из любой точки мира;

- широкий публичный доступ к данным: геопортал может использоваться не только научным сообществом, но и в школах и университетах на уроках астрономии;
- популяризация планетарных исследований.

Стоит отметить удобство использования геопортала в учебном процессе. На данный момент идёт разработка развивающих игр, квестов различного уровня сложности и направленности, облегчающие учёбу. А также идёт работа над рядом заданий для старшеклассников в рамках учебной программы по предмету Астрономия.

В дальнейшем планируется расширить архив такими данными, как тематические статьи, учебные материалы, интерактивные карты Луны и других планет.

ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ КОСМОБИОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ШКОЛЬНИКОВ

А. В. Колосков
ГБПОУ «Воробьевы горы», e-mail: avkoloskov@ya.ru

Развитие учебно-исследовательской деятельности учащихся в области космической биологии в полной мере соответствует намечающимся в системе образования тенденциям модернизации и расширения инновационной деятельности. Современные возможности и заинтересованность специалистов в области космонавтики в привлечении молодых кадров открывают нынешнему поколению школьников ранее малодоступные горизонты этого перспективного поля деятельности. Это может служить благоприятной средой для развития содержания естественно-научного образования.

Для образовательного комплекса «Воробьёвы горы», включающего сейчас в себя наряду с другими подразделениями Московский Дворец пионеров и лицей, космобиологическая тематика исследовательской деятельности учащихся не является чем-то новым. Уже в 1960-х годах здесь объединились педагоги и учёные, чтобы помочь школьникам разработать свои идеи орбитальных экспериментов, а также привлечь их к выполнению работ, результаты которых использовались в практической деятельности сотрудников Института авиационной и космической медицины (ныне ИМБП). В 1984 году четверо московских школьников, учащихся отдела биологии и натуралистической работы (сейчас Центр экологического образования (ЦЭО)), под руководством заведующей отделом Тинатин Давидовны Эгнаташвили приняли участие в Международном конкурсе экспериментальных проектов школьников Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, СССР, Чехословакии, США и Франции. И победили. Они разработали серию биологических экспериментов (по регенерации планарий и по биологии молочнокислого стрептококка), которые были осуществлены в рамках международного проекта на борту орбитального биоспутника «Космос-1987». А теперь они — известные учёные.

В 2004 году по инициативе тогдашнего заведующего отделом астрономии и космонавтики Бориса Григорьевича Пшеничнера была возобновлена работа по разработке учащимися экспериментов для реализации на космических аппаратах. Для этого он разработал Московскую открытую научно-образовательную программу «Эксперимент в космосе», которая охватила Дворец, МГУ и целый ряд учреждений, непосредственно связанных с космонавтикой. Одно из направлений этой программы носит название «Наука о жизни», и работа над ним была поручена нашему Центру экологического образования, непосредственное руководство направлением осуществляет Т. Д. Эгнаташвили. Это космобиологическое направление получило широкое развитие, особенно с 2006 года, когда в качестве председателя жюри конкурса «Эксперимент в космосе» был приглашён космонавт-исследователь, кандидат биологических наук Сергей Николаевич Рязанский. (Примечательно, что в детстве он занимался в кружке «Микробиология» ЦЭО.)

В ходе развития направления «Наука о жизни» нами была разработана Комплексная образовательная программа «Организация космобиологических экспериментов школьников», представляющая собой попытку создать модель рациональной и эффективной системы организации учебно-исследовательской деятельности школьников в области космической биологии. Специфика рассматриваемых в программе форм, методов и приёмов работы обусловлена тем, что исследовательская деятельность в области космической биологии

обладает рядом своеобразных особенностей, специфически отличающих её от обычной исследовательской деятельности школьников. И на большинство применяемых в нашей программе методик эти особенности оказывают сильное влияние. Выделим две наиболее существенные из них:

1. Космобиологические исследования имеют довольно *жёсткий набор ограничений* к методам, материалам, оборудованию, объектам исследования (особенно по габаритам и массе). Эти ограничения установлены в связи с весьма высокими стандартами пожарной безопасности, надёжности экспериментальных установок, профилактики травм космонавтов и повреждений орбитального оборудования, энергосбережения и некоторыми другими. Ведь необходимо обеспечить сохранение жизни и здоровья космонавтов, сохранность дорогостоящего оборудования и соблюдение установленного режима его работы. Поэтому на каждом этапе исследовательской работы школьников запрограммирован учёт этих ограничений, что вносит существенные коррективы в методику.
2. Исследовательская работа в области космической биологии отличается *высочайшими требованиями к ответственности* педагогов и школьников. От них требуется не только соблюсти все специфические технические требования, но и строго уложиться в заданные сроки (ведь старт космического корабля не может «подождать»). Далеко не каждому учёному доверяют возможность осуществить свой эксперимент на орбите, а по нашей программе работают школьники.

Как показала практика, организация экспериментальной работы школьников в области космической биологии имеет существенные отличия от аналогичной деятельности в других областях (технических, астрономических и т. п.). Поэтому по сравнению с программой «Эксперимент в космосе» своеобразие данной программы обусловлено спецификой очерченного круга объектов орбитальных исследований школьников — живыми организмами, поскольку экспериментальная работа с ними, особенно в связи с космической тематикой, как правило, заметно сложнее. Это часто выражается в таких характерных особенностях, как, например, большая сложность подготовительных этапов экспериментов, необходимость согласования технологических и биологических циклов, проблема отбора объектов исследования из колоссального количества вариантов. В связи с этим нам представилось рациональным разработать специализированную дочернюю программу «Организация *космобиологических* экспериментов школьников». В неё вошли результаты обобщения и анализа опыта организации и проведения секции «Наука о жизни» Городского конкурса «Эксперимент в космосе»; подготовки и реализации орбитальных экспериментов, разработанных школьниками (или проводимых учёными и космонавтами с участием школьников); подготовки школьников к городским, всероссийским и международным конкурсам, выставкам, конференциям (проводившихся как в Москве, так и за рубежом); сотрудничества со специалистами научных и образовательных учреждений, коммерческих организаций России и других стран.

Программа преследует цель создания эффективной образовательной системы учебно-исследовательской и экспериментальной деятельности школьников в области космической биологии. Для её достижения были определены задачи:

Образовательные:

- Помочь школьникам овладеть знаниями о современных исследованиях, открытиях и перспективах космической биологии.
- Сформировать у обучающихся представление о методах космобиологических исследований.

Воспитательные:

- Воспитание у школьников научно-деятельного стиля мышления, не ограниченного лишь пределами Земли.
- Удовлетворить и стимулировать исследовательские интересы и научно-практическую активность обучающихся, направляя их мечты и стремления из фантастической сферы в научные реалии космических масштабов.

Развивающая:

- Сформировать и развить у обучающихся комплекс умений и навыков по проведению исследовательской работы в области космической биологии, созданию демонстрационных материалов и публичной защите.

Социально-ориентированные:

- Профориентация школьников, как в частной отрасли космической биологии, так и в общих сферах космонавтики и естественных наук.
- Полноценная подготовка обучающихся, способных достойно представлять Россию как космическую державу на международных выставках, конкурсах и конференциях.
- Модернизация и инновация содержания и методик образования естественно-научной направленности.

В процессе реализации этой программы предусматривается достижение следующих результатов:

- успешно реализуемые орбитальные исследования, эксперименты школьников;
- методические и дидактические разработки по данной тематике, в том числе опубликованные;
- функционирующее методическое объединение для педагогов-руководителей обучающихся, занимающихся проектами по космической биологии;
- эффективная образовательная система организации и осуществления учебно-исследовательской и экспериментальной деятельности школьников в области космической биологии.

В качестве критериев оценки результативности реализации программы выделены:

- количество и качество космобиологических исследовательских работ обучающихся; уровень их достижений на конкурсах, конференциях и выставках городского, федерального, международного уровней;
- популярность и эффективность работы секции «Наука о жизни» городской конференции «Эксперимент в космосе»;
- количество и качество педагогических публикаций по программе;
- число консультаций, семинаров, конференций, выставок, посвящённых ходу реализации и результатам программы;
- полнота и своевременность реализации всех компонентов программы;
- количество привлечённых к участию в программе учебных заведений и научных учреждений;
- наличие социально успешных «выпускников» программы, реализующих себя в соответствующих областях науки и практики.

Можно выделить четыре основных направления реализации программы. Учитывая её своеобразие, при рассмотрении каждого из них будут приводиться примеры того, как они воплощались в жизнь при подготовке данной программы. Эти образцы демонстрируют

наиболее характерные специфические особенности реализации основных направлений программы.

I. Ознакомительные мероприятия

Безусловно, без определённого багажа знаний школьник не сможет разработать, должным образом оформить, защитить и реализовать свой проект космобиологического эксперимента. Необходимый начальный минимум они могут усвоить несколькими способами (скорее, их сочетанием): в ходе самообразования, занятий с подготовленным преподавателем, встреч со специалистами и космонавтами, экскурсий в музеи, институты и на предприятия космической отрасли (Центр управления полётами, Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королёва и др.). Примечательно, что нередко учёные сами готовы приходить на встречи с учащимися, чтобы рассказать о различных космобиологических экспериментах, проводившихся ранее на станции «Мир», на Международной космической станции и на биоспутниках. Кроме того, учёные нередко обозначают возможные направления работы школьников в этой области. И со временем выявляются те из них, которые берутся на вооружение учащимися и педагогами.

Хочется отметить, что большой вклад в дело космобиологического образования школьников внесли сотрудники Института медико-биологических проблем РАН Сычёв В. Н., Левинских М. А., Подольский И. Г., Горгиладзе Г. И.

II. Профильное обучение

Разработка полноценного космобиологического эксперимента, должным образом подготовленного к реализации на орбите — весьма сложное дело, требующее достаточных знаний предмета, а не лишь некоторого минимума. Поэтому необходимо более углублённое обучение, которое может проходить как в рамках группы дополнительного образования, так и в условиях индивидуальных и групповых консультаций. Однако наиболее эффективным представляется метод погружения, который может быть успешно реализован в условиях Молодёжного космического лагеря на базе Звёздного городка. Такой метод был успешно реализован. Участники лагеря за 10 дней смогли пройти краткий ознакомительный курс подготовки космонавтов (настоящий длится два года, космические туристы проходят его за полгода). Программа лагеря включала в себя экскурсии по Звёздному городку, в Научно-производственное предприятие «Звезда», в Институт медико-биологических проблем. Благодаря лагерю школьники получили уникальную возможность познакомиться с авиационной и космической техникой (как снаружи, так и изнутри), приготовить и попробовать настоящую космическую еду, подержать в руках инструменты, которыми космонавты работают на орбите, потренироваться в стыковке космических аппаратов с Международной космической станцией, испытать себя на тренажёрах для космонавтов, примерить на себя скафандр, пройти тест на здоровье, обязательный для всех претендентов в отряд космонавтов, посмотреть серию учёных фильмов по космонавтике, познакомиться и пообщаться с несколькими космонавтами, учёными и специалистами, готовящими космонавтов к полёту, выступить со своими космическими проектами перед представителями Департамента образования Московской области.

Такой подход позволяет ребятам посмотреть на проблематику космических исследований в какой-то мере «изнутри», понять многое из того, что на словах не объяснишь. И благодаря этому они могут на новом, продвинутом уровне вести работу над своими проектами космобиологических экспериментов.

III. Работа по заданию учёных

Решение педагогической задачи привлечения школьников к разработке исследовательских проектов для реализации в космосе представляется весьма непростым — ведь это дело настоящих учёных,

хорошо знакомых со спецификой экспериментальной работы в космосе, с особенностями космического оборудования и порядком его утверждения на всех инстанциях, а также с уже проведёнными на орбите экспериментами. Возможно ли, чтобы дети, даже с помощью педагогов, смогли справиться с таким сложным делом? Возникшие вопросы и сложности побудили искать дополнительные возможности, если не в качестве альтернативного варианта, то как параллельное направление работы. И такая возможность была найдена. Помимо продолжения работы учащихся над проектами собственных космических экспериментов было предложено подключить их к уже реализуемым орбитальным исследованиям. Это позволило учащимся ближе познакомиться со спецификой такой работы, и, таким образом, помогло им в разработке их собственных проектов. Кроме того, учащимся не нужно ждать реализации их проекта многие месяцы (или даже годы), которые требуются для прохождения всех подготовительных рубежей (формулирование идеи, анализ её реализуемости, разработка или подбор оборудования и методики, прохождение всех инстанций для утверждения, постановка в план будущих полётов, предполётная подготовка) — они почти сразу могут начать работу в связи с космическими экспериментами. Также это позволило охватить больше учащихся — ведь не так уж много школьников берутся за изобретение своего космического эксперимента, но многие хотят хоть как-то поучаствовать в научной работе, связанной с космосом.

В ходе работы над программой были выявлены две основные возможности подключить школьников к проводящимся учёными орбитальным экспериментам.

1. Изучение материалов с орбиты. Школьникам предоставлялась возможность исследовать на базе Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова пыль Международной космической станции (МКС). Для этой работы с орбиты были доставлены фильтры пылесосов и образцы пыли с МКС. Посевы на питательных средах позволили обнаружить бактерии, образующие пять разных типов колоний, и один вид грибов. В других случаях школьникам предоставлялась возможность выращивать растения из семян пшеницы, томатов и арабидопсиса, побывавших на орбите.

2. Включение школьников в орбитальный эксперимент учёных. Наиболее яркий пример привлечения школьников к научным исследованиям — Международный образовательный космический эксперимент MicroLada. Одна из проблем, требующих решения при организации длительной космической экспедиции — обеспечение космонавтов на всё время полёта пищей и кислородом, необходимое количество которых дать им с собой не представляется возможным. Один из перспективных путей комплексного решения этой проблемы — культурные растения. Встающий перед этим вариантом вопрос влияния условий космического полёта на жизнедеятельность растений предполагалось исследовать в ходе эксперимента. Это предполагалось выяснить методом сравнения различий развития растений, одновременно выращиваемых в условиях космической оранжереи «Лада» (на Международной космической станции) и в земных условиях в аналогичной микро-оранжерее «Микролада». Но помимо этой научной цели преследовалась ещё и образовательная цель — привлечь школьников к исследовательской работе в области космической биологии для расширения их научного кругозора и профессиональной ориентации в этой сфере. В рамках эксперимента учащиеся Центра экологического образования, а также школьники из России, США и Японии в течение трёх лет выращивали специальный сорт гороха одновременно с космонавтами МКС. Учащиеся ежедневно контролировали полив, фиксировали температуру и влажность, записывая данные в дневник наблюдений. Периодически (на МКС и на Земле) производилось фотографирование растений, происходил обмен фотографиями, выявлялись отличия в развитии растений,

сроках их прорастания, цветения и плодоношения. В конце вегетационного периода учащиеся Дворца и лицея под руководством специалистов проводили в Институте медико-биологических проблем морфометрические измерения полученного урожая, сравнивались данные земных и космических растений.

IV. Разработка, защита и реализация собственных космобиологических проектов обучающихся

Данное направление можно назвать флагманским. Ведь во многом именно для обеспечения его успешности реализуются другие направления. Они как бы готовят школьников к наиболее продвинутой степени участия в космобиологической науке. Да и само по себе это направление представляет наиболее полную форму реализации комплексного подхода к образованию. Ведь оно включает в себя целую серию социально-педагогических технологий: подготовку и защиту проекта, утверждение к реализации, представление проекта в СМИ, защита результатов реализации проекта на городских и международных мероприятиях и т. д.

В рамках программы школьниками были разработаны проекты «Космическая бабочка», «Небесный цветок», «Космические вредители», «Нематоды-космонавты», «Космический огурец». Все они были успешно реализованы на борту биоспутников «Фотон» и «Бион». Они вызвали большой интерес, например, по «Космической бабочке» вышло более 100 сообщений СМИ — телесюжеты, газетные и журнальные статьи, новости интернет-изданий. Результаты этих проектов были успешно представлены на научно-практических конференциях, семинарах и мастер-классах, экспозициях Всероссийского выставочного центра, Манежа, ЭКСПО-Центра, и Крокус-Экспо, а также на Фестивалях науки, Международном аэрокосмическом салоне, Всероссийском съезде учителей биологии в МГУ, в лагере «Орлёнок». За рубежом космобиологические материалы школьников также вызвали большой интерес — они были представлены в Бельгии, Бразилии, Кувейте, Перу, ЮАР.

Сочетание всех четырёх направлений программы позволяет реализовать комплексный подход к практическому космобиологическому образованию. Работа над программой продолжается, есть ещё немало проблем, которые необходимо решить. Но уже ясно — космическая биология для школьников имеет большое будущее, она — одно из перспективных направлений современного и опережающего образования.

АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ АСТРОНОМИИ В ШКОЛЕ № 444 ГОРОДА МОСКВЫ

Р. П. Колтунов
Школа № 444, Москва, e-mail: krizm13@list.ru

На протяжении ряда лет астрономия в школе читалась в рамках общего курса физики, который изучается в объёме 5 часов в неделю на профильном уровне или 2–3 часов на базовом уровне. Чаще всего по времени изучения эти уроки выпадают на апрель-май одиннадцатого класса. Достаточно неудачное время, но курс физики сложен и включает достаточно много материала.

Также отдельные элементы астрономии читаются по ходу изучения курса физики. Это такие темы как системы отсчёта, закон всемирного тяготения, движение искусственных спутников, движение тела по окружности с постоянной скоростью, первая космическая скорость, вес тела на других планетах и др.

В последние несколько лет интерес к астрономии в образовательной организации вырос. Это обусловлено несколькими факторами. В школе появился ученик, который стал призёром заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников. Это результат его продолжительного посещения кружка дополнительного образования на базе другой организации. В течение последнего учебного года, учась уже в 11-м классе, вёл совместно с учителем физики дополнительные занятия для интересующихся. Некоторые ученики также стали посещать кружок на базе Центра педагогического мастерства.

Следующий фактор инициатива министра образования О. Ю. Васильевой о возвращении астрономии в учебный план 10–11 классов. За два года учащиеся должны получить 68 часов предмета.

Другой фактор — появление заданий (в 2019 году было одно) по астрономии в Едином государственном экзамене по физике [1]. Эти задания отрабатываются, так как обидно терять баллы на не очень сложных номерах. В кодификаторе к ЕГЭ 2020 года номер 24 заявлен по теме «Элементы астрофизики: Солнечная система, звезды, галактики». Задание чаще всего заключается в анализе приведённой таблицы и выборе двух верных утверждений из пяти приведённых.

И ещё одним фактором стало открытие в школе инженерного и академического предпрофессионального классов [2]. В рамках этих проектов учащиеся 10–11-х классов посещают различные лекции, в том числе по астрономии, регулярно для них проводятся экскурсии в выставочном зале Института космических исследований. В рамках проекта Академический класс в московской школе между Институтом космических исследований (ИКИ РАН) и нашей школой заключён договор о сотрудничестве.

Весной 2018 года учащиеся 9-го класса успешно выступили в школьной секции ежегодной конференции молодых учёных «Фундаментальные и прикладные исследования», получив диплом третьей степени. Это стало началом проектной работы учащихся.

Учащийся в течение двух лет регулярно посещают одну из лабораторий ИКИ, работает над проектом. Результаты работы были представлены на научно-практической конференции «Наука для жизни» в апреле 2019 года на тему «Влияние солнечной активности на вариации плотности верхней атмосферы Земли».

Также в июне 2019 года в течение трёх недель четверо учащихся 10-х классов проходили практику в лаборатории ИКИ. Результаты работы были оценены на отлично в ходе защиты. Работа по этим направлениям будет продолжена. Надеюсь, к весне следующего года

ребята допишут и оттестируют программный код и будет неплохой проект для представления на внешних конференциях.

Литература

1. http://www.fipi.ru/.
2. http://profil.mos.ru/.

ЭЛЕМЕНТЫ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ШКОЛЬНОМ КУРСЕ АСТРОНОМИИ

Е. В. Кондакова

Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина,
e-mail: evkondakova@gmail.com

Характерной особенностью современного мира является развёртывание нового этапа космической гонки. По мнению Стивена Хокинга, выход человека в космос «полностью изменит будущее человечества и, возможно, определит, есть ли у нас вообще какое-то будущее. Это не решит никаких насущных проблем на планете Земля, но даст нам возможность посмотреть на них с другой стороны и заставит смотреть больше вперёд, чем оглядываться назад. Надеюсь, это объединит человечество для решения общих задач» [1].

Так как всякое обучение является обучением для будущего, важным принципом формирования содержания образования является принцип опережающего проецирования на будущее. Между тем, сегодняшние выпускники весьма мало знают как о Вселенной в целом, так и о космической деятельности человека. Именно поэтому весьма актуальным является, с одной стороны, разработка теоретических основ космического образования, с другой — конкретная реализация его элементов в процессе обучения в школе и в дополнительном образовании.

Само понятие «космическое образование» не имеет пока ещё однозначной трактовки. В широком рассмотрении оно связано с идеями русского космизма (К. Э. Циолковский, П. А. Флоренский, А. Л. Чижевский, В. И. Вернадский, Н. И. Лобачевский, Н. К. Рерих). Родоначальник космического воспитания отечественный педагог К. Н. Вентцель (1857–1947) отмечал нерасторжимость и органическое единство человека и Вселенной, в связи с чем видел цель в воспитании ребёнка как гражданина Вселенной, сопричастного космосу и имеющего потребность в его познании [2].

В 2012 году прошла конференция «Космическое образование детей: проблемы и перспективы», в резолюции которой разъясняется, что под космическим образованием следует понимать систему современного опережающего образования, основным содержанием которого является ознакомление учащихся с процессом и результатами исследования и освоения космоса [3]. В настоящее время не вызывает сомнения, что понимаемое в таком ракурсе космическое образование уже входит в жизнь российского общества, и его следует рассматривать как «важный стратегический ресурс национальной безопасности, устойчивого развития и экономической конкурентоспособности страны на том основании, что роль России в становлении и развитии теоретической и прикладной космонавтики признана во всём мире» [4].

Очевидно, что фундаментом космического образования являются физические и астрономические знания. Чтобы иметь возможность рассчитывать траектории космических полётов, конструировать и строить космические корабли и аппараты, а в последующем — станции и поселения на поверхностях тел Солнечной системы (и не только!), необходимо знать и уметь использовать физические законы. Для успешного освоения космического пространства нужно также иметь представления о строении небесных тел, их особенностях, физических свойствах, условиях на поверхности, и о многих других характеристиках. Эти знания школьники получают при изучении соответствующих дисциплин, и в первую очередь — физики и астрономии. Но кроме этих фундаментальных знаний учащихся необходимо знакомить с космической деятельностью человека,

под которой мы подразумеваем исследование и освоение космоса. Рассмотрим, какое место в современном курсе астрономии, который вновь вернулся в школу в качестве обязательной учебной дисциплины, отведено этим вопросам.

Приказ № 506 Министерства образования и науки Российской Федерации от 7 июня 2017 года определил Стандарт среднего (полного) общего образования по астрономии. Среди целей изучения астрономии задано «формирование навыков использования естественнонаучных и особенно физико-математических знаний для объективного анализа устройства окружающего мира на примере достижений современной астрофизики, астрономии и космонавтики» [5].

В обязательный минимум содержания основной образовательной программы входят следующие элементы, относящиеся к космической деятельности человека:

- История развития отечественной космонавтики. Первый искусственный спутник Земли, полёт Ю. А. Гагарина. Достижения современной космонавтики.
- Законы движения небесных тел.
- Движение искусственных небесных тел.
- Наземные и космические телескопы, принцип их работы. Космические аппараты.

В требованиях к уровню подготовки выпускников указано, что «в результате изучения астрономии на базовом уровне ученик должен:

- знать/понимать... основные этапы освоения космического пространства;
- уметь... приводить примеры: получения астрономической информации с помощью космических аппаратов и спектрального анализа» [5].

Этим и исчерпывается космическая составляющая школьного курса астрономии. Ещё раз отметим, что в данном случае под космической составляющей мы понимаем тот материал, который связан с деятельностью человека по изучению и освоению космоса.

В настоящее время в федеральный перечень учебных пособий входят три учебных пособия по астрономии [6–8]. Проанализируем, как космическая составляющая представлена в этих учебниках.

В учебном пособии Б. А. Воронцова-Вельяминова и Е. К. Страута [6] кратко упоминается о космических телескопах (телескоп Хаббла, проект «РадиоАстрон»), описательно (без вывода формул и расчёта параметров орбит) рассматривается движение искусственных спутников Земли и космических аппаратов к планетам, приводится краткое упоминание ракетно-космических исследований по поиску жизни. В учебнике есть приложение, в котором приведены важнейшие события в космонавтике и их даты.

В учебном пособии Е. П. Левитана [7] в главе III «Физическая природа тел Солнечной системы» примерно на одной странице приводится обзор исследования Солнечной системы с помощью космических аппаратов, но этот обзор не содержит упоминания о миссиях последних лет к малым телам Солнечной системы и, с нашей точки зрения, является устаревшим. В приложении приводятся важнейшие даты в освоении космического пространства вплоть до 2017 года.

Несколько полнее космическая составляющая представлена в учебном пособии В. М. Чаругина [8]. Уже в самом начале курса (§2 «Далёкие глубины Вселенной») есть сведения о космических телескопах и их роли в познании Вселенной. В главе 3 «Небесная механика» приводятся определения и формулы для расчёта 1-й и 2-й космических скоростей, кратко рассмотрена теория межпланетных полётов, даётся понятие «оптимальная траектория» и приводится пример вычисления параметров орбиты и требований к космическим аппаратам при полёте к внешним планетам — Марсу, Юпитеру и др.

В учебно-методический комплект линии В. В. Чаругина входит тетрадь-практикум [9]. Выполняя работу 4 «Исследование движения искусственных спутников Земли», учащиеся рассчитывают скорости движения спутников по круговым и эллиптическим орбитам, определяют условия, при которых спутники могут столкнуться, оценивают последствия возможного столкновения спутников.

Проведённый анализ показывает, что в учебных пособиях по астрономии, входящих в федеральный перечень, космическая деятельность человека отражена недостаточно.

Наиболее полно, с нашей точки зрения, космическая составляющая представлена в учебном пособии А. В. Засова и В. Г. Сурдина [10], который, к сожалению, не вошёл пока в федеральный перечень. §3 этого учебника полностью посвящён космической деятельности человека. В §18 «Небесная механика и орбиты космических аппаратов» рассказывается о принципах ракетостроения, орбитах ИСЗ и космических аппаратов, приведён пример вычисления длительности полёта к Марсу, кратко рассматривается принцип работы систем глобального позиционирования. Упоминания об исследовании космоса с помощью космических аппаратов, телескопов присутствуют практически во всех главах учебника.

Причин практически полного отсутствия космической составляющей в курсе астрономии, на наш взгляд, несколько. Во-первых, это большая информационная насыщенность курса астрономии, с одной стороны, и ограниченное время на его изучение (35 часов), с другой. Во-вторых, учебные пособия Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута (2018, 240 с.) и Е. П. Левитана (2018, 240 с.) являются устаревшими: они были написаны и использовались ещё в прошлом веке, в них очень хорошо изложены основы классической астрономии, астрофизики, космологии, но практически не рассматриваются важнейшие открытия и исследования последних лет, в том числе и связанные с космической деятельностью человека.

Каковы пути решения возникшего противоречия между важностью космического образования и фактически почти полным его отсутствием в школе?

1. Необходимо обеспечить учителей физики и астрономии дополнительными учебными материалами, отражающими космическую деятельность человека.
2. Использование задач с космическим содержанием (расчёт параметров орбит КА, длительности полёта, перевод спутников с орбиты на орбиту, вычисление расстояний до небесных тел и т. п.) на уроках физики и астрономии. Таких задач немного, поэтому целесообразно разработать и издать задачник.
3. Выполнение учебных проектов по космической тематике.
4. Разработка факультативных/элективных курсов.
5. Кружковая работа.
6. Проведение внеклассных мероприятий на космическую тематику.

Очевидно, что положительный результат будет достигнут только в том случае, если важность космического образования будет осознана и учтена при формировании образовательной политики государства. Но и сейчас есть и находятся энтузиасты — руководители кружков, учителя, которые вовлекают учащихся в столь интересную, хотя и сложную космическую деятельность, хотя бы на уровне теоретического изучения. При поддержке заинтересованных сторон — космических агентств, корпораций — космическое образование сможет в ближайшем будущем стать важной составляющей общего образования.

Литература

1. *Хокинг С.* Краткие ответы на большие вопросы (= Brief Answers to The Big Questions) / пер. Бавин С.; ред. Лаврова Ю. М.: Бомбора, 2019. 256 с.

2. *Тарасенко Н. Г.* Значение космической педагогики К. Н. Вентцеля и идеи М. Монтессори о «космическом воспитании» в разрешении проблемы формирования мировоззрения личности // Историческая и социально-образовательная мысль. 2011. № 5(10). С. 116–121.
3. Резолюции конференции «Космическое образование детей: проблемы и перспективы». URL: http://fpvestnik.ru/obrazovanie-i-nauka/rezolyuciya-konferencii-kosmicheskoeobrazovaniedetejj-problemy-i-perspektivy/.
4. *Денисова Р. Р.* Космическое образование как феномен современной педагогики // Вестн. Амурского гос. ун-та. Сер.: гуманитарные науки. 2018. № 80. С. 85–88.
5. Приказ № 506 Министерства образования и науки Российской Федерации от 7 июня 2017 года. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/ 71597416/.
6. *Воронцов-Вельяминов Б. А.*, *Страут Е. К.* Астрономия. Базовый уровень. 11 класс: учебник. 5-е изд., пересмотр. М.: Дрофа, 2018.
7. *Левитан Е. П.* Астрономия. 11 класс: учеб. пособие для общеобразоват. орг.: базовый уровень. — М.: Просвещение, 2018.
8. *Чаругин В. М.* Астрономия. 10–11 классы: учеб. пособие для общеобразоват. орг.: базовый уровень. М.: Просвещение, 2018.
9. *Кондакова Е. В.*, *Чаругин В. М.* Астрономия. Тетрадь-практикум. 10–11 классы: учеб. пособие для общеобразоват. орг.: базовый уровень. М.: Просвещение, 2018.
10. *Засов А. В.*, *Сурдин В. Г.* Астрономия: 10–11 классы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.

РОЛЬ И ЗАДАЧИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «АСТРОКОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ» ПРИ ПОДГОТОВКЕ МАГИСТРОВ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

М. Ю. Королёв

Московский педагогический государственный университет (МПГУ), Москва, e-mail: myu.korolev@mpgu.su

Астрономическое образование является необходимой частью естественно-научного школьного и вузовского образования. Оно призвано способствовать формированию у обучающихся научного мировоззрения и теоретического мышления, представлений о научных методах познания, об иерархической структуре Вселенной и её отдельных элементах.

Надо отметить, что школьники и студенты интересуются вопросами астрономии, т.к. их привлекают новые открытия в этой научной области, используемые современные технологии. Также сказывается интерес молодого поколения к научно-фантастической литературе, научно-популярным фильмам, посвящённым проблемам освоения космоса, описывающим различные открытия в астрофизике и космологии, загадки Солнечной системы и Вселенной в целом.

После 10 лет отсутствия учебного предмета «Астрономия» в школах летом 2017 года при непосредственном участии нового министра образования и науки О. Ю. Васильевой был издан приказ Минобрнауки РФ № 506, согласно которому учебный предмет «Астрономия» возвращался в школьную образовательную программу. Далее появились и другие нормативные документы, регламентирующие процесс преподавания астрономии в школах. В настоящее время «Астрономия» является обязательным школьным предметом и преподаётся с 2018 г. во всех российских школах в 10-х и/или 11-х классах.

В связи с этим остро встаёт вопрос подготовки и переподготовки учителей физики, астрономии и естествознания, которые смогут после окончания обучения в вузах вести уроки астрономии в школах на новом уровне знаний, умений и современных технологий. На наш взгляд, одним из путей реализации данного процесса является создание магистерских программ астрономического или интегративного естественно-научного содержания по направлению подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование». Такого рода программы должны быть направлены на формирование у студентов представлений о единстве окружающей природы, о взаимосвязи мегамира, макромира и микромира.

Рассмотрим в качестве примера ситуацию с подготовкой студентов в магистратуре на кафедре физике космоса (предыдущие названия кафедры — кафедра физики для естественных факультетов и кафедра естественных наук и инновационных технологий) Института физики, технологии и информационных систем (ИФТИС) Московского педагогического государственного университета (МПГУ). На кафедре физике космоса с 2009 по 2018 год осуществлялся приём студентов в магистратуру на программу «Современное естествознание» [1, 11]. Эта образовательная программа была основана на междисциплинарном подходе и реализовывала концепцию метапредметности естествознания, которая предполагает интеграцию всех естественно-научных знаний об окружающем мире [10]. Обучение в рамках магистерской программы «Современное естествознание» способствует развитию у студентов навыков проектно-исследовательской, творческой деятельности; формирует умения анализировать, оценивать и обобщать полученную научную информацию, проверять её на достоверность.

В рамках магистратуры «Современное естествознание» студентам преподаются такие дисциплины, как «Основы современной астрофизики и космологии» и «Строение и эволюция Солнечной системы». Также вопросы астрономии затрагиваются в курсах «Фундаментальное естествознание», «Современные проблемы науки и образования», «Метод моделирование в естествознании», «Эволюция жизни на Земле», «Методика обучения естествознанию в средней школе», «Методика организации проектной деятельности учащихся» и др. В рамках магистерской программы вопросам астрономии был посвящён ряд научных семинаров, естественно-научных исследовательских проектов, модельных лабораторных работ, курсовых работ, а также выпускных квалификационных работ (ВКР) методического содержания. Студентами были успешно защищены ВКР, посвящённые разработке астрономических кружков для основной школы, элективных курсов для старшей школы, астрофизических тем в курсах «Естествознание» и т. д.

Одним из важных направлений модернизации и совершенствования астрономического образования в ИФТИС МПГУ стало открытие в сентябре 2018 года Астрокосмического комплекса (АКК), который, с разрешения Наталии Сергеевны Королёвой, получил имя её отца — выдающегося конструктора, академика Сергея Павловича Королёва. Концепцию Астрокосмического комплекса разработал директор Института физики, технологии и информационных систем Д. А. Исаев. На базе Астрокосмического комплекса уже проходят занятия по астрономии со школьниками и студентами, курсы повышения квалификации и профессиональной переподготовки учителей, культурно-просветительные мероприятия. В частности, в Астрокосмическом комплексе работает планетарий.

В 2019 году в рамках дальнейшего совершенствования астрономического образования в Институте физики, технологии и информационных систем был заключён договор об организации в МПГУ базовой кафедры Института астрономии РАН. В результате кафедра естественных наук и инновационных технологий ИФТИС была переименована в кафедру физики космоса и получила статус базовой кафедры Института астрономии РАН (ИНАСАН). В настоящее время на кафедре собраны астрономы-учёные и астрономы-педагоги, как работающие давно в МПГУ, так и участвующие в образовательном процессе в рамках сотрудничества с Институтом астрономии РАН.

Осенью 2018 г. в Институте физики, технологии и информационных систем МПГУ было принято решение о необходимости открытия новой магистерской программы «Астрокосмическое образование» и начала набора студентов на данную программу в 2019 г. Открытие магистерской программы «Астрокосмическое образование» по направлению подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование» должно способствовать более качественной подготовке студентов в области астрономии и естествознания в целом. Образовательная программа «Астрокосмическое образование» ориентирована на подготовку специалистов, способных осуществлять исследовательскую деятельность и реализовывать образовательные программы по современным проблемам астрономии и естествознания, обладающих интеграционными компетенциями в области естественно-научных знаний для реализации профессиональной деятельности на инновационной основе с учётом приоритетных направлений развития науки и образования. Данная магистерская программа будет носить ярко выраженный интегративный характер. При этом интеграция рассматривается не только с точки зрения взаимосвязей знаний по предметам, но и как интегрирование технологий, методов, и форм обучения.

В конце 2018 г. был разработан и утверждён учебный план для магистерской образовательной программы «Астрокосмическое образование». Он включает два типа дисциплин: естественно-научные

и методические. К естественно-научным дисциплинам относятся, прежде всего, астрономические дисциплины:

- «Строение и эволюция Солнечной системы» [6, 8],
- «Физика галактик и звёзд»,
- «Современная космология» [5],
- «Основы космонавтики»,
- «Экспериментальные методы исследования в астрономии» [2],
- «Основы астробиологии» [9] и др.

Большую долю в подготовке занимают естественно-научные дисциплины общенаучного или интегративного характера, такие как

- «История развития астрономии и естествознания»,
- «Математические методы в естественных науках»,
- «Проблемные вопросы современной физики, астрофизики и космологии»
- «Современные инновационные технологии в естественных науках»,
- «Метод моделирования как метод научного познания» [4, 7],
- «Философия научного познания» и др.

Для более широкой естественно-научной подготовки студентов в учебном плане присутствуют также такие дисциплины как

- «Современная физика»,
- «Физические основы биологических процессов»,
- «Основы синергетики»,
- «Эволюция жизни на Земле» и др.

Важнейшее значение при подготовке магистров по программе «Астрокосмическое образование» будут иметь методические дисциплины:

- «Методика и технологии обучения естествознанию и астрономии»,
- «Методология исследовательской деятельности»,
- «Методика организации проектной деятельности обучающихся»,
- «Инновационные методы и средства в образовании»
- «Практикум по решению задач» и др.

Данный подход к набору дисциплин позволяет

1) осветить как вопросы непосредственно связанные с астрономией, астрофизикой и космологий, так и методологические, общенаучные, методические вопросы;
2) познакомить студентов с основами современных технологий в науке и образовании;
3) изучить ряд интегративных естественно-научных дисциплин;
4) обсудить проблемные вопросы естественных наук, в первую очередь, физики, астрофизики и космологии.

Учебный план магистерской программы «Астрокосмическое образование» предусматривает прохождение студентами различных типов практик, таких как, научно-исследовательская практика, педагогическая практика, лабораторный практикум по астрономии и естествознанию и др., а также разработку естественно-научных исследовательских проектов. При подготовке магистров будут использоваться возможности Астрокосмического комплекса им. С. П. Королёва и астрономической обсерватории Института физики, технологии и информационных систем МПГУ, сотрудничество с Институтом астрономии РАН, Краснопресненской обсерваторией ГАИШ МГУ и другими астрономическими организациями.

В результате обучения по образовательной программе «Астрокосмическое образование» у студентов в соответствии с ФГОС ВО магистратуры по направлению подготовки 44.04.04 (приказ Минобр-

науки России № 126 от 22.02.2018) должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции. Приведём примеры профессиональных компетенций, которыми должны овладеть студенты:

1) разрабатывать и применять современные методики, технологии, приёмы обучения и организации образовательной деятельности, диагностики и оценивания качества образования;
2) применять результаты научных исследований при решении профессиональных задач в сфере науки и образования, самостоятельно осуществлять научное исследование;
3) руководить исследовательской деятельностью обучающихся;
4) формировать целостное представление о процессах и явлениях, происходящих в мегамире, макромире и микромире [3];
5) использовать в педагогической и научно-исследовательской деятельности методы научного познания и основные законы естественных наук;
6) приобретать новые естественно-научные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

Результатом обучения по магистерской программе «Астрокосмическое образование» должно быть написание студентами выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации), посвящённой разработке различных методических вопросов, связанных с преподаванием астрономических или интегративных естественно-научных предметов (дисциплин, элективных курсов, кружков и т. д.) в школьном, вузовском или дополнительном образовании.

Таким образом, согласно разработанной концепции, образовательная программа «Астрокосмическое образование» должна быть направлена на подготовку учителей астрономии и естествознания, специалистов по дополнительному астрономическому образованию, а также по работе со школьниками в области проектной и исследовательской деятельности.

Литература

1. *Заварыкина Л. Н.*, *Королёв М. Ю.*, *Королёва Л. В.*, *Петрова Е. Б.* Магистерская программа «Современное естествознание» — концепция, структура, содержание // Физическое образование в вузах. 2013. Т. 19. № 4. С. 1072116.
2. *Королёв М. Ю.* Долгожданное открытие — обнаружены гравитационные волны // Физика в школе. 2016. № 3. С. 59–62.
3. *Королёв М. Ю.* Мегамир: учеб. пособие. М.: Прометей, 2019. 110 с.
4. *Королёв М. Ю.* Методическая система обучения методу моделирования студентов естественно-научных и математических направлений подготовки в педвузах: дис. ... д-ра пед. наук. М., 2012. 482 с.
5. *Королёв М. Ю.* Открытие крупномасштабной структуры Вселенной // Физика в школе. 2017. № 1. С. 58–64.
6. *Королёв М. Ю.* Строение и состав Солнечной системы: исторические аспекты и современные представления // Физика в школе. 2015. № 6. С. 34–41.
7. *Королёв М. Ю.* Теоретические основы методической системы обучения студентов методу моделирования. М.: «Карпов Е. В.», 2011. 135 с.
8. *Королёв М. Ю.*, *Анурин А. С.*, *Гурьева М. В.* Экзопланеты — удивительное разнообразие// Физика в школе. 2018. № 4. С. 57–64.
9. *Королёв М. Ю.*, *Петрова Е. Б.* Астробиология — новое направление исследования Вселенной // Физика в школе. 2019. № 3. С. 57–62.
10. *Королёв М. Ю.*, *Королёва Л. В.*, *Петрова Е. Б.* Об интеграционных процессах в образовании // Наука и школа. 2009. № 5. С. 3–6.
11. *Королёв М. Ю.*, *Петрова Е. Б.*, *Королёв М. Ю.*, *Заварыкина Л. Н.*, *Одинцова Н. И.* Подготовка магистров в области естествознания в рамках компетентностного подхода. М.: «Карпов Е. В.», 2015. 128 с.

МОЛОДЁЖНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЭКСПЕДИЦИИ В КОСМИЧЕСКИЕ НАУКОГРАДЫ

М. И. Кузнецов
Союз развития наукоградов, e-mail: kmikmi@mail.ru

Стратегические задачи развития страны связаны с формированием высокоэффективной экономики и построением национальной инновационной системы, стимулирующей создание и использование новых знаний, новых технологий и производств на их основе.

Ракетно-космическая отрасль одна из наиболее наукоёмких, имеющих большое научное и лавинообразно увеличивающееся практическое значение. И именно в этой сфере феномен будущего, культурной экспансии, расширения человеческой цивилизации за пределы Земли ощущается как актуальное явление.

Растить «человека инновационного»

Одно из важнейших направлений развития «общества знаний», обеспечения инновационного развития страны — наращивание человеческого капитала.

Сегодня важнейшая задача — ориентация молодого поколения на интеллектные, творческие сферы деятельности (наука, разработка и создание новой техники и технологий, инновационная сфера и наукоёмкие производства, инновационный бизнес).

По сути дела необходимо растить «человека инновационного» — новое поколение научно-технической элиты России, поскольку главная основа инновационной экономики — энергичные, активные и инновационно мыслящие люди — исследователи, инженеры, изобретатели, предприниматели. Необходимо повышать престиж науки и творческой деятельности в различных сферах. Но одновременно с этим требуется и воспитание молодёжи, акцентированное на достижениях российских учёных, разработчиков и создателей выдающихся научно-технических решений, техники и технологий.

Союз развития наукоградов России уж в течение нескольких лет разрабатывает и реализует проект «Молодёжные образовательно-исследовательские экспедиции в наукограды России», базирующийся на научно-культурном потенциале российских наукоградов.

В его основе лежит ознакомление школьников и студентов с лучшими конкретными образцами новой техники и технологий, достижениями и разработками отечественных учёных, конструкторов и изобретателей; организация встреч в рабочей обстановке НИИ, КБ, испытательных комплексов и производственных предприятий, их музеев и демонстрационных залов. Реализация проекта в качестве существенной составляющей включает также предоставление возможностей для фиксации и сохранения того, что удалось увидеть, с чем удалось ознакомиться и в чем принять участие (фотографии на память с учёными, космонавтами, разработчиками техники, видеозаписи посещений и встреч, сувениры, памятные знаки, буклеты и т. д.).

Наиболее интересными и образовательно ёмкими для реализации этого проекта являются города, в которых сосредоточены предприятия и организации ракетно-космической специализации.

Ракетно-космические наукограды России

Развитие ракетно-космической отрасли в СССР осуществлялось как «глобальный» комплексный ракетно-космический проект, «наследником» которого, продолжая его развивать в меру возможностей, является Россия.

Это требовало мощнейшей концентрации ресурсов, в первую очередь интеллектуального, и приводило к созданию крупных научно-

технических комплексов с соответствующими поселениями. Даже находящихся под арестом во времена сталинских репрессий учёных, конструкторов и инженеров «концентрировали» в так называемых «шарашках» — своеобразных НИИ и КБ тюремного типа.

В результате использования такого способа концентрации интеллекта для решения важнейших государственных задач значительная часть научного и наукоёмкого промышленного потенциала оказалась сосредоточена в специфических инновационных поселениях — наукоградах, создававшихся в 1930-х, 1950-х и 1970-х годах специальными постановлениями высших органов власти страны.

Среди нескольких десятков наукоградов около 20 имеют «ракетно-космический» профиль. Примерно 15 наукоградов с полным правом могут называться «космическими наукоградами» — в них проводятся исследования, ведутся разработки и производство ракетно-космических систем или осуществляется их испытания, запуски и управление полётом, подготовка космонавтов.

Это такие наукограды как Звёздный городок, Королёв (недавно в него влился и г. Юбилейный), Краснознаменск, Реутов, Пересвет, Томилино, Химки, Дзержинский, (все — Московская область), Бийск (Алтайский край), Железногорск (Красноярский край), Знаменск (Астраханская область), Мирный (Архангельская область) и др. Часть полигонов и экспериментальных комплексов осталась за пределами России, например, Байконур.

Ряд наукоградов имеет специальный статус: Королёв, Реутов и Бийск — статус наукограда Российской Федерации; Железногорск, Звёздный городок, Знаменск, Краснознаменск и Мирный — статус закрытых административно-территориальных образований (ЗАТО).

Некоторые наукограды могут считаться «частично космическими», поскольку в них космические исследования, разработки и производство оборудования космического назначения или его испытания сосуществуют с «некосмическими» предприятиями и организациями, причём эти последние преобладают.

Это относится, например, к Жуковскому с его испытательными комплексами преимущественно авиационного направления и Томилино, где авиационные системы жизнеобеспечения и спасения соседствуют с космическими. А также к Пущино, где наряду с институтами биологического профиля соседствует одна из крупнейших в России и в мире Пущинская радиоастрономическая обсерватория Астрокосмического центра ФИАН, и к Троицку с его Институтом земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН, работающим с использованием специальных телескопов и спутниковых систем.

В космическом кластере наукоградов почти исчерпывающе представлен «отраслевой» научно-технический комплекс. Здесь сосредоточены исследовательские организации, организации-разработчики, испытатели и ведётся подготовка «пользователей» ракетно-космической техники. И именно здесь осуществлялось многообразное «естественное» коллекционирование продуктов инженерной инновационной деятельности, накоплены обширные и «глубокие» коллекции артефактов, которые используются как в деятельности организаций и предприятий (профориентация, подготовка кадров, приём делегаций и т. п.), так и в туристических целях, образовательных и культурных проектах.

Краеведческие музеи наукоградов также имеют значительные коллекции, связанные с историей становления и развития их научно-технического потенциала.

На предприятиях и в организациях, в их музеях и демонстрационных залах, да и в целом в наукоградах имеется большая мемориальная составляющая — здесь работали выдающиеся творцы ракетно-космической техники, создавались и испытывались уникальные комплексы и системы.

Ракетно-космический кластер и «ракетно-космическая дорога» наукоградов Московского региона

Особенно высока концентрация ракетно-космических поселений в Московском регионе.

Нами были выделен и проанализирован «ракетно-космический кластер» наукоградов Московского региона с расположенными в них организации и предприятиями, музеями, демонстрационными залами и мемориальными объектами. Его составляют: Королёв, Химки, Пересвет, Реммаш, Реутов, Томилино, ЗАТО Звёздный городок, ЗАТО Краснознаменск, Дзержинский, Жуковский, Белоозерский, Орево, Пущино, Троицк, Истра, Нахабино.

Ракетно-космические наукограды региона исторически, технологически и территориально связаны и с другими калужскими, московскими и подмосковными «ракетно-космическими» местами, в том числе мемориальными. Поэтому кроме наукоградов в этот комплекс включаются и их значимые ракетно-космические объекты.

Основные города и их наиболее значимые градообразующие предприятия и организации (они указаны в скобках) этого кластера составляют: Королёв (Ракетно-космическая корпорация «Энергия». Центральный научно-исследовательский институт машиностроения, Конструкторское бюро химического машиностроения им. А. М. Исаева), Химки (Научно-производственное объединение «Энергомаш», НПО им. С. А. Лавочкина), Пересвет (Научно-испытательный центр ракетно-космической промышленности), Реммаш (Научно-испытательный институт химических и строительных машин — сегодня филиал НИЦ РКП), Реутов (Военно-промышленная корпорация «Научно-производственное объединение машиностроения»), Томилино (Научно-производственное предприятие «Звезда»), ЗАТО Звёздный городок (Центр подготовки космонавтов), ЗАТО Краснознаменск (Главный испытательный космический центр имени Г. С. Титова), Дзержинский (Федеральный центр двойных технологий «Союз»), Жуковский (Центральный аэрогидродинамический институт, Летно-исследовательский институт им. М. М. Громова), Белоозерский (Испытательные предприятия авиационного и ракетного профиля), Орево (филиал Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана), Пущино (Радиоастрономическая обсерватория Астрокосмического центра Физического института им. П. Н. Лебедева РАН), Троицк (Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН), Истра (Научно-исследовательский институт электромеханики), Нахабино (Центральный научно-исследовательский испытательный институт инженерных войск Минобороны России).

Проведённый анализ предприятий и организаций «космического кластера» наукоградов Московского региона, их музеев и демонстрационных залов, а также калужских и московских «космических» мест, в том числе мемориальных, позволил предложить особый научно-образовательный и культурный комплекс. Это своеобразная «ракетно-космическая дорога» или «ракетно-космическая орбита» наукоградов Московского региона (для полноты космического представления Московского региона включены и некоторые объекты Калуги и Москвы).

Основные её «дорожные остановки» — Дом-музей К. Э. Циолковского и Государственный музей истории космонавтики в Калуге, Музей космонавтики, Дом музей академика С. П. Королёва и Планетарий в Москве, Демонстрационный зал и Музей РКК «Энергия», Центр управления полётами и музей ЦНИИмаш, Музей ракетных двигателей КБ ХимМаш в Королёве, Музей НПО «Энергомаш» им. академика В. П. Глушко и НПО им. академика С. А. Лавочкина в Химках, Музей (Демзал) «ВПК «НПО машиностроения» в Реутове, Федеральное казённое предприятие «Научно-испытательный центр

ракетно-космической промышленности» и Музей ракетно-космической техники в Пересвете, музей Научно-производственного предприятия «Звезда» им. академика Г. И. Северина в Томилино, Музей космонавтики им. Ю. А. Гагарина и Научно-исследовательского испытательного Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина в Звёздном городке, Музей ГИРД (Группа изучения реактивного движения) в школе № 2 и место пуска первых отечественных жидкостных ракет в Нахабино.

Кроме уже упомянутых музеев в большинстве предприятий и организаций, которые находятся в наукоградах, имеются специальные демонстрационные залы, музеи предприятий или выпускаемых ими образцов продукции, экспериментальные, испытательные или моделирующие комплексы оборудования.

Вот некоторые примеры научно-технических комплексов, систем и установок, находящихся на предприятиях и в организациях и на имеющейся в них музейной и демонстрационной базах.

Ракетно-космическая техника, центры управления, тренажёры и испытательные комплексы — в НПО «Энергия» (г. Королёв), НПО им. С. А. Лавочкина (Химки), Центре управления полётами (г. Королёв), НПО машиностроения (Реутов), Центре подготовки космонавтов (Звёздный городок), Государственном казённом научно-испытательном полигоне авиационных систем (Белоозерский), коллекция ракетно-космической техники — в демонстрационном зале Дмитровского филиала МГТУ им. Н. Э. Баумана в подмосковном наукограде Орево.

Ракетные двигатели — в НПО «Энергомаш» (Химки), Конструкторском бюро химического машиностроения им. А. М. Исаева (г. Королёв), НПО Машиностроения (Реутов).

Авиационные и космические системы жизнеобеспечения и средства спасения (скафандры, катапульты, системы заправки топливом в полёте и др.) — в НПП «Звезда» (п. Томилино).

Уникальные научно-технические комплексы и установки. Это первая в мире атомная электростанция, пущенная в Обнинске в 1956 году (выведена из эксплуатации в 2002 г.; находится на территории обнинского физико-энергетического института — в её помещениях размещены также ядерные реакторы, являющиеся энергетическими установками для аппаратов космического назначения), космические аппараты, в том числе и побывавшие в космосе (в РКК «Энергия» в Королёве, ВПК «НПО машиностроения» в Реутове, НПО им. С. А. Лавочкина в Химках), радиотелескопы Пущинской радиоастрономическая обсерватория Астрокосмического центра ФИАН в наукограде Пущино.

Нами был подготовлен и издан «Навигатор по космическим адресам московского региона», в котором систематизирована информация о более чем 150 памятных местах, связанных с деятельностью основоположников космической эры, экспозициях музеев и демонстрационных залов предприятий отрасли, космических наукоградах, обсерваториях, планетариях и т. д.

Систематизация информации о ракетно-космических центрах, музеях, памятных местах («Навигатор...», «ракетно-космическая дорога») позволяет формировать, выбирать и реализовывать различные варианты «движения» в историческом, личностном, научно-техническом, социокультурном и организационном аспектах.

Групповой и индивидуальный краеведческий и научно-образовательный туризм, профориентация школьников и молодёжи, оснащённые земными «космическими дорожными картами» приобретают дополнительные возможности и ресурсы.

Молодёжные экспедиции в космические наукограды

В рамках упомянутых молодёжных экспедиций в наукограды наиболее комплексно проработанным проектом являются «Молодёжные

образовательно-исследовательские экспедиции в космические наукограды».

Образовательно-исследовательские экспедиции осуществляются как особым образом организованные поездки групп школьников, студентов в НИИ, КБ, НПО и другие предприятия, учреждения и организации космических наукоградов, которые являются ведущими разработчиками современной техники и технологий и имеют богатую историю исследований и разработок.

Главными критериями отбора предприятий и организаций, помимо высокого уровня их прежней и нынешней научно-производственной активности, является наличие запоминающегося визуального ряда образцов продукции и (или) комплексов действующего оборудования, возможность общения во время встреч с авторами разработок или участниками их создания, испытания.

В большинстве организаций, которые задействованы в проекте, имеются специальные демонстрационные залы, музеи предприятий или выпускаемых ими образцов продукции, экспериментальные, испытательные или моделирующие комплексы оборудования. Вот некоторые примеры таких организаций и имеющейся в них музейной и демонстрационной базы.

Ракетно-космическая техника, центры управления, тренажёры и испытательные комплексы — в НПО «Энергия» (Королёв), НПО им. С. А. Лавочкина (Химки), Центре управления полётами (г. Королёв), НПО машиностроения (Реутов), Центре подготовки космонавтов (Звёздный городок), Государственном казённом научно-испытательном полигоне авиационных систем (Белоозерский).

Ракетные двигатели — в НПО «Энергомаш» (Химки), Конструкторском бюро химического машиностроения им. А. М. Исаева (г. Королёв), НПО Машиностроения (Реутов).

Системы жизнеобеспечения и средства спасения (скафандры, катапульты и т. п.) — в НПП «Звезда» (пос. Томилино).

Уникальные научно-технические комплексы и установки, причём как работающие, так и выведенные из эксплуатации, такие, как уникальные аэродинамические трубы в ЦАГИ (Жуковский), космические аппараты, в том числе и побывавшие в космосе, в РКК «Энергия» в Королёве, ВПК «НПО машиностроения» в Реутове, НПО им. С. А. Лавочкина в Химках, коллекция ракетно-космической техники в НИЦ РКП в Пересвете и Дмитровском филиале МГТУ им. Н. Э. Баумана в подмосковном наукограде Орево.

Базируясь на всем спектре наукоградов, можно организовывать как специализированные (по отдельным направлениям, отдельным накоградам и организациям), так и комплексные экспедиции.

Полный цикл одной экспедиции, специализированной по тематике, сфере деятельности, области науки и техники, может содержать:

- предварительное обсуждение выбранного направления в школе (на уроке, лекции, беседе, в кружке и т. п.);
- комментарии (лекция, беседа, ответы на вопросы и т. п.) в процессе поездки в конкретный наукоград с учётом исторической или краеведческой составляющей маршрута;
- изучение научно-технических комплексов, встречи на предприятии, фото- и видеосъёмка, получение (покупка) сувениров и памятных знаков.

По итогам экспедиции проводится обсуждение увиденного, услышанного, понятого, составляются и пишутся отчёты, доклады и презентации.

Базовый потенциал космических наукоградов позволяет подобрать тематику образовательно-исследовательских экспедиций и организовать их практически для любого из изучаемых предметов школьного цикла или занятий профессионально-технических образовательных учреждений.

Кроме того, цикл экспедиций в наукограды с соответствующим информационным обеспечением может в последующем стать основой специального предмета по истории великих открытий, разработок и изобретений, творческой инновационной деятельности (в рамках дополнительного образования, факультативного курса и т. п.). Для этого была проведена большая подготовительная работа — проведено комплексирование наукоградов (в пилотной части — Московского региона), проработаны маршруты образовательно-исследовательских экспедиций в наукограды, определены основные участники и партнёры проекта, проведены методологические проектировочные семинары с руководителями школ, учителями-предметниками, руководителями наукоградов и представителями градообразующих предприятий.

Пилотная часть проекта осуществлялась при поддержке Фонда «Династия» Дмитрия Зимина и грантов Президента России (грантооператор — НКО «Институт проблем гражданского общества»).

Проекты образовательно-исследовательских экспедиций, их пилотная реализация (более 60 экспедиций учащихся разного возраста из 12 школ), показали высокую эффективность использования потенциала наукоградов для развития интереса не только к ракетно-космической, но и к другим научно-инженерным сферам деятельности.

Опыт формирования комплекса «ракетно-космическая дорога», разработки и реализации проектов молодёжных образовательно-исследовательских экспедиций в космические наукограды может быть базой для формирования соответствующих программ (муниципальных, государственных и ориентированных на взаимодействие с бизнесом).

ИСТОРИЯ АСТРОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УРАЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Э. Д. Кузнецов, Т. И. Левитская
Уральский федеральный университет, e-mail: eduard.kuznetsov@urfu.ru

Учреждение декретом Совета народных коммисаров РСФСР (подписан 19 октября 1920 г. В. И. Лениным) Уральского университета было определяющим событием, способствовавшим становлению астрономического образования и систематических профессиональных астрономических наблюдений и исследований в Екатеринбурге. В 1932 г. в университете был организован физико-математический факультет, одной из двух кафедр которого стала кафедра астрономогеодезии и гравиметрии. В это же время началось строительство учебной астрономической обсерватории. Среди организаторов факультета был астроном, выпускник Петербургского университета К. К. Дубровский. Первым заведующим кафедрой стал Павлов. В октябре 1932 г. на должность доцента кафедры был зачислен Сергей Владимирович Муратов. В 1933 г. С. В. Муратов стал заведующим кафедрой астрономии.

С. В. Муратов в 1906 г. окончил Петербургский горный институт. С 1918 по 1930 гг. работал в Ленинградском Естественно-научном институте им. П. Ф. Лесгафта. В 1921 г. организовал астрономическую обсерваторию и стал её заведующим. С. В. Муратов был одним из организаторов Института точной механики и оптики. Он работал в должностях профессора, учёного секретаря, заведующего учебной частью учебного комбината в составе института, двух техникумов и профшколы. С. В. Муратов — один из организаторов Русского общества любителей мироведения (РОЛМ, 1912–1930 гг.), секретарь астрономической секции РОЛМ. После разгрома РОЛМ, в 1931 г. С. В. Муратов был выслан на три года на Урал. Он преподавал физику и математику в Сельскохозяйственном и Медицинском техникумах г. Кудымкар Коми-Пермяцкого округа. В 1932 г. С. В. Муратов был переведён в Свердловск.

Первый период руководства кафедрой у С. В. Муратова продолжался по 1937 г. Он читал курсы общей астрономии, сферической астрономии, практической астрономии. В 1933 г. С. В. Муратов организовал мастерскую точной механики, где изготовил ценные приборы для астрономической обсерватории, спроектировал и построил три астрономических павильона. С 1934 по 1941 гг. он руководил лучшим в университете студенческим научным объединением — астрономическим кружком. Этот кружок будучи студенткой посещала будущая заведующая кафедрой Клавдия Александровна Бархатова. В 1936 г. С. В. Муратов организовал экспедицию в Петропавловск (Казахстан) для наблюдения полного солнечного затмения 19 июня 1936 г. В этой экспедиции принимали участие и кружковцы, включая К. А. Бархатову.

В 1937 г. заведовать кафедрой был приглашён крупный специалист в области изучения фигуры Луны и теоретической астрономии, профессор Казанского государственного университета Авенир Александрович Яковкин. Прекрасный лектор и талантливый учёный, А. А. Яковкин учил студентов не только любви к астрономии, но и любви к строгим, подчас однообразным и громоздким вычислениям, учил науке. На кафедре появилась талантливая молодёжь, в том числе аспирант В. Д. Усов. В нем удачно сочеталось мастерство экспериментатора-строителя астрономических приборов прекрасного теоретика. В его работе «Об определении параболических орбит» получил новое освещение вопрос о числе решений задачи нахождения параболической орбиты, изучавшийся ранее Т. Оппольцером

и С. Д. Черным. Но, к сожалению, яркому дарованию В. Д. Усова не удалось проявиться во всей своей полноте. В 1942 г. он погиб на фронте.

В 1941 г. начала педагогическую деятельность только что окончившая университет К. А. Бархатова. Строение Галактики — такова область её интересов. Это была новая тема для Свердловска. Профессора Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова П. П. Паренаго и Б. В. Кукаркин оказывали активное содействие в развитии звёздно-астрономических исследований в Уральском университете.

В годы Великой Отечественной войны сотрудники кафедры астрономии оказывали большую помощь фронту. В частности, по проектам А. А. Яковкина были созданы автоматические навигационные приборы для авиации.

В Свердловске находились в эвакуации астрономы из Москвы, Ленинграда и Киева: С. Н. Блажко (руководил составлением ежедневных таблиц восходов и заходов Солнца), Е. Я. Бугославская, С. К. Всехсвятский, М. С. Зверев (руководитель «Службы времени страны»), Э. Р. Мустель (руководитель «Службы Солнца»), А. Б. Северный, И. С. Шкловский. Контакты преподавателей молодой кафедры и студентов с крупными учёными были весьма полезны для становления и укрепления кафедры.

После окончания войны в 1946 г. А. А. Яковкин с группой молодых уральских астрономов уехал в Киев. Заведовать кафедрой продолжил доцент С. В. Муратов. После смерти в 1949 г. С. В. Муратова систематическая подготовка специалистов по астрономии в университете временно прекратилась. Кафедра астрономии была объединена с кафедрой теоретической механики. Лишь отдельные студенты под руководством доцента К. А. Бархатовой специализировались в области астрономии.

Возрождение астрономии в Уральском университете началось в канун запуска Первого искусственного спутника Земли (ИСЗ). При университете была организована станция наблюдений ИСЗ. Первые наблюдения проводились на площадке в Нижнеисетске на окраине Свердловска, затем на крыше здания университета по ул. 8 Марта. Телеграммы с эфемеридами спутников поступали на адрес «Свердловск, Небо, Бархатовой» за подписью «Космос».

Трудные годы войны и отсутствие кафедры астрономии не могли не сказаться на состоянии обсерватории. В 1960-е годы проводится реконструкция учебной обсерватории — она переносится из двора здания университета по ул. 8 Марта на Метеогорку, где уже находились метео- и сейсмическая станции.

В 1960 г. в университете по инициативе Клавдии Александровны Бархатовой и при активном участии студентов физико-математического факультета — энтузиастов астрономии была восстановлена кафедра астрономии, возрождена подготовка специалистов по астрономии и астрономогеодезии. В соответствии с приказом Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР № 342 от 29 апреля 1960 г. рекомендовалось «рассмотреть вопрос о восстановлении кафедр астрономии в Уральском, Томском, Иркутском, Дальневосточном, Горьковском, Ростовском университетах». В приложении к приказу устанавливался план приёма на первый курс. В частности, для Уральского университета — 15 мест по специальности «Астрономия» и 15 мест по специальности «Астрономогеодезия». Также выделялось одно место в аспирантуре Московского государственного университета для Уральского университета. 8 сентября 1960 г. вышел приказ № 541 по Уральскому государственному университету, в соответствии с которым на физическом факультете организовывалась кафедра астрономии и геодезии. В университете появились новые лаборатории астрофизики, звёздной астрономии, астрометрии, геодезии и другие, оснащённые современным обору-

дованием. При создании лабораторий большую организационную и техническую помощь оказали Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга МГУ, Главная астрономическая обсерватория АН СССР, Астрономический совет АН СССР. Для успешной научной и учебной работы требовалась современная, оснащённая разнообразным астрономическим оборудованием, обсерватория.

Полёт Юрия Алексеевича Гагарина 12 апреля 1960 г. и последовавший за этим рост интереса к космосу способствовали ускорению решения вопроса о строительстве большой загородной обсерватории. Ректор Уральского государственного университета (УрГУ) Сергей Васильевич Карпачев и заведующая кафедрой К. А. Бархатова были на приёме у первого секретаря Свердловского обкома КПСС Андрея Павловича Кирилленко, где обсуждался вопрос о новой обсерватории. Зимой 1962 г. начались проектно-строительные работы недалеко от железнодорожной станции Коуровка. В январе 1963 г. началось строительство обсерватории. 12 января 1965 г. — день рождения Коуровской астрономической обсерватории УрГУ. За два года было построено несколько павильонов, лабораторный корпус и жилой дом. Приказом Минвуза РСФСР № 90 от 3 марта 1969 г. обсерватории присвоен статус научного учреждения.

В 1969 г. при Уральском университете был организован Головной совет по астрономии (ГСА) Минвуза РСФСР. Его председателем являлась К. А. Бархатова. ГСА курировал деятельность астрономических учреждений в Иркутском, Ленинградском, Ростовском, Саратовском, Томском, Уральском и других университетах РСФСР. ГСА проводил систематические проверки работы астрономических обсерваторий системы Минвуза РСФСР, решал организационные вопросы, связанные с участием представителей астрономических учреждений вузов в международных мероприятиях, о подключении их к комплексным планам и программам.

В конце 1960-х годов среди студентов кафедры астрономии и геодезии Уральского государственного университета, участников студенческого научного общества, возникла идея студенческой научной конференции. Первая конференция, положившая начало ежегодным Зимним астрономическим школам, которые сейчас носят имя «Физика Космоса», состоялась в Коуровской астрономической обсерватории в зимние студенческие каникулы 1970 г.

Межвузовские студенческие научные конференции занимают особое место в системе организации научного творчества студентов. Конференции в наибольшей степени позволяют выявить в живом общении творческий потенциал студента, глубину его знаний, широту кругозора, способность защитить результаты своей работы. Для молодого исследователя, делающего первые шаги в науке, подготовка к выступлению перед серьёзной научной аудиторией имеет большое воспитательное значение, заставляет строже проанализировать итоги своей работы, стимулирует самостоятельность и творческую активность. Без выполнения апробации научных работ невозможна подготовка молодых кадров для науки.

Студенческие научные конференции представляют значительный интерес и для научных сотрудников, являясь своеобразным зеркалом уровня исследований в различных научных центрах. Конференции предоставляют исключительно благоприятные возможности преподавателям, ведущим подготовку специалистов, для контакта и обмена мнениями. Студенческие научные конференции позволяют сделать непосредственную оценку (и самооценку) научной и профессиональной подготовки будущих специалистов, выявить достоинства и недостатки учебно-воспитательного процесса в том или ином вузе.

В работе конференций принимают участие академики, доктора и кандидаты наук, представители основных астрономических учреж-

дений страны, студенты и сотрудники большого числа университетов и педагогических институтов, ведущих подготовку специалистов по астрономическим специальностям. Ежегодно на конференцию съезжается не менее 100 человек из России и стран ближнего зарубежья, заслушивается около 50 обзорных лекций, научных сообщений и студенческих докладов.

Зимние студенческие научные конференции — уникальное явление в системе астрономического образования.

Основная цель конференций — улучшение подготовки молодых специалистов в области астрономии через апробацию их научной работы и общение с ведущими специалистами в области астрономии, а также преодоление традиционного разрыва между наукой и образованием. Решение этой задачи достигается чтением специальных обзорных лекций по современным проблемам астрономии на языке, понятном слушателям, у которых есть базовые знания по астрономии, но нет специальных знаний по теме лекции.

Необходимость проведения научных конференций студентов и молодых специалистов подтверждается их удивительной популярностью как среди молодёжи, так и среди ведущих учёных-астрономов. В научной программе конференций неизменно содержатся самые актуальные современные проблемы астрономической науки, проблемы, которые нельзя считать окончательно разработанными, вопросы, находящиеся на уровне острых дискуссий и, может быть, самое главное, что именно на этой конференции, единственной в своём роде, где могут встретиться учёные со студентами, среди учёных настоящего формируются учёные будущего

Эффективность и результативность проводимых научных конференций проявляется в том, что среди участников конференций немало астрономов, прошедших на этих конференциях путь от студентов до докторов наук. В процессе работы конференций студенты и начинающие учёные встречаются с ведущими специалистами, слушают обзорные лекции и доклады по основным направлениям современной астрономии, делают сообщения о результатах своей научной работы, участвуют в конкурсе студенческих докладов, публикуют тезисы докладов. Проведение всероссийских астрономических конференций обеспечивает повышение качества образования, обновляет его содержание, развивает и совершенствует новые формы и методы обучения. Привлечение учащихся специализированных школ к работе конференций способствует выбору их будущей профессии, дальнейшему участию их в работе конференций сначала в качестве студентов, затем аспирантов, молодых специалистов и т. д. Таким образом, обеспечивается непрерывный процесс подготовки специалистов в области астрономии.

Практическая значимость конференций состоит и в том, что в процессе общения, научных дискуссий на заседаниях формируются будущие специалисты. Погружение студентов в атмосферу научного поиска, установление научных контактов, обмен информацией о результатах их первых экспериментальных и теоретических изысканий в области астрономии и космической физики, обучение методологии научных дискуссий и публичных выступлений — вот основной смысл конференции. Традицией становится приезд на конференцию ведущих специалистов в различных областях астрономии с целью лучшего знакомства с талантливой молодёжью, подбора своих будущих учеников.

Республиканский совет по научной работе студентов высших и учащихся средних специальных учебных заведений РСФСР наградил директора Коуровской астрономической обсерватории Полину Евгеньевну Захарову и доцента кафедры астрономии и геодезии Наталию Борисовну Фролову Почётными грамотами за многолетнюю плодотворную работу по организации студенческих научных конференций.

В 1996 г. решением Международного астрономического союза малой планете № 4964 было присвоению имя Kourovka в честь Астрономической обсерватории Уральского государственного университета, которая, как сказано в Свидетельстве, является «Меккой студентов-астрономов России». В том же году малой планете № 4780 было присвоено имя Polina в честь директора Коуровской астрономической обсерватории П. Е. Захаровой, чей вклад в проведении зимних астрономических конференций невозможно переоценить. В 1999 г. малой планете № 6165 присвоено имя Frolova в честь доцента кафедры астрономии и геодезии Уральского государственного университета Н. Б. Фроловой, одного из организаторов зимних астрономических конференций. Так астрономическая общественность отметила успехи уральских астрономов в проведении научных исследований и их заслуги в проведении уникальных мероприятий — студенческих научных астрономических конференций «Физика Космоса».

Зимняя студенческая астрономическая конференция «Физика Космоса» стала традицией, уникальным мероприятием, пользующимся большим авторитетом среди вузовской научной общественности. Если раньше это были небольшие семинары преподавателей и студентов двух-трех университетов, то сейчас в работе конференций принимают участие представители большинства крупнейших астрономических учреждений страны, студенты многих университетов России, особенно тех, где ведётся подготовка специалистов в области астрономии. К настоящему времени проведено 48 зимних студенческих астрономических конференций. В январе 2020 г. запланировано проведение 49-й Всероссийской с международным участием конференции «Физика Космоса».

Уникальность студенческих конференций состоит в том, что в отличие от многих других благих начинаний, родившись пятьдесят лет назад в Уральском государственном университете, она благополучно прошла многочисленные испытания и продолжает ежегодно собирать студентов и профессиональных астрономов России и других стран.

Безусловно, конференции «Физика Космоса» оказывают существенное влияние на студентов, обучающихся на кафедре астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды Уральского федерального университета (до мая 2011 г. — Уральский государственный университет). За время существования кафедры подготовлено более 1000 специалистов в области астрономии, геодезии и геоинформационных систем. Кафедра непрерывно развивается, совершенствуется подготовка студентов, формируются новые направления исследований. В 2018 г. в составе кафедры создана лаборатория астрохимии и внеземной физики.

Сохраняя и преумножая традиции, заложенные основателями, кафедра успешно функционирует в современных быстро изменяющихся условиях ведения образовательной и научной деятельности.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ ПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С. А. Купреев

Инженерная академия Российского университета дружбы народов (РУДН), e-mail: kupreev-sa@rudn.rul

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) и географические информационные системы (ГИС) являются ключевыми технологиями для обеспечения жизнедеятельности современного мира — они находят применение в любой сфере, связанной с пространством и управлением территориями. Данные ДЗЗ позволяют взглянуть на нашу планету в невидимых спектральных диапазонах, и нанести на карту процессы и объекты, которые невозможно обнаружить с Земли. ГИС позволяют создавать сложные модели территорий, включающие как природные, так и социально-экономические компоненты, что позволяет моделировать развитие территорий, предотвращать чрезвычайные ситуации, и экономить ресурсы.

На сегодняшний день неимоверно велико обилие данных ДЗЗ, каждый день поступающее на наземные станции приёма по всему миру с множества спутников. И с каждым годом этот объём и многообразие данных будут только увеличиваться. Обработка и создание карт на основе этих «больших» данных является чрезвычайно важной проблемой, которой мы занимаемся в Инженерной академии. Мы агрегируем космические снимки из архивов «Роскосмоса», европейского космического агентства и НАСА, разрабатываем новые эффективные алгоритмы автоматизированного анализа снимков, и изучаем динамику изменений земной поверхности в глобальном масштабе. В обеспечении этого процесса помогает собственный Центр управления полётами и приёмная станция данных ДЗЗ, установленная на крыше одного из зданий.

Сегодня многие города становятся «умными»: используют информационные, коммуникационные технологии и другие средства для улучшения качества жизни граждан, обеспечения цифровой связи, повышения эффективности работы и обслуживания в городах, повышения устойчивости и поддержки экономического развития. В умных городах без ГИС невозможно эффективное решение всего комплекса задач управления и развития. Практически вся информация, необходимая для успешного управления городским хозяйством, связана с конкретным положением в пространстве и во времени. ДЗЗ позволяет быстро и относительно недорого получать информационное обеспечение для различных подсистем умных городов: имея общую картину города в виде результатов анализа актуальных данных ДЗЗ, городские администрации могут принимать более обоснованные решения. Так, анализ ночных спутниковых снимков земной поверхности в селах, городах и на отдельных участках транспортной инфраструктуры позволяет проводить мониторинг протяжённости, интенсивности и качества освещения на больших площадях с последующей оценкой влияния освещённости на безопасность движения. Научный потенциал Инженерной академии применяется в исследованиях и разработке практических технологий по всем направлениям, составляющим концепцию «умного города».

Начиная с 2015 года Институтом космических технологий Инженерной академии Российского университета дружбы народов (РУДН) ведётся работа по популяризации знаний в области применения космических технологий в различных областях промышленности,

сельского хозяйства, рационального природопользования и медицины. С этой целью руководством университета было принято решение создать специальные дисциплины по применению космических технологий по различным направлениям подготовки факультетов университета, где это целесообразно и необходимо. В соответствии с тенденциями развития космической отрасли были определены четыре концептуальные тематические направления РУДН в области космического образования, среди которых создание космической инфраструктуры нового поколения и её эффективное применение в отраслях промышленности и рациональном природопользовании, цифровые технологии промышленного производства и управления промышленностью «Индустрия 4.0», технологии рационального недропользования и природопользования, системная инженерия среды жизнедеятельности человека. С учётом специфики РУДН и географии стран на основе реализации кластерного подхода в развитии индустриально-образовательного партнёрства проводится интеграция научно-образовательной деятельности в мировую научно-образовательную систему через совместные научно-образовательные проекты и исследовательские программы, сетевые образовательные программы «включенного образования» и «двойных дипломов», программы аспирантуры двойного научного руководства с зарубежными вузами-партнёрами, исходящую и входящую академическую мобильность, участие в профессиональных сообществах и ассоциациях. Примером реализации сетевых образовательных программ стала программа “Space Mission and System Design”, реализуемая совместно с Инженерной школой Франции на английском языке, включающая такие модули, как механика космического полёта, спутниковое дистанционное зондирование Земли и геоинформационные системы, обнаружение изменений земной поверхности на основе анализа данных дистанционного зондирования и другие. Платформа для функционирования и развития международного научно-образовательного сотрудничества в области космического образования формируется как на базе РУДН, так и на базе вузов-партнёров, научных организаций, например, на базе Национального агентства изучения и развития космоса Нигерии были проведены курсы для специалистов агентства, направленные на изучение современных систем дистанционного зондирования Земли, геоинформационных технологий и методов тематического анализа данных дистанционного зондирования, а также использования данных дистанционного зондирования земли и геоинформационных систем в различных секторах национальных экономик.

В настоящее время Инженерной академией РУДН реализуется международный космический проект совместно с университетами и научными организациями зарубежных стран на разных континентах в рамках реализации кластерного профессионального подхода к продвижению научно-образовательных сервисов РУДН. Данному проекту был посвящён один из круглых столов на проведённом в конце июня текущего года в РУДН 2-м Международном научно-техническом форуме 2 IAA/AAS SciTech Forum: Round Table “International Space University Project “Six Continents” for Education and Research”. В круглом столе приняли участие представители шести подтвердивших участие в проекте стран (Бразилия, Китай, Индия, Нигерия, Южная Корея, Австралия). Проект был принят с одобрением всеми присутствующими, включая представителей не участвующих в проекте университетов США, Италии и ряда других развитых стран. Всего к настоящему времени подтвердило участие в проекте 13 университетов и 2 научных организации из 12 стран (помимо указанных выше, также Германия, Франция, Канада, Перу, Мексика, Замбия, Колумбия, Австралия). Они расположены на шести континентах (Европа, Азия, Африка, Южная Америка, Северная Америка, Австралия) в соответствии с принятой в Индии и Китае

и популярной в Западной Европе и англоязычных странах моделью семи континентов. Инженерной академией РУДН проводится работа по согласованию и подписанию рамочного договора между РУДН и каждым участником проекта. Проводится работа по согласованию с участниками проекта совместной образовательной и научной деятельности. Основой образовательной составляющей является организация академического и студенческого обмена, создание и реализация программ двойных дипломов РУДН с другими университетами. Имеющуюся совместно с EPF Graduate School of Engineering, Франция программу двойных дипломов “Space Mission and System Design” планируется дополнить предварительно согласованными для создания в следующем 2020 году аналогичными программами в области Aerospace Engineering с Ecole Technologie Superieure De L’universite Du Québec, Канада (программа двойных дипломов “Environmental Engineering” в области применения космических технологий для экологии), Seoul National University, Южная Корея (вуз референтной группы, программа двойных дипломов “Space Mission and System Design”), Symbiosis International University, Индия, Fluminense Federal University, Бразилия, Nanjing University of Science and Technology, Китай (программы двойных дипломов «Aerospace Engineering» для трёх последних университетов). Научную составляющую проекта предполагается реализовывать в рамках научной работы обучающихся студентов, совместного участия преподавателей и студентов в международных грантах (в 2018 году Инженерной академией РУДН была подана первая такая совместная заявка с университетом Parul University, Индия в области обработки данных дистанционного зондирования Земли и создания геоинформационных систем в интересах потребителей на территории Индии), создания специализированных совместных международных научных центров и лабораторий. В частности, достигнута предварительная договорённость с Национальным институтом прикладных наук Страсбурга, Франция о создании в Инженерной академии РУДН совместного международного научного центра (лаборатории) в области фотоники и средств дистанционного зондирования Земли при участии АО «НИИ «Полюс» им. М. Ф. Стельмаха (входит в холдинг «Швабе» Госкорпорации «Ростех», обладает интересующими французских партнёров технологиями). Предполагается, что основой наземной космической инфраструктуры участников проекта будут средства приёма, обработки и хранения данных ДЗЗ, программно-аппаратные средства проектирования космических систем и создания геоинформационных моделей различных объектов и регионов на поверхности земли. Некоторые из участников проекта уже имеют собственную наземную космическую инфраструктуру (включая ряд участников со своими спутниками), остальные либо уже приняли решение о её создании, либо обсуждают такие планы совместно с нами. В Инженерной академии имеются развитые программно-аппаратные средства обработки данных ДЗЗ и создания геоинформационных систем (на основе использования отечественных архивных данных и данных, находящихся в открытом доступе у зарубежных стран), но без возможности управления действующими спутниками ДЗЗ и получения с них данных в реальном масштабе времени.

Для получения последних указанных недостающих компетенций в настоящее время проводится закупка двух-диапазонной (X-диапазон, L-диапазон) наземной станции для приёма и обработки спутниковых данных дистанционного зондирования Земли, оптимизированной для приёма и предварительной обработки данных с космических аппаратов бесплатного доступа Terra, Aqua, MODIS, METOP, NPP NOAA POES, FY1, FY3, DMSP и JPSS1 с соответствующей модернизацией Центра дистанционного зондирования Земли и мониторинга природных ресурсов и Центра управления полётами Инженерной академии.

Создана специализированная аудитория для проведения мастер-классов Института космических технологий (с дублированием в эту аудиторию информации из Центра ДЗЗ и мониторинга природных ресурсов и Центра управления полётом), а также проведения учебных занятий в дистанционном режиме ведущими преподавателями Инженерной академии и наших иностранных университетов-партнёров в рамках реализуемых совместных образовательных программ, а также в рамках специальных программ по приглашению ведущих учёных из университетов мира (начиная с 2018–2019 гг., со студентами и аспирантами Инженерной академии регулярно проводятся учебные занятия приглашёнными ведущими иностранными учёными из вузов США, Канады, Италии и других развитых стран). В частности, это нам необходимо для реализуемой совместно с EPF Graduate School of Engineering, Франция с 2019/20 учебного года программы двойных дипломов “Space Mission and System Design” уже в первом семестре следующего учебного года, когда по утверждённой обеими сторонами учебной программе российская и французская группы студентов (по 6 человек в каждой группе, всего 12 студентов в общей группе) будут проходить обучение на разных территориях (студенты от EPF — в Москве, студенты от РУДН — в Париже).

ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

А. В. Курагин, А. Н. Колесенков, А. И. Таганов
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина, Рязань, e-mail: krgn2003@mail.ru

Исследование и эксплуатация космоса является дорогостоящим занятием, но оно даёт лучшее понимание нашей планеты, солнечной системы и чудес вселенной. В настоящее время мы воспринимаем преимущества космических технологий как должное, будь то улучшенное прогнозирование погоды, повсеместная связь и навигация или реагирование на природные и техногенные явления. Рассвет космической эры начинается в 1957 году, когда СССР запустил «Спутник-1», тем самым вызвав известную космическую гонку 1960-х годов. Доступ к космосу долгое время был только для самых технически развитых и экономически богатых стран.

Роль микроэлектроники

Космические технологии стали меняться с появлением и повсеместной доступностью микроэлектроники, которая позволила создать физически меньшие спутники за меньшую стоимость и использовать попутную стартовую мощность в качестве вторичной полезной нагрузки наряду с более крупными аппаратами. Таким образом, в начале 1980-х годов началась эра современного малого спутника.

Эволюция возможностей малых космических аппаратов

Первые спутники были физически маленькими и лёгкими из-за ограничений пусковых установок. Однако с развитием возможностей пусковой установки масса спутников быстро росла. США и СССР в 1960-х годах соревновались за размещение ещё большего и более совершенного космического корабля на орбите вокруг Земли, а затем и Луны.

Первые МКА были созданы в основном радиолюбителями и не имели солнечной батареи, а штатной ёмкости хватило на три недели передачи простейшего сообщения. Солнечные элементы и перезаряжаемые батареи были быстро адаптированы для достижения полезного срока службы на орбите. А вот пассивные методы стабилизации ориентации ограничивали в использовании надёжной линии связи для этих малых космических аппаратов (МКА).

Влияние микрокомпьютеров

Переход на современный перепрограммируемый МКА произошёл в 1981 году с запуском МКА UoSAT-1, который включал два перепрограммируемых орбитальных микрокомпьютера. Этот подход привёл к сокращению затрат и времени разработки МКА.

Осознание полезности

В течение 1980-х годов МКА в основном использовались только в образовательных целях. По мере постепенного развития технических возможностей МКА в течение 1990-х годов вырос и интерес к их использованию для демонстрации и проверки технологий и новых цифровых услуг. К началу 2000-х годов МКА были способны удовлетворить оперативные и коммерческие потребности.

Ранние созвездия спутников с низкой околоземной орбитой

В начале 1990-х годов было выдвинуто несколько предложений в отношении созвездий МКА, работающих на низкой околоземной орбите (НОО). Все они были сосредоточены в области цифровых

коммуникационных технологий и на услугах для обеспечения глобальной связи, не предоставляемых спутниками на геостационарной орбите Земли.

Первым и наиболее успешным проектом был Orbcomm с первоначальным запуском в 1991 году, созданием в итоге около 50 спутников в пяти орбитальных плоскостях. Аналогичная гражданская система обмена сообщениями, использующая МКА «Гонец», была запущена Россией в 1996 году на базе спутников связи «Стрела», а более поздняя версия, «Гонец-М», по сей день продолжает предоставлять услуги спутниковой связи и передачи данных.

Два более амбициозных и дорогостоящих созвездия нацелены на передачу голоса и данных в реальном времени. Проект Globalstar, спутники первого поколения которого были запущены в 1998 году, весили около 550 кг. Созвездие IRIDIUM, созданное в 1998 году, представляло собой систему из примерно 66 активных 689-кг спутников. Коммерческие истории Globalstar и Iridium изначально провалились из-за несоответствия между рыночным спросом и стоимостью разработки технологий, большим количеством спутников и необходимой дорогостоящей инфраструктурой. Финансовые потери более 10 миллиардов долларов привели к резкой утрате доверия к системам низкоорбитальных спутников со стороны всего международного инвестиционного сообщества в течение последующих 15 лет.

Совершенствование МКА

Примерно в 2000 году современная концепция МКА смогла эффективно сочетать технологию, стоимость и полезность, именно в применении к дистанционному зондированию Земли (ДЗЗ). Несколько отдельных микроспутниковых миссий продемонстрировали потенциал МКА для оперативного ДЗЗ.

Проект BIRD (94 кг, запущен в 2001 г.) был демонстрацией микроспутниковой технологии DLR (German Aerospace Center, Немецкого аэрокосмического центра) для наблюдения пожаров и пожароопасных точек на Земле.

Проект TopSat (120 кг, запущен в 2005 г.) — трёхосный стабилизированный спутник ДЗЗ высокого разрешения с возможностью смещения ±30°. Изображение было получено и загружено в X-диапазоне со скоростью 11 Мбит/с непосредственно на мобильную наземную станцию в течение нескольких минут после захвата. TopSat продемонстрировал возможности и доступность независимых созвездий МКА для ДЗЗ.

Проект SMART-1 (367 кг, запущенный в 2003 г. на Ariane-V) был примером малого спутника для исследования за пределами околоземной орбиты. Физически около 1 м в длину и лёгкий по сравнению с другими зондами, он продемонстрировал использование ионного двигателя на газе ксенон, достигая скорости 2737 м/с. Общий бюджет миссии составил всего лишь 170 миллионов долларов.

Созвездия МКА для ДЗЗ

Низкая стоимость и физические размеры МКА делают экономически целесообразным создание и запуск именно созвездий, которые могут добавить к ДЗЗ новое измерение, недоступное для больших спутников, измерение с увеличенным временным разрешением. Первыми примерами таких созвездий МКА для ДЗЗ стали созвездия мониторинга катастроф DMC (Disaster Monitoring Constellation) и RapidEye.

Появление стандарта CubeSats

CubeSat — это особый стандарт наноспутника, который состоит из кратных единиц 10×10×10 см, каждая с массой около 1,5 кг. В 1999 году калифорнийский политехнический университет и Стэнфордский университет (Leland Stanford Junior University) предложили стандартизацию CubeSat, позволяющую аспирантам создавать

крошечные спутники и тем самым развивать навыки, необходимые для проектирования, производства и тестирования МКА, предназначенных для ДЗЗ. Многие CubeSats используются для демонстрации космических технологий в сжатые сроки, которые предназначены для использования на более крупных спутниках.

Дистанционное зондирование Земли

Технология ДЗЗ претерпела эволюцию в своём развитии. Появление созвездий МКА в сочетании с интернетом, облачным хранением и передовыми методами обработки изображений изменило технологию от науки к товару. Происходит и эволюция компаний RapidEye, SkyBox, BlackBridge и Planet (Labs) занимающихся МКА.

Коммуникационные услуги спутников на НОО

МКА вызвали возрождение интереса к использованию созвездий НОО для услуг на основе связи, таких как интернет вещей (IoT) и обмен данными, отслеживание судов с использованием системы автоматической идентификации (AIS) и отслеживание самолётов в полёте с использованием автоматического зависимого наблюдения-вещания (ADS-B).

Использование МКА для образования и подготовки кадров

Постоянно снижающаяся стоимость выхода в космос и растущие возможности МКА позволяют любой стране, правительственному департаменту, малым компаниям и отдельным университетам получать прямой доступ к космосу. Растущая космическая индустрия нуждается в постоянном притоке энергичных, подготовленных и компетентных молодых инженеров и учёных для решения задач будущего. МКА демонстрируют практически все характеристики большого спутника. Это делает их особенно подходящими для обучения и подготовки учёных и инженеров, предоставляя средства прямого практического опыта на всех этапах реальной спутниковой миссии: от проектирования, производства, испытаний и запуска до орбитальной эксплуатации.

Очень эффективная модель для подготовки знаний и передачи навыков с использованием доступных МКА была запушена Великобританией (Университет Суррея (University of Surrey) и компания SSTL (Sistema Shyam Teleservices)) через 18 международных программ, проведённых с 1985 года по настоящее время. Эта проделанная работа способствовала формированию пяти новых национальных космических агентств и шести дочерних компаний, наиболее успешной из которых является Satrec Южной Кореи. Помимо Суррея, несколько других организаций, например Berlin Space Tech и UNISEC-Global, также осуществили успешные учебные программы и обеспечили дальнейшее наращивание потенциала во всем мире.

Перспективы развития

Если проекты по «МЕГА»-созвездиям МКА численностью от сотен до тысяч выйдут в свет, они радикально изменят как коммуникационный, так и космический бизнес.

«МЕГА» созвездия

Обеспечение широкополосной связью в любой точке земного шара является святым Граалем спутникового бизнеса на протяжении десятилетий. Новое предложение — это созвездие из большого количества МКА в нескольких плоскостях.

Компания Boeing планирует запустить и эксплуатировать сеть из 1396 спутников, SpaceX планирует созвездие из 4425 спутников, и Telesat — из 117 спутников.

Общее число МКА, которые были предложены для различных созвездий, составляет почти 25 000, из которых около 23 000 пред-

назначены для связи, 1500 — для ДЗЗ, и ещё 800 — для различных служб.

Интернет космического пространства

Потребители хотят иметь доступ к цифровым услугам всегда и везде. Развёртывание инфраструктуры пятого поколения (5G) во всех частях земного шара: на земле, в воздухе и на море для приложений, начиная от IoT, наблюдений от HAPs и дронов, общественной безопасности и автономного вождения, до видео и игр.

Таким образом, мы увидим, что объединение наземных и космических сетей приводит не только к созданию всемирной паутины, но и к созданию космической паутины.

Дальнейшее развитие МКА

Эффективным средством создания больших апертур в космосе может быть роботизированная сборка на орбите множества МКА, чтобы сформировать физически более крупные структуры.

Следующим логическим шагом является использование наземных разработок, таких как трёхмерная печать, для перевода производства космических аппаратов на орбиту. Запускаются только сырьевые материалы, полностью минуя ограничения к самой пусковой установке, что приводит к снижению затрат на запуск.

Ограничения в использовании МКА

Существует несколько факторов, которые в настоящее время сдерживают развитие малого спутникового бизнеса, из которых наиболее трудноразрешимым является запуск на орбиту. Существуют также и другие проблемы, касающиеся, например, космического мусора, политики в области ДЗЗ и распределения частот связи.

Пусковые установки для МКА

Наличие возможности своевременного и недорогостоящего запуска на орбиту является основным фактором, сдерживающим рост рынка МКА. Необходимо сокращение в два и более раза для радикального стимулирования проектирования, производства и эксплуатации МКА.

Распределение частот и координация

Многие космические проекты для своих услуг в настоящее время конкурируют за большую, но конечную полосу пропускания на низких микроволновых частотах (1...10 ГГц), выделенных для услуг связи и ДЗЗ. Предлагаемые новые «МЕГА»-созвездия требуют более высоких микроволновых распределений, таких как V-диапазон (35 ГГц) для SpaceX, Boeing, Telesat и Ku-диапазон (11/14 ГГц) и Ka-диапазон (20...30 ГГц) для OneWeb. Помимо борьбы за распределение частот среди миниспутников, поднимаются вопросы относительно частотной совместимости с установленными геостационарными спутниковыми службами.

МКА и космический мусор

Первыми обломками космического мусора стали части «Спутника-1», запущенного в 1957 году. В настоящее время насчитывается более 23 000 объектов размером 10 см и более, которые отслеживаются в НОО, причём большая часть мусора находится в поясе между 600 и 1200 км над Землёй. Плотность мусора близка к порогу эффекта Кесслера, при котором столкновения приводят к стремительному увеличению количества обломков. МКА сами по себе не являются серьёзной проблемой в качестве космического мусора, при условии, что они имеют в качестве функции deorbit — сход с орбиты через низкие высоты или какое-то устройство. Крупные национальные космические агентства работают над проектами по сбору с космическо-

го мусора. Так Европейский Союз запустил миссию RemoveDebris. Не отстают и коммерческие проекты, такие как запуск Astroscale совместно Сингапуром, Японией и Великобританией.

Если проекты по выводу большого числа МКА в созвездиях, предлагаемых для НОО, действительно осуществятся, то те же самые службы, которые привели к созданию глобальной системы управления воздушными полётами на Земле, могут также привести к созданию аналогичной системы управления космическим движением.

Конфиденциальность

Новая индустрия ДЗЗ меняет представление о том, что наблюдения — это наука, теперь — это бизнес. Поэтому грань между публичной и частной информацией становится размытой. Как только повсеместно изображения станут с разрешением 0,5 м/пиксель или лучше в режиме реального времени, тогда контроль над получением и обработкой данных может быть потерян, так же, как контроль над коммуникациями был потерян с появлением интернета. В связи с этим вопросы как национальной, так и личной безопасности необходимо будет решить в ближайшем будущем.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИК И СРЕДСТВ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ ДЛЯ ЗАДАЧ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А. А. Курицын, М. М. Харламов

Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, e-mail: a.kuricyn@gctc.ru

История научно-исследовательского испытательного Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина (ЦПК) неразрывно связана с рождением и развитием отечественной и мировой пилотируемой космонавтики. Деятельность ЦПК на всех этапах своего развития обусловлена созданием и внедрением инновационных технологий, как для развития самой пилотируемой космонавтики, так и применительно к формированию отечественной системы отбора, подготовки и послеполётной реабилитации космонавтов.

Шаг за шагом в ЦПК создавалась и совершенствовалась уникальная система отбора, подготовки и послеполётной реабилитации космонавтов, позволяющая готовить экипажи к безопасному выполнению различных задач на орбите: сборке больших конструкций, мониторингу земной поверхности, выполнению медико-биологических экспериментов, работам и экспериментам в интересах других областей науки и экономики.

Особенностью профессиональной подготовки космонавтов является необходимость приобретения первичного «космического» опыта в наземных условиях. Возможность обучения космонавтов в реальных условиях космического полёта, как это происходит у лётчиков, моряков, которые после первичной наземной подготовки приобретают профессиональный опыт деятельности на реальном самолёте или корабле под руководством опытных наставников, практически отсутствует. В отличие от них космонавты должны приобретать «космический» опыт на наземных тренажёрах, на которых моделируются условия деятельности экипажей космических кораблей и станций. Успех и безопасность космического полёта во многом определяется результатами подготовки космонавтов на тренажёрах. Поэтому в Центре вопросам тренажёрной подготовки космонавтов всегда уделялось первостепенное внимание.

В настоящее время в Центре разработан единый комплекс технических средств подготовки космонавтов. Тренажёры в совокупности с исследовательскими и моделирующими стендами, учебно-тренировочными самолётами, средствами для выполнения работ под водой, барокамерами, сурдокамерами и многими другими техническими средствами ЦПК на основе разработанных методик позволяют в полной мере подготовить космонавтов по всем элементам космического полёта.

Одним из важных направлений внедрения информационных технологий в процесс подготовки космонавтов является создание компьютерных обучающих систем или компьютерных (виртуальных) тренажёров. В настоящее время ведутся работы по перспективным технологиям создания робототехнических комплексов.

Особое место в работе Центра занимает деятельность в сфере образовательных технологий. По Постановлению Правительства РФ создан и успешно функционирует первый в России молодёжный образовательный Космоцентр, предназначенный для профессиональной ориентации молодёжи для работы в космической отрасли страны и популяризации достижений отечественной космонавтики. В Космоцентре реализованы самые современные инновационные образовательные технологии, применяемые при обучении школьников и студентов.

Таким образом, существующая уникальная тренажёрно-стендовая база ЦПК в совокупности с Космоцентром позволяют обеспечивать образовательную деятельность по пилотируемой космонавтике со студентами ведущих вузов России, а также профориентацию молодёжи в космическую отрасль.

В настоящее время ЦПК заключил соглашения о взаимодействии более чем с 20 ведущими вузами России. Особо активно Центр взаимодействует с Московским авиационным институтом. Это даёт возможность уже со студенческой скамьи направлять молодёжь в космическую отрасль и, в том числе, готовить наиболее достойных в отряд космонавтов «Роскосмоса».

Также, начиная с 2016 года ЦПК учредил стипендию имени Юрия Алексеевича Гагарина для наиболее отличившихся студентов и аспирантов вузов. Ежегодно трое обучаемых из различных вузов страны за достижения, связанные с космической тематикой, получают указанную стипендию.

Литература

1. *Котов О. В.*, *Шукшунов В. Е.*, *Гордиенко О. С.* Молодёжный образовательный Космоцентр // Пилотируемые полёты в космос. 2011. № 2. С. 155–166.
2. *Харламов М. М.*, *Курицын А. А.*, *Ковригин С. Н.* Использование информационных технологий в процессе подготовки космонавтов // Пилотируемые полёты в космос. 2013. № 1(6).
3. *Курицын А. А.*, *Дмитриев В. Н.* Создание, реализация и развитие технологии многосегментной подготовки к полёту экипажей Международной космической станции // Пилотируемые полёты в космос. 2017. № 4(25).
4. *Kuritsyn A. A.*, *Popova E. V.*, *Shcherbinin D. Yu.* The use of computer-based simulators to train cosmonauts for the fulfillment of the program of scientific-applied research // Proc. 2018 Intern. Conf. Engineering Technologies and Computer Science, EnT 2018. Moscow. 2018.
5. *Лончаков Ю. В.*, *Крючков Б. И.*, *Курицын А. А.* Этапы инновационного развития Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина // Полет. 2015. № 4.

SMART-ПРИЛОЖЕНИЕ «ПРОТОС» НА МОБИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НАНОСПУТНИКОВ

Д. В. Малыгин

ООО «Астрономикон», e-mail: Malygin.DV@Astronomikon.ru

Представлен системный подход программно-алгоритмических решений в виде SMART-приложения человеко-машинного графического интерфейса мобильного приложения по формированию комплексной софтверной среды для проектирования космических аппаратов сверхмалого класса (пико- и наноспутники) с помощью адаптивных нейросетевых алгоритмов (глубинного машинного обучения), способного собирать информацию с различных информационных источников (научные статьи, монографии, отраслевые стандарты и т. д.); а также выполнять оптимизацию сконфигурированной пользователем архитектуры КА.

Проектирование современных изделий космического приборостроения требует от разработчика высокой квалификации, обширных знаний и навыков. Более того для достижения качественного результата в сжатые сроки необходимо иметь под рукой инструмент, который позволит проверять множество гипотез оперативно. С другой стороны, объём рассматриваемой и анализируемой информации колоссален: баллистический анализ (с учётом космического мусора), вопросы с вязанные с радиацией, тепловыми перегрузками, вибрации и микроудары; анализ материала конструкции космических аппаратов (КА), электромагнитная совместимость электронной компонентной базы (ЭКБ) и компонентов в целом; алгоритмы управления КА и приёма-передачи данных; вплоть до оценки надёжности и живучести всей космической миссии. Также отметим, что для анализа проводимого космического эксперимента необходимо проанализировать широкий спектр информационных источников как научной, так и технической литературы. При этом отдельно требует детальной проработки бюджет такой работы. Таким образом, суть предлагаемого инновационного решения заключается в разработке специализированного мобильного приложения на планшет для решения всех описанных выше проблем. Решение базируется на алгоритмических технологиях по работе с Big Data и искусственным интеллектом (ИИ). То есть с одной стороны мы имеем множество монографий, стандартов, методик по разработке КА; с другой — современные мобильные средства по обработке потока подобных данных с последующей оптимизации и структуризации для конечного пользователя. Новизна заключается в формализации накопленного опыта по проектированию КА для оптимального машинного обучения с целью выдачи корректного решения задачи разработки КА под требуемые параметры (масса, стоимость, количество компонентов, устойчивость к воздействию факторов космического пространства и т. д.). Более того такая формализация в конченом счёте будет упакована в интуитивно-понятный человеко-машинный интерфейс с применением современных средств мультимедиа.

Научно-технические проблемы:

- За более чем полвека развития космических технологий накопился огромный массив информации по теме космического приборостроения (научные статьи, монографии, отраслевые стандарты и т. д.), что в свою очередь неизбежно порождает потерю, искажение, ошибки и т. п. Таким образом, SMART-приложение направлено на минимизацию данного явления.
- Из-за огромного массива информации (Big Data) сложно оперативно получить требуемые сведения, решение такой проблемы — применение глубинного машинного обучения для выдачи оптимизированных данных для конкретного проекта КА.

- В настоящее время появляются стартапы, коллективы разработчиков, которые предлагают инновационные и современные решения в аэрокосмической отрасли. Однако из-за разнообразия требований и методик по проектированию и производству аэрокосмической техники (отраслевые стандарты, особенно международных — в каждом регионе свои особенности) тратится уйма времени на понимание что и как делать, вместо того, чтобы заниматься продуктом. SMART-приложение аккумулирует в себе методики и требования, адаптивный поиск позволит подобрать именно те данные, которые требуются для конкретно взятого проекта в данный момент.
- Для подготовки кадров требуются новые и интерактивные инструменты обучения, более того ставка делается на мобильные платформы. SMART-приложение позволяет разработчику, имея только планшет, сформировать космическую миссию, подобрать элементную базу будущего спутника, выполнить расчёты (баллистика, терморегулирование, надёжность, ориентация и т. д.), определить экономическую целесообразность и т. п.
- Одна из ключевых проблем стартапов и технопредпринимателей — это продуктовый менеджмент: не всякая идея есть продукт. Иными словами — как упаковать разработку в продуктовую оболочку, как найти потребителей и кто они. Более того, ситуация усугубляется спецификой отрасли — аэрокосмос — консервативное направление. Для этого в SMART-приложении внедрён отдельный модуль для моделирования продуктовой линейки на основе предлагаемого разработчиком решения.
- Важной составляющей любой работы с вычислительными средствами является человеко-машинный графический интерфейс: чем интуитивнее и понятнее для пользователя, тем комфортнее работать. Особенно это касается инженерной сферы, где изобилует большое количество графиков, таблиц и т. д. К сожалению, большинство отечественных продуктов ставят на последнее место эргономику и комфорт пользователя (потребителя). SMART-приложение базируется на современных мультимедийных возможностях для мобильных платформ (графика, визуал), что создаёт среду с психо-эмоциональной разгрузкой пользователя и не отвлекает его от работы, то есть он концентрируется над разработкой собственного продукта при помощи SMART-приложения.

Сэйфнет — SMART-приложение направлено на внедрение в сегмент «Индустриальные интеграционные услуги» в области «умного» производства спутников нового поколения и в сегмент «Безопасность платформ управления и приложений» в области безопасного производства по причине того, что изделия для аэрокосмической отрасли должны отвечать современным стандартам качества и обладать соответствующей надёжностью.

Сэйфнет — SMART-приложение направлено на работу с визуализацией спутниковых данных (от телеметрии и показателей с научных приборов до снимков ДЗЗ) для комфортного применения в различных проектах конечных потребителей, т. е. решить задачу согласно Плану мероприятий («дорожная карта») «Аэронет» Национальной технологической инициативы «Сделать деятельность, связанную с развитием рынка «Аэронет», привлекательной и популярной среди общественности, в том числе бизнеса, молодого поколения, профессиональных сообществ, представителей органов власти и иных лиц, принимающих решения, широких масс населения» (с. 7, Приложение № 2 к протоколу заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России).

Литература

1. *Клюшников В. Ю.*, *Клементьев С. А.* Наноспутники — наиболее перспективный класс малых космических аппаратов // Инноватика и экспертиза: науч. тр. 2016. № 2(17). С. 97–105.
2. http://www.nanosats.eu/.
3. *Мостовой Я. А.* Статистические феномены больших распределённых кластеров наноспутников // Вестн. Самарского гос. аэрокосм. ун-та им. академика С. П. Королёва (Нац. исследоват. ун-та). 2011. № 2(26). С. 80–90.
4. Малыгин Д. В. Многоцелевая платформа «Синергия» блочно-модульного типа для сборки наноспутников // Изв. высших учебных заведений. Приборостроение. 2018. Т. 61. № 8. С. 692–700.
5. *Банников А. М.*, *Жаренов И. С.*, *Жумаев З. С.*, *Степанова Д. К.* Проект CubeSat Open Source как инструмент снижения стоимости разработки университетских наноспутников // 40-е Академические чтения по космонавтике посвящённые памяти академика С. П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства: сборник тезисов. 2015. С. 305–306.
6. *Биндель Д.*, *Овчинников М. Ю.*, *Селиванов А. С.*, *Тайль Ш.*, *Хромов О. Е.* Наноспутник GRESAT. Общее описание // Журн. ИПМ им. М. В. Келдыша. 2009. № 21. С. 1–35.
7. *Ракишева З. Б.*, *Лязат Ж. Т.*, *Мухамедгали А.*, *Досжан Н.* Предварительное проектирование первого казахстанского наноспутника AL-FARABI 1 // Горный информационно-аналит. бюл. (научно-техн. журн.). 2016. № 8. С. 129–137.
8. *Белослудцев В. Н.*, *Бояринцева Е. С.*, *Драчев А. В.*, *Рылов С. А.*, *Широбоков В. Н.*, *Глушков В. А.*, *Богатырев К. А.*, *Широких С. А.* Обзор миссий некоторых университетских спутников // Сб. материалов 12-й Международ. научно-техн. конф. «Приборостроение в XXI веке – 2016. Интеграция науки, образования и производства». 2017. С. 26–32.
9. *Оразбаева У. М.*, *Маринина О. Н.*, *Ибраев О. С.* Обзор запусков наноспутников CubeSat за последнее десять лет // Техника и технология: новые перспективы развития. 2014. № 12. С. 60–62.
10. *Губиев А. З.* Характеристики рынка пусковых услуг малых космических аппаратов и наноспутников // Инновации и инвестиции. 2013. № 6. С. 161–163.

КОСМИЧЕСКИЙ ЯРОСЛАВЛЬ

Н. А. Матасов

Ярославский государственный университет имени П. Г. Демидова,
e-mail: matasov44@gmail.com

Инновационное развитие страны требует большого количества новых кадров, которые будут вовлекаться в различные наукоёмкие отрасли, в том числе космонавтику, астрофизику. К тому же развитые страны нашей Земли всё больше изучают и осваивают космос в практических целях. Для этого нужно будет придумывать принципиально новые технологии для изучения космического пространства и создавать транспортные средства для передвижения в космосе для большого количества людей.

Только Ярославская область — промышленно развитый регион, известный как место расположения крупных производств в сфере высокотехнологичных инженерных конструкций. Кластер производств в сфере радиотехники, связанный с освоением водного, наземного, воздушного и космического пространства, простирается на весь регион: два радиозавода, оптико-механический завод, завод «Сатурн» по производству силовых установок, четыре судостроительных завода, производство в сфере электроники на АО Производственно-сервисный центр «Электроника», ООО «ИМТ», Ярославский филиал АО НПП «Радиосигнал» и др. С ними тесно связаны и производства в соседних регионах.

Поэтому для поиска, консолидации и развития талантливой молодёжи, мной и моими командами создаются и реализуются различные мероприятия и программы для выполнения этих задач. Например, такие как:

1. Индивидуальные мероприятия:

Проведение научно-популярных лекций, выступлений среди школьников, студентов и иных целевых аудиторий.

2. Проект «Андромеда»

Цель: сформировать основу для долгосрочного развития молодёжного сообщества в сфере астрономии, космонавтики и радиотехники на территории Ярославской области и сопредельных регионов.

Задачи:

- проведение мероприятий и проектов, прописанных в плане;
- масштабирование деятельности сообщества;
- поддержка, наставничество и создание условий для научно-исследовательской проектной деятельности.

3. Проект «2030»:

Цель: способствовать формированию у детей системного мышления в инженерных профессиях

Задачи:

- познакомить с мировой историей авиации и космонавтики;
- показать взаимосвязи в процессах создания сложных технических систем;
- профориентация; разнообразие технических специальностей и высшие учебные заведения.

4. Кружковое движение — всероссийское сообщество энтузиастов технического творчества, построенное на принципе горизонтальных связей людей, идей и ресурсов.

ВОСЕМЬ ЛЕТ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМУ ПРОЕКТУ «ВОЗДУШНО-ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА (CANSAT В РОССИИ)». ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В. В. Мединский[2], В. В. Радченко[1], Н. Н. Веденькин[3]

[1] Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Москва, sinp.msu.ru, e-mail: vrad1950@yandex.ru
[2] Фонд «Байтик», www.bytic.ru, e-mail: vladimir@medinsky.net
[3] Фонд «Кассиопея», e-mail: n.vedenkin@cassiopeia-fund.ru

«Воздушно-инженерная школа» — образовательный практико-ориентированный проект инженерной направленности с акцентом на подготовку будущих специалистов в области проектирования и производства космических аппаратов и ракет-носителей. Участники проекта получают возможность поэтапного развития с последовательным усложнением решаемых задач и одновременным освоением новых предметных областей, в результате чего реализуется непрерывная траектория инженерного образования детей и юношества от 6-го класса до студентов первых курсов.

История вопроса

В 1998 году в США возникла идея запуска в космос спутника размером с банку из-под газированной воды, созданного студентами. После первого опыта осенью того же года от космического запуска решили отказаться, но сделать проект более массовым. Основная задача состояла в том, чтобы на практике наглядно продемонстрировать студентам весь процесс работы с космическим аппаратом, включающий такие стадии, как выработка концепции миссии, теоретические исследования, проектирование, конструирование, изготовление, разработку программного обеспечения, отработочные испытания, подготовку к запуску, запуск, управление полётом, приём телеметрической и целевой информации и обработку результатов. Запуски планировалось осуществлять на высоту нескольких километров с использованием специально разработанной для этой цели лёгкой ракеты.

Был утверждён стандарт «спутника» (0,33л, 350г) и название конкурса — CanSat, (от англ. *can* — жестяная банка и *sat* от *satellite*). В оснащение спутника в обязательном порядке входила система спасения (как правило — парашютная) и автономный источник питания. В состав базовой бортовой аппаратуры аппарата обычно входили микропроцессор (как правило, на базе Arduino, Mbed, AVR или ARM), обязательная научная нагрузка (датчики давления и температуры) и передатчик на частоте 433 МГц. В качестве дополнительных нагрузок наиболее часто применялись GPS-модуль, видеокамера, акселерометр, компас и др. За 20 лет проект распространился по всему миру. Как правило, им занимаются национальные космические агентства или правительственные органы

В США CanSat проводится под эгидой NASA. В последние годы в соревновании принимают участие около 10 тысяч школьных и студенческих команд. ESA проводит европейский чемпионат, национальные чемпионаты проводятся во многих европейских странах, а также в Японии, Корее, Таиланде, Азербайджане и др.

CanSat в России

В Россию в 2011 г. проект привёз Дмитрий Иванов — предприниматель, увлечённый наукой вообще и космонавтикой в частности. При

его участии три российские команды из Казани, Санкт-Петербурга и подмосковного Троицка отправились на открытый чемпионат Норвегии, где выступили вполне успешно. После этого группа энтузиастов из Мемориального музея космонавтики, Северо-западной федерации космонавтики, и Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ) решили организовать аналогичный проект в России.

В НИИЯФ был разработан свой конструктор, и в 2012 году состоялся первый российский чемпионат CanSat. С тех пор соревнования проводятся ежегодно. Если в первом чемпионате участвовало 14 команд, то в восьмом было подано 200 заявок на участие. А с 2015 года продолжением и развитием проекта «CanSat в России» стал молодёжный образовательный проект «Воздушно-инженерная школа», который, помимо собственно соревнований в формате CanSat, включил в себя и другие направления, о которых речь пойдёт дальше.

Сегодняшний статус «Воздушно-инженерной школы» — профориентационный проект МГУ имени М. В. Ломоносова и Госкорпорации «Роскосмос». Основными организаторами являются НИИЯФ МГУ и фонд «Кассиопея» при поддержке компании «Инно-практика».

Основные отличия от мировых аналогов:

- Если в зарубежных проектах типа CanSat принимают участие студенты или учащиеся высших школ (возраст 17–18 лет), то «Воздушно-инженерная школа» реализует траекторию инженерного образования для молодёжи, начиная со школьников 6-го класса и заканчивая студентами младших курсов профильных вузов.
- Уже с 8-го класса нашим участникам приходится решать существенно более сложные задачи программирования и конструирования.
- «Воздушно-инженерная школа» включает в себя целый набор конкурсов различной направленности:
  - *Лига «Юниор»* (6–8-й класс). Основные задачи: подготовка к участию в Регулярной лиге, разработка электроники и системы спасения, полезной нагрузки для ракеты-носителя с использованием конструктора на базе Ардуино, предоставляемого организаторами проекта.
  - *Регулярная лига «Cansat в России»* (8–10-й класс). Соревнования Регулярной лиги представляет собой российский вариант международного проекта CanSat. «Спутник», создаваемый в рамках этих соревнований, также должен иметь вес не более 350 г, диаметр 60 мм, но, в отличие от зарубежного конкурса, ограничение по длине повышено до 200 мм. Конструктор спутника, включающий несущую часть корпуса, электронные платы микроконтроллера, передатчика и обязательной полезной нагрузки, предоставляется организаторами. От конструкторов, применяемых на аналогичных соревнованиях за рубежом, российский вариант, разработанный в НИИЯФ, отличает следующее:
    * программирование контроллера осуществляют напрямую через программатор, не используя конверторы, что повышает уровень профессиональной подготовки юных программистов;
    * работа с периферийными устройствами осуществляется шинам 1-wire, I2C, SPI. Также используются АЦП;
    * трансмиттер работает на частоте 2,4 Ггц. Он позволяет принимать информацию с борта «спутника» на расстоянии до 10 км;
    * конструкция рассчитана на перегрузку до 120G, что даёт возможность использовать его в перспективных проектах.

* Примерный перечень работ, которые должна выполнить команда:
  # спаять платы конструктора;
  # запрограммировать микроконтроллер;
  # обеспечить сбор информации с датчиков и преобразование её в телеметрию для передачи на Землю;
  # испытать аппарат на виброустойчивость и устойчивость к перегрузкам;
  # рассчитать и изготовить парашют; обеспечивающий плавный спуск аппарата;
  # принять телеметрию с борта аппарата.
* Обязательной научной задачей является измерение распределения температуры и давления по траектории спуска, дополнительную научную или инженерную задачу определяет сама команда.
* Пример дополнительных задач:
  # измерение радиационного фона;
  # определение уровня содержания углекислого и угарного газов;
  # определение местоположения аппарата (GPS);
  # осуществление связи с сервером через спутниковую систему Iridium;
  # запись данных на SD-карту.

– *Высшая лига* (9–11-й класс). Участником Высшей лиги может стать команда, успешно выступившая на предыдущем чемпионате в Регулярной или Высшей лиге. Участники должны разработать собственный аппарат весом до 1 кг. В число обязательных задач, которые должны быть выполнены, входят измерение распределения температуры и давления во время подъема и спуска, отсроченное раскрытие системы спасения на высоте 250 метров, измерение трёх компонент ускорения, построение траектории полёта аппарата по показаниям акселерометра, а также анализ телеметрии аппарата на приёмном пункте во время его полёта. В обязательном порядке должны присутствовать дополнительные задачи, которые команды определяют сами. В отличие от Регулярной лиги, использование типового базового конструктора не является обязательным условием — участники по своему выбору могут либо разработать свой, либо использовать стандартный.

– *Студенческая лига*. В Студенческой лиге участвуют команды студентов младших курсов технических и естественно-научных специальностей, при этом к работе можно привлекать школьников, имеющих опыт успешного участия в Высшей лиге чемпионата. Здесь задачи ещё сложнее. В связи с отсутствием возможности ракетного запуска связка аппаратов поднимается на гелиевом шаре-зонде. на высоту 25...30 км. Запуски осуществляет компания «Стратонавтика», с которой проект давно сотрудничает. После разрушения шара происходит свободное падение, а на последнем этапе парашютный спуск. В ходе полёта необходимо выполнить измерение температуры и давления, измерение трёх компонент ускорения, фотографирование Земли, фиксацию точки разрушения шара-зонда. В число дополнительных задач входит построение траектории полёта аппарата по показаниям акселерометра. Анализ телеметрической информации проводят на приёмном пункте во время полёта.

– *Лига ГИРД-2*. Появление в структуре проекта этого конкурса неслучайно. В самом начале реализации проекта выяснилось, что в России отсутствует возможность ракетного запуска «спутников» CanSat. Нет ни ракет, ни двигателей для них. В течение нескольких первых лет нам пришлось

самостоятельно разрабатывать ракеты-носители и искать производителей безопасных твёрдотопливных двигателей. В результате, по нашему ТЗ была разработана полная линейка двигателей с импульсом от 100 Н·с (2014, до 300 Н·с (2016) и 2000 Н·с (2018). Теперь аппараты в лиге Юниор поднимаются до 250 м, в Регулярной лиге — до 800 м, аппарат Высшей лиги весом в 1 кг можно поднять до 3 км. Чтобы дать возможность ракетостроителям-любителям разрабатывать более серьёзные ракеты и запускать их «все выше и выше» мы и создали лигу ГИРД-2, в которой команды школьников и студентов соревнуются в конструировании и запуске ракет–носителей для подъёма аппарата стандарта CanSat на высоту не менее 250 м (младший ГИРД) и не менее 800 м (старший ГИРД). Причём ракета должна быть снабжена электроникой, фиксирующей параметры полёта и транслирующей телеметрию на землю.

– *Лига «Беспилотник»* Задачей является создание беспилотного летательного аппарата (БПЛА) для выполнения задачи поиска очагов возгораний. В ходе конкурса аппарат должен осуществить перелёт по маршруту длиной 2 км на высоте 20...30 м, обнаружить очаги возгорания, передать их координаты на землю и сбросить метку на каждый очаг.
– *Лига НЛО или «Непонятный летающий объект»* организована в прошедшем сезоне (2018/2019) для проектов летательных аппаратов, которые не вписываются ни в один из перечисленных конкурсов. Оказалось, что у наших участников имеется достаточно «безумных» идей аппаратов типа «пепелац» на импеллерной тяге, ракетопланов и проектов воздушного старта ракет и т. д.

География проекта

На участие в восьмом чемпионате были поданы заявки от 200 команд из 43 городов от Якутска и Благовещенска до Плесецка, Феодосии и Луганска. До финала дошли 63 команды. Впервые в финале участвовали команды из Таиланда и Мексики. Регулярно участвуют команды как из крупных городов, так из райцентров и даже сёл. Достаточно много команд, которые формируются предприятиями ракетно-космической отрасли из г. Королёва, Химок, Калуги, Железногорска, Миасса, Екатеринбурга, Перми, а также профильными вузами Москвы, Санкт-Петербурга, Красноярска, Самары, Казани, Уфы, Калуги.

Календарь проекта

Объявление о старте нового сезона — до 15 сентября.
Сбор заявок — сентябрь – октябрь.
Базовые лекции и консультации через интернет — ноябрь – январь.
Зимняя школа и Отборочная сессия в МГУ — конец января.
Онлайн видеозачёты и допуск к финалу — май.
Финал чемпионата — первая неделя июля.

Основные результаты

Через проект прошло около 700 команд школьников и студентов из десятков регионов России и ближнего зарубежья. По статистике, более 60 % участников проекта выбрали для поступления вузы и специальности физического, авиационно-космического и технического профиля (МГТУ им. Н. Э. Баумана, Балтийский государственный технический университет «Военмех», Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Физфак и Факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Сибирский государственный университет

науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва и т. д.).

Реализована непрерывная траектория инженерного развития и образования детей от школьников 6-го класса до бакалавров профильных вузов.

ТРАНСЛЯЦИЯ ЭФФЕКТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ В РЕАБИЛИТАЦИЮ ПАЦИЕНТОВ С НЕВРОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

А. Ю. Мейгал[1], Л. И. Герасимова-Мейгал[1], И. В. Саенко[2]

[1] Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, e-mail: gerasimova@petrsu.ru

[2] Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, e-mail: meigal@petrsu.ru

Микрогавитация (μG) вызывает у человека ряд эффектов, которые обладают потенциальным лечебных эффектом. В частности, даже краткосрочная μG, которая длится несколько десятков минут, вызывает быстрое и сильное снижение мышечного тонуса, а также сильные гемодинамические эффекты в виде перераспределения кровотока в область верхней трети туловища и голову, изменение водно-солевого баланса. Существует несколько методик, позволяющих вызывать эффекты μG в наземных условиях. Это очень важно для разведочных и масштабных исследований, не всегда осуществимых в условиях реального космического полёта. В космических центрах разных стран используются 1) параболический полёт, 2) машины «свободного падения», 3) клиностаты, 4) методики длительной антиортостатической гипокинезии (АНОГ), т. е. постельный режим с отрицательным наклоном головного края кровати, 5) вывешивание, то есть снижение нагрузки тела на поверхность опоры, и 6) метод «сухой» иммерсии.

Каждая из названных методик обладает специфической областью применения, однако метод «сухой» иммерсии обладает наиболее явными преимуществами, например, вызывает быстрый и сильный эффект, который примерно в 7 раз быстрее эффекта АНОГ, относительно недорог и обладает хорошей пропускной способностью. Также, метод «сухой» иммерсии удобен в применении, поскольку не требует сложных технических решений, его может обслуживать средний медицинский персонал. Суть метода заключается в полном погружении (иммерсии) человека, обёрнутого в водонепроницаемую пленку большой площади, в ванне с комфортной по температуре пресной водой ($T = 32...33$ °C) — медицинском комплексе искусственной невесомости МЕДСИМ (производство ИМБП РАН, Москва, Россия). В наземных космических экспериментах длительность погружения составляет от нескольких часов до десятков суток в зависимости от моделирования кратко- или долгосрочных космических полётов. С физической точки зрения, микрогравитационные эффекты «сухой» иммерсии опосредуются через 1) гипокинезию, 2) безопорность и 3) равномерную компрессию [1].

Реабилитационный потенциал метода «сухой» иммерсии может быть связан, прежде всего, с его сильным и быстрым гипотоническим эффектом на скелетную мускулатуру [1, 2]. В этой связи, для проявления расслабляющего эффекта хорошими кандидатами для применения сеансов «сухой» иммерсии являются состояния с повышенным мышечным тонусом, например мышечная ригидность при паркинсонизме и спастичность разного генеза. Таким образом, совмещение двух условий, вызывающих разнонаправленный эффект на мышечный тонус, например, аналоговой невесомости («сухой» иммерсии) и паркинсонизма, может привести к снижению мышечной ригидности, что и выступило в качестве рабочей гипотезы проекта по оценке физиологических эффектов μG, вызванной «сухой» иммерсией, на различные клинические проявления и физиологические параметры у больных паркинсонизмом,

начатого в 2014 г. совместно Петрозаводским государственным университетом (Мейгал А. Ю., Герасимова-Мейгал Л. И.), ИМБП РАН (Саенко И. В.) и Университетом Восточной Финляндии (г. Куопио, проф. Карьялайнен П., Мирошниченко Г.).

В ходе выполнения проекта установлено несколько принципиально важных новых фактов.

1. Однократный 45-минутный сеанс «сухой» иммерсии вызывает ослабление некоторых симптомов паркинсонизма, в частности мышечной ригидности и тремора примерно на 10...15 % [3]. Также, наблюдается существенное изменение гемодинамических параметров (уменьшение артериального давления) и регуляции работы сердца (увеличение вариабельности ритма сердца) [4]. Такие проявления моторной функции, как стабильность вертикальной позы и параметры ходьбы, после сеанса «сухой» иммерсии, остаются практически неизменными [5].

2. Программа из семи однократных 45-минутных сеансов (в течение 30 дней, общая доза невесомости 5,25 часа) «сухой» иммерсии вызывает значимое уменьшение мышечной ригидности и общего количества баллов по шкале UPDRS-III примерно на 20 %, приводит к снижению уровня депрессии по шкале HDRS на 40 % [6], а также снижает количество (в среднем на 2) вегетативных симптомов по шкале Вейна и общей выраженности этих симптомов примерно на 50 % по сравнению с состоянием «до программы иммерсии» [7]. Психофизиологические параметры в тестах разной степени сложности, т. е. с разным вовлечением когнитивных функций, во время программы «сухой» иммерсии изменялись по-разному. В частности, такие несложные тесты как время простой зрительно-моторной реакции и теппинг-тест практически не изменялись, тогда как время реакции в тесте на помехоустойчивость значимо снижалось на 12 %, а время реакции выбора — на 20 % [5]. Такие параметры как время вставания со стула и время поворота при выполнении теста TUG не изменялось. Следует отметить, что наибольшие изменения относительно состояния «до программы иммерсии» практически во всех тестах и клинических шкалах отмечались не во время самой программы иммерсии, а спустя 2 недели после неё. Такой отсроченный эффект предполагает вовлеченность механизмов нейропластичности и, возможно, изменение коннективности головного мозга. Возможно, что состояние искусственной μG также вызывает сенсорные изменения в виде повышенной чувствительности на фоне уменьшения сенсорного притока от мышц и суставов. Эти аспекты требуют дальнейшего изучения.

Таким образом, программа «сухой» иммерсии оказывает многообещающие позитивные эффекты на клиническое состояние и физиологические параметры у больных паркинсонизмом. Эти эффекты проявляют себя в виде краткосрочного действия после однократного сеанса, и долгосрочного действие после программы «сухих» иммерсий.

Это проект позволил объединить усилия нескольких исследовательских групп, поскольку потребовал клинического сопровождения со стороны 1) неврологов, которые определяли состояние больных до, во время и после иммерсии, 2) физиологов и патофизиологов, которые проводили измерения параметров различных физиологических систем организма, 3) физиков, инженеров и математиков и специалистов по «умным» пространствам, которые производили измерения биомеханических параметров при помощи видеозахвата движения, восстановления траекторий движения сегментов тела при помощи носимых датчиков и смартфонов [8, 9] и проводили анализ нелинейных параметров электромиограммы [3]. В процесс исследования были вовлечены несколько аспирантов, клинических ординаторов и магистрантов различных специальностей. Также, для создания баз данных контрольных групп были привлечены студенты

нескольких институтов Петрозаводского госуниверситета. Это позволило превратить данный проект из чисто научного и клинического в проект обучающий и междисциплинарный. Регулярно в лаборатории проводятся экскурсии учащихся школ и Петрозаводского президентского кадетского училища.

В настоящее время аппарат искусственной невесомости МЕДСИМ является одним из самых используемых в научных, обучающих и просветительских проектах Петрозаводского госуниверситета. Выполняется в рамках государственного заказа Минобрнауки РФ (17.7302.2017/ВУ, А. Ю. Мейгал).

Литература

1. *Tomilovskaya E.*, *Shigueva T.*, *Sayenko D.*, *Rukavishnikov I.*, *Kozlovskaya I.* Dry immersion as a ground-based model of microgravity physiological effects // Frontiers in Physiology. 2019. V. 10. P. 284. DOI: 10.3389/fphys.2019.00284.
2. *Shenkman B. S.*, *Kozlovskaya I. B.* Cellular Responses of Human Postural Muscle to Dry Immersion // Frontiers in Physiology. 2019. V. 10. P. 187. DOI: 10.3389/fphys.2019.00187.
3. *Miroshnichenko G. G.*, *Meigal A. Y.*, *Saenko I. V.*, *Gerasimova-Meigal L. I.*, *Chernikova L. A.*, *Subbotina N. S.*, *Rissanen S. M.*, *Karjalainen P. A.* Parameters of Surface Electromyogram Suggest That Dry Immersion Relieves Motor Symptoms in Patients With Parkinsonism // Frontiers in Neuroscience. 2018. V. 12. P. 667. DOI: 10.3389/fnins.2018.00667.
4. *Gerasimova-Meigal L.*, *Meigal A.* Time- and Frequency-domain Parameters of Heart Rate Variability and Blood Pressure in Parkinson's disease Patients under Dry Immersion. // Frontiers in Physiology. Conf. Abstract: 39 ISGP Meeting and ESA Life Sciences Meeting. 2019. DOI: 10.3389/conf.fphys.2018.26.00011.
5. *Meigal A.*, *Gerasimova-Meigal L.*, *Tretiakova O.*, *Prokhorov K.*, *Subbotina N.*, *Popadeikina N.*, *Saenko I.* Motor-cognitive Functions in Parkinson's Disease Patients across the Program of "Dry" Immersion: a Pilot Study // Frontiers in Physiology. Conf. Abstract: 39 ISGP Meeting and ESA Life Sciences Meeting. 2019. DOI: 10.3389/conf.fphys.2018.26.00010
6. *Meigal A.*, *Gerasimova-Meigal L.*, *Saenko I.*, *Subbotina N.* Dry immersion as a novel physical therapeutic intervention for rehabilitation of Parkinson's disease patients: a feasibility study // Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin. 2018. V. 28. No. 5. P. 275–281.
7. *Мейгал А. Ю.*, *Герасимова-Мейгал Л. И.*, *Саенко И. В.*, *Субботина Н. С.*, *Третьякова О. Г.*, *Черникова Л. А.* Влияние «сухой» иммерсией как аналога микрогравитации на неврологические симптомы при паркинсонизме // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2017. Т. 51. № 7. С. 53–59.
8. *Reginya S.*, *Meigal A.*, *Gerasimova-Meigal L.*, *Prokhorov K.*, *Moschevikin A.* Using smartphone inertial measurement unit for analysis of human gait // Intern. J. Embedded and Real-Time Communication Systems. 2019. V. 10. P. 101–117.
9. *Meigal A.*, *Korzun D.*, *Gerasimova-Meigal L.*, *Borodin A.*, *Zavialova Y.* Ambient intelligence At-Home Laboratory for human everyday life // Intern. J. Embedded Real-Time Communication Systems. 2019. V. 10. P. 117–134.

МЕЖОТРАСЛЕВАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ И РАННЕЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОФОРИЕНТАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ НА БАЗЕ КОСМИЧЕСКИХ И ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ

И. К. Мирзоева[1], **И. Н. Дубовский**[2]

[1] Институт космических исследований Российской академии наук, Москва, e-mail: colombo2006@mail.ru

[2] Группа компаний «Альянс Марин»

Решаемая проблема

Проблема нехватки кадров, как следствие падение престижа научных и научно-технических специальностей, особенно остро стоит сегодня, когда задачи развития космической и всех отраслей промышленности требуют новых прорывных решений и ускорения инновационного роста. Это особенно актуально в контексте масштабных задач, стоящих перед российской наукой и промышленностью: задачи промышленного освоения Луны, полётов на Марс и к другим планетам Солнечной системы, задачи освоения Арктики и мирового океана. Предлагаемая межотраслевая и многоуровневая система «Космические обучающие онлайн сервисы» для обучения и профессиональной ориентации школьников является инструментом, способствующим решению проблемы нехватки кадров.

Идея и краткое описание проекта

Основная идея новой системы обучения и профориентации заключается в использовании космических и интернет-технологий для усвоения школьниками обязательной школьной программы и формирования глобального взгляда на мир, на выбор своей профессии и своего места в цивилизации.

Современный процесс обучения требует не только активной визуализации урока, но и интерактивного контента. «Космические обучающие онлайн сервисы» — система, которая позволяет реализовать такой процесс обучения, когда информация со спутника может быть передана на серверы и через программное обеспечение и интернет интегрирована в урок преподавателем по мере необходимости и требований качественного образования.

«Космические обучающие онлайн сервисы» — это IT-проект (Information Technology) разработки программного обеспечения в соответствии с требованиями Министерства образования и науки Российской Федерации, состоящий из трёх уровней: учебного, игрового (интерактивного) и спутникового (интерактивного). Новизна проекта заключается в том, что стандартный материал урока дополняется игровым и интерактивным контентом, а интерактивный контент транслируется со спутников. Предлагаемый цифровой контент представляет собой интернет-платформу, позволяющую иметь неограниченное число пользователей. Содержательная часть интернет-платформы — игровой контент с тематическими обучающими играми, предполагающий личное участие ученика и спутниковый контент, предполагающий отбор фото- и видеоматериалов, переданных со спутника, по тематике урока.

Обычно компании, представляющие учебные курсы в интернете ограничиваются учебным контентом. Иногда, для младших классов, материал урока рассказывают и показывают придуманные дружеские, с точки зрения разработчиков, персонажи. При этом учащийся не может влиять на изменение контента урока. Мы предлагаем сделать доступным для интерактивного взаимодействия игровой обучающий контент, в котором школьник принимает непосредственной участие. Сценарии игр в занимательной форме предполагают поиск

ответов на вопросы и решения задач по тематике школьной программы. Игры, в свою, очередь, будут иметь несколько уровней сложности, что может способствовать как проверке усвоенного материала, так и являться побуждающим фактором для более глубокого изучения или повторения учениками школьных тем.

Уникальность проекта заключается так же в доступности для любого пользователя, информации, поступающей со спутников дистанционного зондирования Земли: фото, видео, картинка в режиме реального времени. Преподаватели, через свой кабинет на сайте, могут добавлять и менять контент урока, в соответствии с конкретными задачами процесса обучения. Так как не всегда трансляция со спутника может совпадать с темой урока, то в проекте предусматривается использование большой базы данных видео- и фотоснимков того или иного региона поверхности Земли.

Эффект постоянной новизны, присутствующий в интерактивных контентах, а так же эффект активного личного участия школьника в процессе обучения будет способствовать повышению интереса к знаниям и твёрдому усвоению материала урока.

Планируемый охват аудитории

По данным Росстата в Российской Федерации 44 848 общеобразовательных учреждений. Из них государственных и муниципальных 43 979, вечерние (сменные) 869 учреждения, 751 образовательная организация — это частные предприятия. Все организации охватывают 15,1 млн учащихся. Дошкольным образованием охвачено 6,8 млн человек, начальным общим образованием 6,2 млн человек. Основное среднее образование получают ежегодно 8,9 млн человек. Количество учителей государственных и муниципальных общеобразовательных организаций (без вечерних (сменных)) общеобразовательных организаций составляет 1,05 млн человек. Аудитория учащихся и численность учителей обеспечивают большие возможности по наращиванию интернет-трафика проекта. Ежедневно 1 млн учителей, имея возможность менять контент урока, могут воспользоваться ресурсом для подготовки нового урока. Так же эти учителя воспользуются ресурсом, проводя урок в классе. Игровой контент урока обеспечивает ежедневное посещение сайта несколькими миллионами учащихся для выполнения домашнего задания или для участия в обучающей игре. При удобстве и полезности для посетителей сайта и пользователей «Космических обучающих онлайн сервисов» охват аудитории оценивается в несколько миллионов посещений в день и может превышать 10 миллионов ежедневных посещений.

Материальные средства проекта

Материальными средствами проекта являются:

1. Спутниковая антенна для приёма сигналов со спутников дистанционного зондирования Земли с комплектом приёмного оборудования и программного обеспечения.

Количество антенн, необходимое для охвата средних общеобразовательных учебных заведений в больших и малых городах Российской Федерации будет определяться по мере необходимости и развития проекта.

2. Сервер для хранения базы данных — цифровой информации со спутников.

Количество серверов так же будет определяться по мере необходимости и развития проекта.

3. Программное обеспечение.

Взаимодействие с предприятиями и научными учреждениями

Главной целью предлагаемого проекта является создание не только системы обучения с использованием новых технологий, но и получение ранней профессиональной ориентации учащихся. Решение

последней задачи приведёт, в конечном итоге, к решению проблемы нехватки научных и научно-технических кадров. Для этой цели предполагается плотное взаимодействие с ведущими предприятиями и научными учреждениями во всех отраслях промышленности. Целевая подготовка школьника к обучению в техническом вузе должна выгодно демонстрировать перспективы будущей профессии. Поэтому, в дополнение к системе «Космических обучающих онлайн сервисов», предлагается организация регулярных посещений предприятий-партнёров проекта, в качестве поощрений за хорошие и отличные успехи в учёбе, а так же разнообразные формы взаимодействий с предприятиями-партнёрами. Понимание специфики выбираемой профессии и раннее «вхождение в профессию» даст твёрдый фундамент для подготовки качественных кадров.

ДЕТИ «ГАЛАКТИКИ»

Л. Н. Морозова

Государственный музей истории космонавтики им. К. Э. Циолковского, отдел «Дом-музей А. Л. Чижевского», e-mail: morozova@gmik.ru

Бездонные просторы Космоса, бесчисленное количество звёзд завораживают каждого жителя планеты Земля. Скольких поэтов, композиторов и художников это зрелище вдохновило на творчество, какое количество пытливых умов задавалось вопросом: «Что там, в этой бездне»?

И вот, смоленский Икар, гражданин нашей страны осуществил мечту человечества — преодолев путы земного тяготения, проложил первую космическую борозду. Вслед за Гагариным сотни тысяч советских мальчишек и девчонок мечтали полететь в Космос!

О восприятии космонавтики в 1960-е и 1970-е годы сейчас можно вспоминать, как о романтике первооткрывателей. В настоящее время развитие космонавтики — это экономическая и технологическая конкурентоспособность, безопасность страны. Достижение целей, решение поставленных задач в этой высокотехнологичной отрасли невозможно без грамотных, мотивированных молодых специалистов, поэтому подготовка кадров — одна из ключевых задач развития космонавтики.

Так где, как и когда начинать готовить Королёвых, Пилюгиных, Чаломеев, Гагариных, Леоновых и Терешковых сегодняшнего и завтрашнего дня? Ответ таков — не только в Бауманке (Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана) и других вузах — сюда ребята приходят, уже сделав выбор в пользу технического образования. Готовить активную молодёжь для работы в звёздной отрасли надо гораздо раньше. Очень важно посеять зерно интереса к космонавтике в душе школьника и даже детсадовского малыша. Формирование интеллектуального и инженерного потенциала нации происходит в среде, которую создают студии и центры дополнительного образования, библиотеки, музеи и другие учреждения культуры и образования.

В настоящее время в системе комического образования музеи имеют особое значение. Музей — это не только место сбора и хранения материальной истории и культуры, но и центр популяризации естественно-научных и гуманитарных знаний. Он выполняет важную миссию — является звеном, передающим молодёжи мощный интеллектуальный и творческий потенциал, накопленный предыдущими поколениями.

Каждый музей неповторим, индивидуален. На одной из улиц Калуги, города носящего звание «колыбели космонавтики», находится старинный особняк, возведённый в 1827 году. Здесь с 1913 по 1929 годы жил Александр Леонидович Чижевский — учёный-биофизик, основоположник аэроионологии, гелиобиологии и электрогемодинамики, поэт, художник, философ-космист, изобретатель.

7 февраля 2010 года в этом доме был открыт Дом-музей А. Л. Чижевского, который является отделом Государственного музея истории космонавтики им. К. Э. Циолковского (ГМИК). Наряду с сохранением, изучением и популяризацией научного и творческого наследия учёного здесь средствами музейной педагогики ведётся активная работа с молодёжью. Музей Чижевского постоянно находится в поиске интересных форм взаимодействия с аудиторией, ориентированной на космическое образование.

Сотрудничество Детско-юношеского центра космического образования «Галактика» города Калуги и Дома-музея А. Л. Чижевского — пример успешного осуществления процесса обучения средствами музея. Главная задача этой работы — развитие объединённой

системы дополнительного и музейного космического образования детей и подростков организацией непрерывного образовательного процесса.

Ежегодно составляется план совместных мероприятий Центра «Галактика» и ГМИК им. К. Э. Циолковского и Дома-музея А. Л. Чижевского. В плане отражено участие музейных сотрудников в публичных мероприятиях Центра. Так же планируется участие воспитанников и сотрудников Центра «Галактика» в мероприятиях Дома-музея А. Л. Чижевского.

Наши коллеги из «Галактики» принимают участие в ежегодных мероприятиях, посвящённых годовщине со дня рождения учёного; с интересом участвуют в технофестивале космической тематики для школьников «Земля-Луна. Калуга-Марс»; выступают с докладами на Международной научно-практической конференции, посвящённой сохранению творческого наследия и развитию идей А. Л. Чижевского; являются участниками мероприятий музея — День Солнца, Масленица, Ночь музеев, Ночь кино и многих других. При непосредственном участии педагога Центра А. В. Травина в сквере музея проводятся полюбившиеся калужанами акции тротуарной астрономии.

Центр «Галактика» занимается развитием научно-технического творчества школьников, выявлением и поддержкой одарённых учащихся. Немаловажным направлением работы Центра является изучение и пропаганда наследия А. Л. Чижевского. В свою очередь сотрудники музея помогают воспитанникам «Галактики» увидеть в научном и художественном творчестве учёного источник тем для проектной и исследовательской работы.

Центром космического образования ежегодно проводятся интеллектуально-творческие турниры, конференции, посвящённые памяти учёного. Одним из таких мероприятий является ежегодный интеллектуально-творческий турнир для школьников города «Кто Вы, профессор Чижевский?» Он проводится с 1994 года, актуален и в настоящее время. Методика проведения была разработана сотрудниками музея Чижевского и Центра «Галактика». У истоков турнира стояли две женщины — Л. Т. Энгельгардт, в настоящее время она заведующая Домом-музеем А. Л. Чижевского, и А. Ю. Кононова, которая сейчас является директором Центра космического образования «Галактика».

В ходе соревнования команды школьников путешествуют по «станциям», выполняя различные задания. Участники должны хорошо знать биографию А. Л. Чижевского, его научное, поэтическое, художественное творчество и изобретения, которые сделал учёный.

Ежегодно возрастает количество школ города, участвующих в мероприятии. В 1994 году их было только семь, в 2019-м, в год 25-летия турнира в нём приняли участие 33 команды. Всего за время проведения участвовало уже более 500 команд — это свидетельствует об авторитете турнира среди старшеклассников и педагогов города.

Традиционно торжественное мероприятие, посвящённое подведению итогов турнира, проходит в музее Чижевского. Победители и лауреаты получают заслуженные награды, а сотрудники музея готовят для ребят праздничную программу.

Сотрудники и воспитанники «Галактики» относятся с большим уважением и интересом к личности А. Л. Чижевского, поэтому неслучайно в юбилейном для А. Л. Чижевского 2017 году все фестивали, конференции и турниры космической направленности Центра «Галактика» были посвящены учёному.

Центр работает не только со школьниками Калуги и Калужской области. Совместно с Дирекцией Национальной образовательной программы «Интеллектуально-творческий потенциал России» и президиума Малой академии наук «Галактика» проводит мероприятия Всероссийского уровня.

Это — Всероссийский форум юных исследователей космоса «Мы — дети Галактики!», Всероссийская научно-практическая конференция обучающихся «Юность. Наука. Космос», конференция «Шаги в науку — Калуга», фестиваль наук и искусств «Творческий потенциал России — Калуга», конференции учащихся «Старт в науку».

На конференцию приезжают школьники из различных регионов России — Свердловской, Челябинской, Тульской, Ростовской, Московской и других областей и, конечно, ребята из Калуги и Калужской области.

Дом-музей А. Л. Чижевского принимает активное участие в проведении этих мероприятий. Сотрудники участвуют в работе секций, являясь членами конкурсного жюри по оценке представленных научных работ, выступают в качестве консультантов в области наследия А. Л. Чижевского, готовят культурную программу: проводят для участников экскурсии и музейные образовательные программы, т. е. вносят свой вклад в это уникальное движение будущих сотрудников космической отрасли.

В результате совместной деятельности «Галактики» и музея всё больше школьников увлекаются его идеями — учёного, поэта, художника. Ребята с интересом посещают музей, участвуют в образовательных программах и других мероприятиях, проводимых здесь. На конференциях, организованных Центром, появляется много работ по направлению «Наследие А. Л. Чижевского». Школьники из Калуги, Новосибирска, Тулы и других городов пишут работы о научном творчестве, изобретениях, поэзии, живописи и биографии учёного.

Очень важно привлечь внимание к космосу ребят занимающихся не только техническим творчеством, астрономией, физикой, математикой, что позволяет им в перспективе найти себя в космонавтике. Талантливые гуманитарии способные писать стихи, музыку, художественные произведения, снимать кино о космосе являются популяризаторами космонавтики.

Поэтому поучительно не только научное наследие Чижевского, но и его поэтическое и художественное творчество, в котором отражено его мировоззрение философа-космиста. Стихи Александра Леонидовича были по достоинству оценены ещё поэтами серебряного века.

В год 120-летия учёного, стартовал проект «Дети Калуги читают Чижевского», в котором воспитанники «Галактики» участвовали с большим интересом. Сотрудники музея помогали найти в поэтическом наследии учёного стихи, отвечающие мироощущению каждого чтеца, оказывали помощь детям и оператору во время съёмок. Проект вышел за пределы Калуги — в нём приняли участие ребята из Московской и Тульской области.

Вдумчивое и выразительное чтение стихотворений учёного в интерьере музея было снято на видео. В результате было записано около 30 видеороликов. По итогам работы проекта был создан фильм «Читаем Чижевского», который демонстрировался на главном музейном событии года Международном фестивале «Интермузей» в Москве и в технопарке «Кванториум». Диск с фильмом «Читаем Чижевского» в торжественной обстановке был подарен Дому-музею А. Л. Чижевского, подобный подарок получили все ребята, участвующие в проекте.

Воспитанники Центра «Галактика» приняли участие во Всероссийском конкурсе, проводимом в рамках программы развития общекультурных компетенций в сети детских технопарков «Кванториум». В кейс-задании было создание документального фильма. Калужане из Центра «Галактика» приняли решение снять фильм «Кто Вы, профессор Чижевский?» Они сами разработали сценарный план, расписали сцены и сняли фильм в стенах Дома-музея А. Л. Чижевского.

Сотрудники музея оказали творческую помощь юным режиссёрам и сценаристам. Фильм оценивался компетентным жюри и победил в номинации «Документальный фильм». Его премьера состоялась в научно-биографическом зале музея.

На этапе формирования мировоззрения очень важен пример предыдущих поколений, преемственность традиций. Одним из значимых направлений работы музея Чижевского является патриотическое воспитание подрастающего поколения. Это не только выражение гражданской позиции сотрудников музея, но и продолжение работы по знакомству молодёжи с биографией учёного, предки которого верой и правдой служили своему Отечеству.

В музее проводятся мероприятия, посвящённые Дню космонавтики, Дню Победы, Дню защитника Отечества, Дню народного единства, Дню России и другие. В такие праздники происходят встречи ветеранов военно-космических сил, солдат срочной службы войсковой части военно-космических сил с учащимися «Галактики».

Одним из направлений нашей работы является создание выставок космической тематики, посещение которых воспитанниками Центра тоже имеет большое образовательно-воспитательное значение.

При эффективном использовании возможностей музейной среды и слаженной работы сотрудников музея и Центра происходит системное формирование естественно-научного представления учащихся, которое способствует реализации научно-технического потенциала школьников, их профориентации.

Вглядываясь в лица ребят, хочется понять, какие вы — «Дети Галактики» XXI века — будущие конструкторы, инженеры, учёные и космонавты? Ведь это поколение, родилось в космическую эпоху. Учащиеся «Галактики» периодически выходят на связь с космонавтами, находящимся на МКС, победив в областном конкурсе «Лучший вопрос космонавту». Мальчишки и девчонки советского времени не могли представить этого даже в самых смелых мечтах.

Такому подрастающему поколению надо соответствовать, поэтому сотрудникам музея необходимо всё время идти вперёд, для того, чтобы быть интересными для ребят. Мы постоянно находимся в поиске наиболее удачных форматов взаимодействия с детьми и подростками. Понимание того, насколько информативным и значимым для них будет посещение экскурсий, образовательных программ и других музейных мероприятий, определяет направление деятельности Дома-музея А. Л. Чижевского.

«Дети Галактики» — это наше космическое будущее, в качестве напутствия им хочется сказать: «Мы надеемся на вас и постараемся вооружить вас знаниями, которые помогут покорить космические вершины».

Литература

1. Музей. Образование. Культура. Процессы интеграции. ИПРИКТ, Каф. Музейного дела. М., 1999. — 41 с.
2. *Столяров Б.А.* Музейная педагогика. История, теория, практика: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2004. 216 с.
3. https://cosmatica.org/articles/442-naideny-tochki-sblizhenija-kosmosa-i-olodyozhi.html/.
4. https://rg.ru/2013/04/11/kosmos.html/.
5. http://galaktika-kaluga.ru/.
7. http://chizhevsky.gmik.ru/2017/04/14/meropriyatiya-v-dome-muzee-a-l-chizhevskogo/.
8. https://voinskayachast.net/suhoputnie-voyska/specialnie/vch10199/.

СИСТЕМА АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ГОРОДЕ НОВОМОСКОВСКЕ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. В. Николаева

Дворец детского (юношеского) творчества,
Новомосковск, Тульская обл.
педагог дополнительного образования высшей квалификационной категории, Почётный работник общего образования

Лаборатория радио- и аэрокосмического конструирования имени А. В. Володина создана во Дворце пионеров города Новомосковска в 1970 году. Основатель объединения — творческий и увлечённый космосом педагог Марачев Виктор Матвеевич. По его глубокому убеждению интерес ребёнка к познанию и творчеству необходимо развивать через аэрокосмическое образование с дошкольного возраста, тогда детское увлечение он перенесёт на все свои занятия, образование и в дальнейшую взрослую жизнь. Практика подтвердила правоту Виктора Матвеевича. Несколько поколений дошкольников, повзрослев, пришли на занятия в коллективы дворцов детского и юношеского творчества (ДДЮТ) технической направленности — «Юный моделист», «Ракетно-космическое конструирование», «Детское Конструкторское Бюро». Этих детей отличает высокая мотивированность, знание истории освоения космоса, природы планет и их спутников, расположение и название звёзд и созвездий. Они более активны не только в получении знаний, но и в обмене ими с другими. С удовольствием, очень грамотно и заинтересованно они участвуют во встречах с гостями Новомосковска — космонавтами, учёными, преподавателями вузов. При подготовке к выставкам и конкурсам они более инициативны в выборе тематики работ и подходят к реализации своих задумок более творчески.

По программам дошкольного аэрокосмического образования в городе в настоящее время работают восемь дошкольных образовательных учреждений. Все педагоги креативны, активно принимают участие в работе методического объединения на базе ДДЮТ, проводят открытые занятия и мастер-классы для воспитателей и родителей не только своих детских садов.

Традиционно два раза в год во Дворце детского (юношеского) творчества для них проводятся городские аэрокосмические фестивали дошкольников.

В октябре проходит спортивно-игровой праздник в виде подвижных эстафет на ловкость, координацию, посвящённый Дню запуска Первого искусственного спутника Земли. Эстафеты состоят из нескольких этапов, каждый из которых требует внимания и сосредоточенности. Малыши демонстрируют не только физические навыки, но и умение работать сплочённо, усваивать инструкцию педагога и повторять движение за другими. Каждое дошкольное учреждение формирует команду из 10 человек возраста 5–6 лет, готовит атрибутику: единая форма, название, эмблема. Дети готовят стихи и песни, посвящённые этому важному событию в истории космонавтики.

Апрель — месяц Всемирного Дня авиации и космонавтики, к этому празднику приурочен творческий фестиваль. Дошкольники оформляют выставки работ, выполненных в группе или совместно с родителями. Это аппликации, рисунки, модели космических аппаратов и макеты Солнечной системы и других планет. Фестиваль проводится как большое космическое путешествие. Каждый этап — отдельное творческое или спортивное испытание: преодоление препятствий, расшифровка посланий по первым буквам рисунков, создание карт созвездий или изображений космических аппаратов (сборка пазлов), отгадывание космических загадок и анализ увиденных

мультфильмов о космонавтах, космических учреждениях или объектах. Дети не только показывают свои знания и умения, но и в игровой форме узнают что-то новое, начинают фантазировать, мечтать.

На каждом празднике участники награждаются Грамотами ДДЮТ и памятными призами. Это — книги, буклеты, наборы открыток, плакаты космической тематики с автографами космонавтов. По возможности на фестивали приезжает лётчик-космонавт РФ, Герой России А. И. Лазуткин. В детских садах собраны экспозиции космической тематики, оформлены космические выставки с подарками и поделками детей.

Программы начального технического моделирования «Юный моделист», «Судо-, авиа-, ракетомоделирование» рассчитаны на школьников 1—5-х классов. Цель этапа — развитие политехнического кругозора, конструкторских способностей, воображения, пространственного мышления, фантазии и смекалки, устойчивого интереса к техническому творчеству. Мальчишки 7—12 лет получают первоначальные знания по основам технологии изготовления и устройства технических объектов, навыки работы с чертежами и эскизами, объёмными моделями, инструментами и паяльниками, получают возможность принять участие в выставках, конкурсах, соревнованиях. Занятия в объединениях начального моделирования становятся важным шагом к изучению движения технических средств, конструкций и аэродинамики полёта простейших моделей самолётов, ракет.

Для обучающихся 5—8-х классов создана дополнительная общеобразовательная программа «Ракетно-космическое конструирование», цель которой — освоение основ конструирования и изготовления моделей и макетов ракетно-космической техники, введение элементов научно-исследовательской и проектной деятельности, развитие логического мышления и способности аргументации своих идей. Ребята принимают участие в выставках и конференциях регионального и всероссийского уровня, выезжают на экскурсии в Центр подготовки космонавтов, музеи космической и оружейной отрасли. При подготовке работ изучают историю создания техники, учатся анализировать, выявлять особенности конструкций и технологий изготовления моделей и макетов.

Выставки творческих работ обучающихся объединений и соревнования подвижных или летательных моделей собирает большое количество зрителей и болельщиков, привлекая новых участников в коллективы.

Дополнительная общеобразовательная программа «Космическое проектирование» рассчитана на школьников 12—18 лет. Она позволяет ребёнку максимально реализовать себя, самоопределиться предметно, социально, профессионально, личностно. Актуальность программы обусловлена возросшей потребностью в квалифицированных инженерных кадрах, научных работниках в производственной сфере, поддержке одарённых и высокомотивированных детей, в развитии творческого мышления.

Младшие обучающиеся (6—8-й классы) изучают историю освоения космоса, основы конструкций летательных аппаратов, знакомятся с литературой и видеоматериалами из жизни основателей отечественной и мировой космонавтики, учёных, конструкторов, космонавтов, выезжают на экскурсии в музеи, на предприятия и в вузы технического и аэрокосмического профиля в Тулу, Калугу, Москву.

Обучающиеся 9—11-х классов в процессе освоения программы создают авторские проекты под руководством научных консультантов Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана (МГТУ им. Н. Э. Баумана), Тульский государственный университет (ТулГУ), Новомосковский институт Российского химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева. Проектный метод обучения оптимален, так как ориентирован на достижение целей самих обучающихся, формирует большое количество

компетенций, развивает и поддерживает творческую одарённость школьника. Метод проектной деятельности развивает в старшеклассниках навыки аналитической и конструкторской деятельности, пространственное мышление, умение работать с графическими редакторами, создавать 3D-модели. Защита авторской работы на конкурсных мероприятиях различного уровня помогает обучающимся совершенствовать ораторско-дискуссионные навыки, умение формулировать ответы, повышает уверенность в себе. Участие во Всероссийской олимпиаде «Шаг в будущее. Космонавтика», и «Шаг в будущее, Москва», всероссийских и региональных научно-практических конференциях, позволяют старшеклассникам получить дополнительные баллы при поступлении в ведущие технические вузы России. За последние пять лет 14 выпускников объединения «Детское конструкторское бюро» стали студентами Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Московского авиационного института (национального исследовательского университета), Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета, Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (Московского инженерно-физического института), Национального исследовательского университета «МЭИ» (Московского энергетического института), ТулГУ. 10 человек успешно обучаются в МГТУ им. Н. Э. Баумана.

С 2014 года на базе Лаборатории реализуется авторская программа летчика-космонавта РФ, Героя России А. И. Лазуткина. Александр Иванович проводит со школьниками города теоретические и практические занятия, привлекая ребят к аэрокосмическому образованию и повышая мотивацию к познанию себя и окружающего мира.

Система непрерывного аэрокосмического образования, созданная в Новомосковске позволяет ребёнку на любом этапе включаться в образовательный процесс. Каждый человек, прикоснувшийся к теме космонавтики, становится соучастником творчества, фантазии, таинства, которое пронизывает всю его дальнейшую жизнь, втягивает на свою орбиту друзей, родителей, педагогов. Многие выпускники работают в аэрокосмической отрасли, приводят в наши объединения своих детей. А значит, система работает и приносит свои плоды.

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ КОСМОНАВТИКИ В РОССИИ И В МИРЕ: ЗАДАЧИ И ВЫЗОВЫ

Д. И. Олиферович

Северо-западная межрегиональная общественная организация Федерация космонавтики РФ, e-mail: blackfield84@gmail.com

В последние годы популяризация достижений космонавтики и космических технологий приобретает все большую актуальность, как в России, так и в мире. Данная тенденция отражает возросший интерес к космонавтике в мировом сообществе на фоне достижений новых автоматических межпланетных научных миссий (например, марсоходов), достижений астрономии и астрофизики (в частности, в сфере поисков экзопланет) и готовящегося возвращения пилотируемой космонавтики разных стран мира за пределы низкой околоземной орбиты (будущие полёты международных экипажей на Луну и Марс).

Немалый интерес вызывают у общественности и успехи частной космонавтики последних двух десятилетий. В значительной степени интерес публики усиливает и всеобщая доступность информации о космических программах. Социальные сети и новостные ресурсы, доступные в режиме онлайн, позволяют без помех следить за ходом научных программ космических телескопов, лунных и марсианских аппаратов, миссий к внешним телам Солнечной системы в режиме реального времени или с минимальной задержкой. Таким образом, компьютерные технологии дают в руки популяризаторов космонавтики и космических технологий мощный инструментарий для образовательных мероприятий, который позволяет многократно повысить результативность данных мероприятий.

Ситуация в российской популяризации космонавтики в целом следует общемировым тенденциям, имея, при этом, свои особенности. Следует отметить, что популяризация космонавтики рассматривается как часть популяризации точных наук и технологий в целом и может служить своеобразной дверью в мир физики, химии, астрономии, астрофизики и так далее. Тем не менее, у популяризации космонавтики есть своя специфика и, отчасти, своя аудитория. Хотя популяризация космонавтики — явление не новое, существовавшее ещё во времена СССР, видно его возрождение в нашей стране начиная с 2000-х годов. За это время в крупных городах России сложилась традиция проведения научно-популярных фестивалей («Старкон», «Гик-пикник», Science Fest, VKFest и др.) и появились постоянные площадки на базе различных университетов и учреждений, в которых проводятся научно-популярные лекции сотрудников космической отрасли, учёных, причастных к данной отрасли, а также энтузиастов-популяризаторов космонавтики. Регулярно публикуются научно-популярные книги и журналы о космонавтике на русском языке. В Санкт-Петербурге особенно хотелось бы отметить продуктивную деятельность Северо-западной организации Федерации космонавтики РФ. Усилиями данной организации проводится, в частности, ежегодный городской праздник в Петропавловской крепости, посвящённый Дню космонавтики, к участию в котором привлекаются молодые волонтёры и популяризаторы космонавтики.

Следует также обратить внимание и на некоторые вызовы и трудности, с которыми сталкивается популяризация космонавтики, как в России, так и в целом в мире. В частности, это все ещё недостаточная информированность населения об истории космических полётов, современных космических технологиях и о будущей стратегии космонавтики. Также отметим все ещё недостаточный, на наш взгляд, охват населения (в особенности, молодёжи) в нашей

стране, что нередко негативно влияет на уровень знаний и общего представления о космической отрасли среди россиян. Другим серьёзным вызовом является развенчание мифов о космонавтике, в частности, миф о так называемом «лунном заговоре», миф о космонавтах, якобы летавших в космос прежде Юрия Гагарина, бытующее среди значительной части энтузиастов космонавтики мнение о превосходстве американской частной космонавтики над российской космонавтикой.

Насущной задачей популяризаторов космонавтики в 2020-е годы нам видится борьба с данными мифами, увеличение охвата населения просветительскими мероприятиями и повышение качества популяризации космонавтики в целом. Для данной задачи целесообразно расширять использование сети интернет, в частности, социальных сетей, сервисов YouTube и Instagram. Одним из преимуществ онлайн образования является возможность быстрой обратной связи, что помогает своевременно учитывать запросы общественности и повышать качество образовательного материала. Помимо этого необходимо охватывать такие аспекты космонавтики, которые сегодня, на наш взгляд, слабо представлены в популяризации, а также привлекать молодых специалистов и энтузиастов в ряды популяризаторов космонавтики и волонтёров научно-популярных мероприятий.

ДЕТСКИЕ КНИГИ О КОСМОНАВТИКЕ, ИЗДАННЫЕ В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ И РОССИИ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

М. Н. Охочинский

Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург, e-mail: mno1955@yandex.ru

Речь пойдёт о книгах, посвящённых космонавтике и ракетной технике и издаваемых для детской читательской аудитории, которая, в принципе, включает возраст, сегодня обозначаемый как «6+» и «12+» (в его начальный период). Иначе говоря, это издания, по которым молодой гражданин нашей страны должен знакомиться с космонавтикой, получать первые представления о её истории и о технической стороне дела.

Общепризнанно, что космонавтика и ракетостроение входят в ту область человеческого знания, которая в значительной степени определяет уровень развития любого государства. Причём речь тут идёт не только о развитии технологическом и научно-техническом, но и социальном и духовном. От того насколько общество осознаёт важность исследования Вселенной и для своей страны, и человечества в целом, от того, способно ли это общество поставить перед наукой и техникой соответствующие задачи, в большой степени зависит право такого государства претендовать на роль одного из лидеров мирового сообщества.

Для того чтобы космонавтика могла не просто существовать, но развиваться, необходим постоянный приход в неё молодых людей, мотивированных на работу в этом выбранном направлении, для чего, на наш взгляд, необходимо выполнение следующих условий:

1. Раннее формирование профессиональной мотивации, и здесь большую роль играет своевременно полученная информация и о будущей профессии, и обо всей ракетно-космической отрасли. Несмотря на существенное расширение, начиная со второй половины XX века, источников подобной информации, важнейшим из них продолжает оставаться литература, книги, а отнюдь не кино, телевидение или визуальный ряд интернета, как это могло бы показаться. Как отмечал в 1960-е гг. канадский философ и социолог Г. Маркузе, «...дети должны слушать сказки и читать книжки, представлять себе описываемый мир, мыслить. Тогда у них в мозгу будет развиваться «зона воображения». Увиденное глазами... изображение будит *эмоции* (курсив мой — *О. М.*), а не мысли...» (цит. по [1], с. 347).

2. Достоверное освещение истории космонавтики, при этом такая информация должна отражать реальный процесс становления и развития этой области знаний, а не картину, откорректированную в соответствии с чьими-то представлениями или предпочтениями. Любые, намеренные или неосознанные, искажения информации рано или поздно вскроются, что может вызвать разочарование в выбранном направлении деятельности, и это чревато как снижением качества выполняемой работы, так и последующим уходом человека в другую область деятельности.

Учитывая эти условия, мы постараемся проанализировать содержание книг о космонавтике и ракетной технике, которые увидели свет в нашей стране.

Детские книги о космосе, *изданные в Советском Союзе*. Рассмотрим с точки зрения выполнения приведённых условий три издания — это «типичные представители» детских космических книг того времени.

М. П. Баранова и *Е. С. Велтистов* «Тяпа, Борька и ракета», приключенческая повесть 1962 г., написанная по «горячим следам» полётов первых советских кораблей-спутников с собаками на борту.

«Повесть о бродячих собаках, которые стали знаменитыми» [2], как говориться в аннотации. Отметим, что в 2015 г. книга была переиздана без изменений и дополнений. Удивительно, но и сегодня, более чем полвека спустя, повесть продолжает, что называется, *читаться*, и не просто читаться, а давать массу полезной информации, как в плане истории освоения космоса, так и по отдельным научным дисциплинам — физике, биологии, медицине. Казалось бы — вполне традиционный детский сюжет о приключениях советских мальчиков и девочек, разыскивающих пропавшую собаку, которая попадает «на космическую подготовку» и в результате отправляется в полёт. Книга воспринимается с большим интересом, и, надеемся, поможет ещё не одному школьнику заинтересоваться космонавтикой.

Павел Клушанцев «Станция «Луна», книга, появившаяся в Ленинграде в 1965 г., с прекрасными иллюстрациями Е. Войшвилло и Ю. Киселева. Космическая эра человечества уже началась, исследования космоса развивались и имели, как тогда казалось, понятные цели. Как пишет автор, «...побывав на других планетах, человек сделается гораздо умнее, „взрослее“. Он будет „видеть Землю насквозь“... Человек станет трудиться на Земле „с полным знанием дела“, как настоящий, хороший хозяин. Поэтому человек и готовится к космическим путешествиям. И, конечно, первой станцией в этом великом походе человека к другим мирам будет планета Луна» ([3], с. 5).

В книге последовательно рассмотрена история полётов к Луне советских и американских автоматических станций: «...в 1957 году мы первыми запустили спутник Земли. А в 1958 году американцы начали штурм Луны...» ([3], с. 6), неудачи и победы на этом пути, направления научных исследований Луны и её поверхности. Дано достаточно подробное — из текста ясно, что по состоянию на 1964 г. — описание американской лунной программы «Аполлон» с содержательными цветными тоновыми иллюстрациями, кстати, со всеми в будущем проявившимися её достоинствами и недостатками.

Поскольку в детском издании трудно обойтись без приключений, дальнейшее изложение материала строится по вполне традиционной схеме: «...В космическом корабле неожиданно оказались свободные места! Можем взять на Луну несколько смелых любознательных ребят! Пусть срочно собираются! Вылет завтра утром!» ([3], с. 16). И в ходе этой экспедиции-экскурсии дети узнают о многовековой истории изучения Луны, о ракетах как средствах полёта в космическое пространство, о лунном дне и лунной ночи, о строении лунной поверхности и т. п. Главы «Луна человеческая» и «Вторая Земля» рассказывают о будущем промышленном освоении естественного спутника нашей планеты.

Материал излагается технически грамотно, воспринимается легко, иллюстрации подробные, тщательно выполненные графически, размещены именно там, где они помогают лучше разобраться в достаточно непростых вопросах. Книга выдержала несколько изданий и сегодня является библиографической редкостью.

Иво Штука и *Теодор Ротрекл* «Шесть дней на Луне-1». Книга в переводе с чешского вышла в издательстве «Артия» (Прага) в 1965 г. (оригинальное издание — 1963) и была построена как многодневная экскурсия группы школьников в Музей звездоплавания при станции «Луна-1», который размещается именно там — на Луне. С одной стороны, это рассказ о мечте человечества о полётах вообще и о космических путешествиях в частности, отсюда — и наличие в воображаемом музее залов зарождения и развития воздухоплавания и авиации, ракетной техники и космонавтики; с другой — история науки и техники, реальные факты развития космических исследований, перспективы освоения космоса, переданные через конкретные эпизоды, якобы уже имевшие место при космических полётах, а также рассказ о физических основах космических полётов.

Вот, например, объяснение принципа реактивного движения: «... Наш <воздушный> шарик представляет собой сосуд, в котором под давлением находится газ. Газ... с одинаковой силой давит на все стенки сосуда — сосуд пребывает в состоянии покоя. Но давайте разожмём пальцы — воздух зашипит, с силой распрямит носик, и шарик полетит в обратную сторону. То, что произошло, — это самое простое проявление закона действия и противодействия (реакции). Иначе говоря, мы сейчас с вами построили простейший реактивный двигатель...» ([4], с. 143). И рядом — соответствующая иллюстрация, а также схема ракеты и фотография макета ракеты К. Э. Циолковского.

Текст, имитирующий прямую речь экскурсовода, имеющего большой запас времени — целых шесть дней, хорошо сочетается с подлинными фотографиями и рисунками недавнего прошлого, а также цветными изображениями космической техники недалёкого будущего (как она виделась художникам в начале 1960-х). А в заключение авторы, говоря о том, что развитие космонавтики опережает самые смелые ожидания, отмечают: «...Книжку вместе с нами писал, дополнял и переписывал молодой космический век. И мы счастливы, что вместе с вами творим его» ([4], с. 211).

Даже краткий анализ этих советских детских космических изданий даёт возможность сделать несколько важных выводов.

Во-первых, можно констатировать хорошо сочетание изложения физических законов, на которых базируется космонавтика, описаний реально существующей техники и проектов космической техники ближайшего будущего. При этом обычно изложение материала сюжетно накладывалось на экскурсию в реальный музей и фантастический лунный город.

Во-вторых, книги (даже детские приключения) содержали иллюстрации, выполненные технически достоверно и наглядно демонстрирующие особенности космических систем, причём даже при достаточно несовершенной полиграфической базе того времени.

И, в-третьих, изложение фактов истории космических исследований по большому счёту соответствовало действительности, включая и те случаи, когда эта действительность показывала первенство той или иной страны в «космической гонке».

Детские книги о космосе XXI века. Таких книг издано к настоящему времени достаточно много, причём особенно интенсивно их начали издавать после 2010 г. Книги эти различны по возрастной аудитории и излагаемому материалу, по объёму текстовой части и подбору иллюстраций, по формату и наличию «внутренней механизации». Но, при всём внешнем разнообразии, детские издания обладают определёнными общими чертами, в которых явственно проявляются современные тенденции создания и печати подобной литературы.

3. Большинство этих книг появились уже в эпоху цифровой фотографии и компьютерной печати, поэтому их оформление, вне зависимости от места издания и тиража, всегда лучше и качественнее, чем у изданий, появившихся полвека назад. Каждая книга представляет собой достойную работу художника-оформителя и дизайнера, что отличает их от многих советских детских книжек. Как и положено, юному читателю предоставляется возможность открывать различные окошки, вскрывать конверты с чертежами, перемещать объёмные бумажные конструкции, вклеивать в нужные места прилагаемые наклейки.

4. Научные факты и технические подробности, приводимые в недавно изданных книгах, соответствуют современному представлению о Вселенной, о происхождении звёзд и планет, а также физическим основам ракетно-космической техники. Если сравнивать эти книги с ранее рассмотренными изданиями, то и в том, и в другом случае цели, поставленные авторами, можно считать достигнутыми, основное представление о технической части юный читатель получает. Несколько огорчает, что уклон в современных книгах сделан

в сторону именно внешней привлекательности, порой яркость и оригинальность издания несколько мешает нормальному восприятию научно-технического материала.

5. Если продолжать сравнивать содержание детских книг, изданных «тогда» и «сейчас», то можно отметить ещё одну тенденцию, крайне неприятную: порой при чтении книг не покидает ощущение, что редактор, даже если таковой и обозначен, практически не работал.

Например, чего стоит утверждение, что «...на российских космических кораблях твёрдые и жидкие отходы (здесь: отходы жизнедеятельности человеческого организма — *О. М.*) консервируют, а затем в специальных контейнерах отправляют на Землю на кораблях «Прогресс» ([5], с. 40)? Или вот неподписанное изображение (объёмное, воспринимаемое при помощи с прилагаемых очков), помещённое в «3D-энциклопедии» ([6], с. 36–37): оно способно насмешить любого, кто знаком с предметом: американский «Space Shuttle», размещённый на боковой поверхности стоящей на пусковом столе ракеты-носителя «Сатурн-5» (Saturn V). Хотя место издания этой книги — Минск, но распространяется она в нашей стране... И другие ошибки и «ляпы», смешные и нелепые, настолько бросаются в глаза, что хочется с грустью вспомнить старую отечественную редакторскую школу.

6. Издаваемые сегодня книги действительно появляются спустя более полувека после начала космической эры, когда практическая космонавтика получила вполне конкретную, по большей части неплохо «запротоколированную» историю. С одной стороны, это обстоятельство несколько облегчает работу создателей «детской космической библиотеки», поскольку им есть из чего выбирать реальные события, реальные технические объекты и не менее реальные исторические личности; основная задача здесь — грамотное и доступное для детского восприятия изложение. С другой стороны, именно обилие фактов, персонажей и космических систем создаёт определённые трудности: в данном случае детские авторы должны обладать достаточными техническими знаниями, чтобы их выбор обеспечил и занимательность, и ту самую достоверность, о которой мы говорили выше.

И здесь, к сожалению, достаточно много примеров, когда авторы, переводчики и, скорее всего, издатели плохо знают историю своей страны и потому в выборе фактов и персонажей слепо следуют иностранным образцам.

Когда в «энциклопедии знатока» — перевод с французского — упоминается ракета Р-7 «*...в четыре раза мощнее американской ракеты „Редстоун“*, которая *„...активно использовалась на протяжении долгого времени“*» ([5], с. 41), это звучит достаточно близко к истине. Но дальше возникает вопрос: почему в этой энциклопедии, изданной для российских детей, приведены изображения лишь ракет «Фау-2» (Vergeltungswaffe-2, Германия), «Ариан» (Ariane, Франция), «Сатурн-5», «Атлас» (Atlas) и «Спейс шаттл» (Space Shuttle, США)? Из отечественных такой чести удостоился лишь «Протон» (стилизованный рисунок), а изображения упомянутой ракеты Р-7 (*разг.* «семёрка») вообще нет.

Если 10 % содержания издаваемой в России книги посвящено отечественным достижениям в космосе, а остальное — история американских экспедиций на Луну, программы Space Shuttle и достижений американского же сегмента Международной космической станции (МКС), как это сделано в книге М. Голдсмита [7] (пер. с англ.), то эта диспропорция сразу бросается в глаза. Правда, лишь тому, кто знает историю космонавтики более подробно, а не тому, кто будет изучать её по этой книге («для чтения взрослыми детям», так указано на обложке). Что же, вполне понятно, когда в *американской* книге на первое место выходит история освоения космоса именно *американцами*.

Но стоит ли воспроизводить дословно такое издание, когда познавательная книга предназначена для российских детей?

Подчеркну, что речь не идёт о сознательном искажении фактов или, в современной терминологии, о «фальсификации истории». Нет, ничего подобного в таких публикациях не наблюдается. Скорее, можно говорить именно об определённом перекосе в текстах иностранных авторов, и это нашло отражение в иностранных же изданиях, которые используются при подготовке наших, отечественных книг.

Что вовсе не оправдывает их уже упомянутых составителей, переводчиков и издателей: нужно разбираться в том материале, который готовишь для просвещения и воспитания подрастающего поколения своей страны.

Общий вывод здесь понятен и однозначен: издание детских космических книг необходимо было и раньше, на заре космонавтики, необходимо оно и в наше время. При этом сегодня, как никогда, требуется более тщательная подготовка книг и в научном, и в историческом плане. При сохранении той полиграфической привлекательности, которая уже достигнута.

А для этого книгоиздательством должны заниматься не случайные авторы-составители, нацеленные только на конечный, чаще всего, финансовый результат. Нужны люди, обладающие определёнными познаниями в области истории и теории космонавтики, заинтересованные и мотивированные.

Одним из примеров такого издания, подготовленного именно заинтересованными авторами, является книга Д. Кострюкова и З. Суровой с длинным трудновоспроизводимым названием «Космос. Невероятные истории о...» [8]. Книга-комикс, в которой и выверенный текст, и соответствующие изображения (рисунки, фотографии, коллажи) рассказывают историю ракетно-космической техники, историю инженерных открытий и человеческих свершений. Удивительно, но в комиксе, к которому у нас принято относиться достаточно скептически, нашлось место Циолковскому и Королёву, Гагарину и Армстронгу, руководителю государства — Хрущёву, разговаривающему по телефону с первым космонавтом после его приземления, — и некоему безымянному полицейскому, обеспечивающему безопасную транспортировку ракеты-носителя. На страницах книги соседствуют «Восток» и «Аполлон», незаслуженно забытый в детских книгах наш автоматический «Луноход-1» и американский лунный модуль, транспортный «Союз» и МКС, центрифуги и спускаемые аппараты, опускающиеся на парашютах в бескрайних степях. Всё это описано, соединено, прорисовано с хорошим знанием дела, с уважением и, можно сказать, с любовью к читателю.

Авторами книги стали люди, изначально мало что знавшие о космонавтике. Как писал журнал «Русский репортёр», это «*...история двух молодых людей, которые Ленина и в гробу-то не видели, но потратили два года своей жизни на сложнейшее издание, посвящённое самому важному советскому достижению...*» [9]. И в результате этих двух лет и огромной работы получилось оригинальное издание, имеющее точный читательский адрес и действительно бьющее в точку.

Завершит наш краткий обзор книга *В. Климентова* и *Ю. Сигорской* «Вперёд, в космос! Открытия и достижения» [10], которую сразу стоит признать несомненной удачей. Один из авторов книги является заместителем директора Музея космонавтики (Москва) по научной работе, поэтому возможности, которые предоставляет и архив музея, и его экспозиция, были использованы в издании сполна. Текст написан живым, ярким языком, и опирается на проверенные исторические факты. Используются исторические фотографии (высочайшего качества), а рисунки и схемы подготовлены именно для этого издания. Художником книги выступил *А. Г. Шлядинский*, на сегодняшний день — один из лучших в России специалистов в области

космической иллюстрации. Это полиграфически прекрасно исполненное, выверенное описание истории отечественной и, естественно, зарубежной ракетно-космической науки и техники является, на наш взгляд, одним из лучших изданий по космонавтике за последнее десятилетие, и не только среди книг для детей и юношества. О недочётах, которые при тщательном изучении текста отыскать можно всегда, говорить не хочется, настолько они здесь незначительны.

В заключение подчеркнём, что человек, приходящий в космонавтику, должен знать и её историю, и направления её развития, а также осознавать значение ракетной техники для будущего своей страны. И без детских книг, которые, рассказывая о космосе, развивая «зону воображения», готовят смену тем, кто сегодня работает в отечественной аэрокосмической промышленности, дальнейшее развитие этой отрасли станет проблематичным.

Литература

1. *Масленников И. Ф.* Из личной кинопрактики. 2-е изд., доп. СПб.: Амфора, 2011. 416 с.
2. *Баранова М. П.*, *Велтистов Е. С.* Тяпа, Борька и ракета. М.: Детгиз, 1962. 160 с.
3. *Клушанцев П.* В. Станция «Луна». Л.: Детская литература, 1965. 64 с.
4. *Штука И.*, *Ротрекл Т.* Шесть дней на «Луне-1» / пер. с чеш. М. Реллиба. Прага: Изд-во «Артия», 1965. 212 с.
5. *Санье К.* Космос: энциклопедия знатока / пер. с фр. А. Дамбис. М.: Махаон, 2012. 128 с.
6. *Суматохина О. И.* Космос. 3D-энциклопедия. Минск: Харвест, 2013. 48 с.
7. *Голдсмит М.* Космос. Великие путешествия / пер. с англ. Е. Кармановой. СПб.: Изд-во «Питер», 2014. 48 с.
8. *Кострюков Д.*, *Сурова З.* Космос. Невероятные истории о ракетах и космических станциях, о героях и изобретателях, о прыжках по Луне и инопланетянах, о запахе космоса и 16-ти рассветах в сутки, о невесомости и полётах со скоростью 28 тысяч км/ч! М.: Изд. домик Дорофеевой, 2012. 76 с.
9. *Кондратова Н.* Космос в реале. Как сделать детскую книгу из болевых точек своего поколения // Русский репортёр. 2012. № 18(247). С. 56–61.
10. *Климентов В.*, *Сигорская Ю.* Вперёд, в космос! Открытия и достижения. СПб.; М.: Речь, 2016. 112 с. (Сер. «Речь о России»).

ИЗ ИСТОРИИ КАФЕДРЫ «РАКЕТОСТРОЕНИЕ» БАЛТИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА «ВОЕНМЕХ» ИМЕНИ Д. Ф. УСТИНОВА

М. Н. Охочинский, В. А. Бородавкин

Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург,
e-mail: mno1955@yandex.ru, pror-ur@bstu.spb.su

Кафедра «Ракетостроение» Балтийского государственного технического университета «Военмех» имени Д. Ф. Устинова, ранее — Первая кафедра Ленинградского военно-механического института, была создана в соответствии с Постановлением Совета Министров от 13 мая 1946 г. СССР № 1017-419сс «Вопросы реактивного вооружения». В пункте 29 Постановления было предписано организовать подготовку инженеров и научных работников по реактивной технике, «...обеспечив первый выпуск специалистов по реактивному вооружению по высшим техническим учебным заведениям не менее 200 человек и по университетам не менее 100 человек к концу 1946 года» ([1], с. 35). И 8 июля 1946 г. соответствующим приказом Министра высшего образования СССР в Ленинградском военно-механическом институте был организован факультет реактивного оружия (конструкторский), а на нём — кафедра № 1 «Проектирование и технология производства ракет» ([2], с. 67).

Кафедра № 1, за годы своего существования поменявшая несколько названий и в начале 1900-х гг. получившая своё современное имя — кафедра «Ракетостроение», дала «путёвку в жизнь» более чем пяти тысячам специалистов-ракетчиков.

Одним из первых следует назвать знаменитого конструктора ракетно-космической техники, дважды Героя Социалистического труда *Дмитрия Ильича Козлова*, выпускника «Военмеха» 1945 г., который в апреле 1946 г. окончил специальные курсы по реактивному движению, организованные при Ленинградском военно-механическом институте, курсы, ставшие первым шагом к созданию кафедры № 1 [3].

Другие, не менее знаменитые выпускники кафедры, выдающиеся учёные и конструкторы, внёсшие большой вклад в развитие ракетостроения и космонавтики, — дважды Герой Социалистического труда академик *Владимир Фёдорович Уткин*, Герой Социалистического труда, Герой Труда России *Герберт Александрович Ефремов*, Герои Социалистического труда *Владимир Леонидович Клейман*, *Михаил Иванович Галась*, *Владимир Сергеевич Соколов*.

Необходимо упомянуть и руководители ряда крупнейших российских аэрокосмических предприятий, таких, как член-корреспондент РАН, Генеральный конструктор *Николай Алексеевич Тестоедов*, директор Машиностроительного завода им. М. И. Калинина (Екатеринбург) *Николай Владимирович Клейн*, руководитель — в недавнем прошлом — Концерна ПВО «Алмаз – Антей» *Владислав Владимирович Меньщиков*. Среди выпускников кафедры — лётчики-космонавты *Георгий Михайлович Гречко* и *Сергей Константинович Крикалёв*, космонавт-испытатель Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина *Иван Викторович Вагнер*.

Нам представляется целесообразным более подробно рассказать, каковы особенности имеет обучение на кафедре «Ракетостроение» (которые всегда определяли и определяют высокие профессиональные качества её выпускников), и в чём состоят задачи, которые кафедра ставит перед собой сегодня.

Что позволяло всегда говорить о высоком качестве подготовки и о востребованности выпускников кафедры «Ракетостроение»? Причём о востребованности не только в ракетно-космической сфере,

но и в других областях человеческой деятельности, включая руководство крупными отраслями отечественной промышленности и даже политику.

Это, во-первых, преподавательский состав кафедры. Изначально, с середины 1940-х годов, он формировался как из сотрудников института, имевших богатый довоенный опыт преподавания, так и демобилизовавшихся офицеров, артиллеристов и ракетчиков, в годы Великой Отечественной войны использовавших ракетные системы на практике. Уже в первые годы работы кафедры такой подход к формированию коллектива дал прекрасные результаты, обеспечив приход в молодую ракетостроительную промышленность хорошо подготовленных инженеров. В последующие годы, и, в особенности, в настоящее время, на кафедру в качестве преподавателей приходят её выпускники, имеющие немалый опыт практической работы в ракетно-космической отрасли и, в большинстве случаев, дополнительное университетское образование в области физико-математических наук.

Во-вторых, важную роль играли и играют заложенные с первых дней традиции преподавания, основанные, говоря современным языком, на системном подходе к рассматриваемым проблемам, универсальности подготовки, распространяемой на ракетные системы самых различных классов, но, при этом, её чёткой объектовой направленности.

В-третьих, с первых дней работы кафедры преподавание велось в кабинете материальной части ракетного оружия, изначально укомплектованном образцами отечественного реактивного вооружения времён Великой Отечественной войны и трофейной немецкой ракетной техникой. В учебном процессе использовались, в частности, реактивные снаряды отечественных РСЗО (реактивных систем залпового огня), немецкие самолёт-снаряд «Фау-1» и баллистическая ракета «Фау-2», зенитные ракеты «Шмиттерлинг», «Хеншель», «Тайфун». Позднее на кафедре появилось первые советские баллистические ракеты Р-1 и Р-2, затем — ракеты 8К51 и 8К99, образцы противотанкового, зенитного и авиационного ракетного оружия [4]. В настоящее время в кабинете материальной части содержатся современные образцы ракетных систем самого различного назначения — более 40 изделий, снабжённых подробными описаниями и методическими пособиями, в том числе и мультимедийными презентациями.

В-четвёртых, отметим тесную связь кафедры с ведущими предприятиями отрасли и активное участие всех сотрудников в научно-исследовательской работе с последующим использованием полученных в НИР результатов в учебном процессе [5].

Так, исследования кафедры в области газодинамики старта и разделения ступеней, горения твёрдого топлива, точного измерения расхода, выполненные в 1960—1980-х гг., стали реальной основой базовых лекционных курсов, на которых воспитывалось не одно поколение специалистов. Работы в области автоматизированного проектирования ракетных систем и элементов их конструкции широко использовались для развития нового для середины 1980-х гг. направления подготовки. Тогда на кафедре была создана одна из первых в стране САПР ракетных транспортных систем, внедрённая позднее в учебный процесс университета в целом (руководил работами профессор В. В. Шкварцов, являвшийся в то время заведующим кафедрой) [6]. А научные исследования в области гидроэкологии, развёрнутые на кафедре в 1990-е гг. на базе её «конверсионных» разработок (руководитель — профессор М. М. Степанов) [7], стали одной из составляющих организации подготовки по специальности «Специальные организационно-технические системы», активно ведущейся на кафедре в последние годы.

Добавим, что на кафедре «Ракетостроение» в начале этого десятилетия были созданы авторские классы для специализированной

подготовки студентов старших курсов с ориентацией на корпоративные стандарты ОАО «Российские железные дороги». Это — ещё одно из направлений деятельности кафедры, результаты которого позволяют говорить об успешной адаптации к требованиям сегодняшнего дня.

И, наконец, в-пятых, кафедру отличает широкое привлечение студентов к участию в её научных исследованиях. Участие студентов в научных конкурсах, олимпиадах и смотрах всячески поощряется. Кафедра активно сотрудничает с различными школьными и молодёжными коллективами, работающими в области космического образования, в частности, с Юношеским клубом космонавтики Санкт-Петербургского Дворца творчества юных, оказывая консультации и помощь будущим космическим инженерам в создании малого космического аппарата AnSAT. Результатом такой политики кафедры по развитию научно-технического творчество её студентов явилось присуждение в разные годы престижной Молодёжной премии Санкт-Петербурга в номинации «Наука и техника» двум молодым представителям кафедры, значительное число патентов, полученных в последние годы студентами-старшекурсниками и аспирантами.

Здесь можно ещё добавить, что впечатляющие результаты, достигнутые в подготовке инженеров-ракетчиков, позволили кафедре «Ракетостроение» несколько раз выступать за прошедшие более чем семьдесят лет в качестве базы для создания в «Военмехе» новых кафедр. В частности, готовящих специалистов в области аэродинамики и динамики полёта, проектирования ракетных двигателей, космических аппаратов и разгонных блоков. Эти коллективы, получившие в момент своего образования существенную методическую и кадровую поддержку кафедры «Ракетостроение», в настоящее время успешно продолжают свою работу.

Реалии сегодняшнего дня предъявляют к выпускникам высших учебных заведений новые требования, что обуславливает необходимость углубления интеграционных процессов и. как принято говорить, расширение научно-образовательного пространства. Цель в данном случае преследуется одна — дальнейшее повышение качества подготовки специалистов и конкурентоспособности выпускников, как на внутреннем, так и на внешнем рынке труда. В связи с этим коллективом кафедры «Ракетостроение» сформулированы и, как нам представляется, вполне успешно решаются следующие задачи.

1. Повышение качества абитуриентов, ежегодно приходящих на кафедру. Тут, помимо регулярной профориентационной работы, силами сотрудников кафедры созданы и достаточно эффективно функционируют профильные военно-инженерные классы в Коломне (Московская область, базовое предприятие — Конструкторское бюро машиностроения) и в Кирове (базовое предприятие — Вятское машиностроительное предприятие «АВИТЕК»). Выпускники этих классов в первую очередь ориентированы на поступление на специальности и направления ракетно-космического профиля.

2. Развитие материальной базы кафедры, включая и современные средства вычислительной техники, и перспективное программное обеспечение, и учебные образцы и макеты современных образцов вооружения и военной и космической техники, в том числе — через сеть именных аудиторий ведущих предприятий ракетно-космической отрасли. В настоящее время в состав кафедры входят именные аудитории Концерна воздушно-космической обороны «Алмаз–Антей» и КБ «Арматура» (Ковров), оснащённые макетами образцов ракетно-космической техники, современными компьютерами и программным обеспечением, мультимедийными системами.

3. Дальнейшее привлечение молодёжи к научной и образовательной деятельности, повышение квалификации преподавателей, их стажировки на ведущих предприятиях ракетно-космической отрасли, в том числе и на космодромах Плесецк, Байконур

и Восточный. Осуществляется тесное взаимодействие с производителем отечественного программного обеспечения — фирмой АСКОН, в учебном процессе широко представлены современные аддитивные технологии.

4. Расширение сотрудничества с профильными предприятиями, в том числе через целевую подготовку и базовые кафедры, которые в данном случае должны стать инновационными площадками для приведения в соответствие интересов предприятий-заказчиков квалифицированных кадров и кафедры, являющейся в такой постановке учебного процесса исполнителя чётко сформулированного заказа.

Кафедра «Ракетостроение» осуществляет активное взаимодействие с базовыми кафедрами Северо-западного регионального центра (СЗРЦ) концерна ВКО «Алмаз–Антей», ОАО «Климов», ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика М. Ф. Решетнёва», с кафедрой «Корабельное вооружение и морская робототехника» Центральное конструкторское бюро морской техники «Малахит». Успешно реализован договор на подготовку целевых магистрантов для ОАО «ВМП «Авитек» (входит в Концерн ВКО «Алмаз–Антей») по направлению «Ракетные комплексы и космонавтика».

Стоит подчеркнуть, что большинство преподавателей кафедры принимают самое активное участие в реализации программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки, в том числе и в рамках Федеральной программы «Новые кадры ОПК».

5. Интеграция гражданского и военного образования, направленная на повышение эффективности использования материальной базы и кадрового потенциала кафедры «Ракетостроение» и военного учебного центра (ВУЦ) БГТУ «Военмех». Сегодня ежегодно поступают на подготовку и обучаются на кафедре по совместным учебным планам более тридцати слушателей ВУЦ.

История создания и развития кафедры «Ракетостроение» была подробно изложена в монографиях, изданных в 2016 и 2017 гг. [8, 9].

Отметим, что направления, по которым будет развиваться кафедра «Ракетостроение» БГТУ «Военмех» имени Д. Ф. Устинова в ближайшие годы, намечены её коллективом достаточно чётко. Кафедра, в XXI веке опубликовавшая уже более 70 учебных пособий и 25 монографических изданий, имеет вполне положительно оцениваемые перспективы успешного развития.

Литература

1. Постановление Совета Министров СССР от 13 мая 1946 года СССР № 1017-419сс «Вопросы реактивного вооружения» // Советская космическая инициатива в государственных документах. 1946–1964 гг. / под ред. Ю. М. Батурина. М.: ИД «РТСофт», 2008. С. 30–36.
2. *Охочинский М. Н.* К истории подготовки инженеров-ракетчиков // Высшее образование в России. 2008. № 3. С. 66–69.
3. Приказ по Военно-Механическому институту № 29 от 25 января 1946 г. Архив БГТУ «Военмех» имени Д. Ф. Устинова. Приказы по институту за 1946 г. Л. 60.
4. *Чириков С. А.* Кабинет материальной части ракетного оружия кафедры «Ракетостроение» БГТУ «Военмех». История формирования коллекции XX веке // Труды Секции истории космонавтики и ракетной техники. Вып. 1-й. СПб.: БГТУ «Военмех», 2016. С. 123–135.
5. *Ельцин С. Н.*, *Охочинский М.* Н. Кафедра «Ракетостроение» // Факультеты и кафедры Балтийского гос. техн. ун-та «Военмех». История развития с 1932 по 2012 гг. СПб.: Аграф+, 2012. С. 23–31.
6. *Бызов Л. Н.*, *Охочинский М. Н.* Пакет прикладных программ «САПР ракетных транспортных систем». СПб.: БГТУ «Военмех», 2005. 116 с.
7. *Степанов М.* М. Научная деятельность учебно-научной лаборатории «ЛЭКРОС» кафедры «Ракетостроение» // Актуальные вопросы ракетостроения. Вып. 4. СПб.: БГТУ «Военмех», 2007. С. 119–124.

8. Школа главных конструкторов. К 70-летию кафедры Ракетостроение» БГТУ «Военмех» имени Д. Ф. Устинова / под ред. В. А. Бородавкина, М. Н. Охочинского. СПб.: Аграф+, 2016. 232 с.
9. Военмех. Ракеты. Космос. Космонавты. К 85-летию БГТУ «Военмех» имени Д. Ф. Устинова / под ред. В. А. Бородавкина, М. Н. Охочинского. СПб.: Аграф+, 2017. 384 с.

ПРОЕКТЫ МГУ В ОБЛАСТИ КОСМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И АСТРОФИЗИКИ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ: ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПОНЕНТА В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ РАБОТУ

М. И. Панасюк[1,2], В. В. Богомолов[1,2], Г. К. Гарипов[1], В. В. Калегаев[1], П. А. Климов[1], В. Л. Петров[1], М. В. Подзолко[1], И. А. Рубинштейн[1], С. И. Свертилов[1], В. И. Тулупов[1], И. В. Яшин[1]

[1] Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Москва

[2] Физический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Москва

Космические исследования в нашей стране неразрывно связаны с системой высшего образования. Достаточно вспомнить, что первые эксперименты в космосе в нашей стране были осуществлены в том числе и специалистами из Московского университета. С тех пор эта школа неразрывной связи космических наук с подготовкой кадров высшей квалификации развивается и активно участвует в выполнении как Федеральной космической программы, так и международных проектов. В течение всей истории космических исследований Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ) и физический факультет МГУ участвовали в осуществлении многих космических проектов как фундаментальной, так и прикладной направленности и в большей степени в области космической физики и астрофизики космических лучей. Именно эти традиции сохраняются до сих пор. Среди космических экспериментов, в которых НИИЯФ МГУ и физический факультет МГУ принимал участие в последние годы, эти направления космических наук продолжают быть актуальными.

Учёные вместе со студентами, аспирантами и преподавателями участвуют в выполнении проектов по радиационному мониторингу окружающего космического пространства на спутниках серии «Метеор», «Электро», «Глонасс» и на Международной космической станции, что представляется чрезвычайно важным для обеспечения безопасности космических миссий. Деятельность совместного коллектива распространяется и на исследования частиц высоких энергий — космических лучей с помощью аппаратуры на спутниках. Планируются астрофизические эксперименты и на лунной поверхности.

В последние годы МГУ им. М. В. Ломоносова разработана программа создания малых университетских спутников, позволившая привлекать студентов, аспирантов и молодых сотрудников к космическому эксперименту с первых этапов планирования и до осмысления полученных экспериментальных результатов. Кроме того, в рамках этой программы впервые в России был создан и успешно реализован космический практикум, в ходе которого студенты имеют возможность осуществлять анализ данных, непосредственно полученных в ходе космического эксперимента. Выполнение программы начато успешными запусками двух научно-образовательных микроспутников МГУ «Университетский – Татьяна» и «Университетский – Татьяна-2» и продолжено запуском космического аппарата «Ломоносов».

Основными целями экспериментальных исследований на спутниках «Университетский – Татьяна» и «Университетский – Татьяна-2» было изучение влияния солнечной и геомагнитной активности

на радиационную обстановку в магнитосфере, а также изучение свечений в атмосфере Земли.

Спутник «Университетский – Татьяна» был успешно запущен в преддверии 250-летия Московского государственного университета 20 января 2005 г. с космодрома «Плесецк» в качестве попутной полезной нагрузки. Сам спутник был создан в Конструкторском бюро «Полет» с использованием современных компьютерных технологий за рекордно короткий срок — в течение немногим более месяца. Научная аппаратуры для космического аппарата была разработана и изготовлена в НИИЯФ МГУ.

Помимо фундаментальных научных задач спутник «Университетский – Татьяна» был предназначен для решения ряда прикладных, в том числе:

- исследования влияния факторов космического пространства на бортовую радиоэлектронную аппаратуру;
- оперативной доставки измерительной информации с борта на наземный приёмный комплекс;
- экспериментальной отработки технологий использования навигационной аппаратуры потребителей космическая навигационная система (КНС) ГЛОНАСС на космических аппаратах;
- экспериментальной отработки малогабаритных бортовых служебных систем МКА: системы электропитания с использованием солнечных панелей трёх типов, многофункционального бортового комплекса управления, системы ориентации и стабилизации с двигателем-маховиком.

Спутник «Университетский – Татьяна» успешно функционировал больше двух лет, вместо запланированных шести месяцев [1]. В процессе эксплуатации спутника были выявлены особенности его поведения на орбите и отработана технология управления полётом. Система электропитания и связанная с ней система термостабилизации космического аппарата показали высокую надёжность и стабильность в работе. В то же время, оказалось, что экспериментальная солнечная батарея из аморфного кремния, установленная на спутнике наряду с другими, обладает существенным нескомпенсированным магнитным моментом, что внесло некоторые искажения в работу магнитометров и дестабилизировало систему ориентации и стабилизации космического аппарата. Тем не менее, алгоритм работы бортовой системы управления позволил стабилизировать аппарат по показаниям солнечных датчиков.

С проекта «Университетский – Татьяна» началось экспериментальное изучение в нашей стране интересных транзиентных явлений — очень быстрых вспышек света в ультрафиолетовом диапазоне в верхней атмосфере Земли. Природа таких явлений до сих пор остаются до конца не понятой. Дальнейшие исследования транзиентных световых явлений в атмосфере Земли стало одной из основных научных задач дальнейших космических экспериментов Московского университета на спутниках «Университетский – Татьяна-2», «Вернов» и «Ломоносов».

Второй научно-образовательный спутник Московского университета «Университетский – Татьяна-2», выполненный на новом технологическом и научном уровне, был успешно запущен 17 сентября 2009 г. с космодрома «Байконур» в качестве попутной полезной нагрузки. Спутник был изготовлен Научно-производственной корпорацией «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А. Г. Иосифьяна (Корпорация «ВНИИЭМ»). Научная аппаратура создана в НИИЯФ МГУ.

Система ориентации является критически важной для функционирования космического аппарата, обеспечения его работоспособности. На спутнике «Университетский – Татьяна-2» бортовая

система ориентации и стабилизации активного электромаховичного типа была разработана и отлажена на кафедре прикладной механики и управления механико-математического факультета МГУ совместно с АО «Корпорация ВНИИЭМ. Работы по подготовке эксперимента на малом космическом аппарате (МКА) «Университетский – Татьяна-2» выполнялись коллаборацией университетов и институтов России, Кореи и Мексики [2].

Научная аппаратура МКА «Университетский – Татьяна» и «Университетский – Татьяна-2» состояла из детекторов двух типов: детекторы заряженных частиц для регистрации непосредственно на орбите и детекторы ультрафиолетового (УФ) и красного-инфракрасного (ИК) излучений, регистрируемых в поле зрения, направленном к Земле. Аппаратура спутников, запущенных на полярную орбиту, может регистрировать потоки заряженных частиц практически из всех основных структурных областей магнитосферы Земли: радиационных поясов, авроральной зоны, высокоширотных полярных шапок. Это даёт возможность проводить фундаментальные и прикладные исследования глобальных явлений, охватывающих всю магнитосферу, и проявляющихся в областях, существенно различающихся по своим свойствам. К таким явлениям относятся, в частности, магнитные бури, которые являются откликом магнитосферы на взрывные процессы, происходящие на поверхности Солнца. Магнитные бури связаны с интенсивным энерговыделением в магнитосфере и в ионосфере и являются главным объектом исследований при прогнозировании состояния космической среды, которое в последнее время принято называть термином «космическая погода».

Успешный опыт космических экспериментов на спутниках «Университетский – Татьяна» и «Университетский – Татьяна-2» показал, что научно-образовательная программа космических миссий Московского университета имеет хорошие перспективы. Было принято решение о подготовке более масштабного проекта с использованием спутника, относящегося к классу малых космических аппаратов с массой полезной нагрузки до 130 кг. Такой спутник, получивший наименование «Ломоносов» в честь великого русского учёного — основателя Московского университета, был по заказу МГУ разработан и изготовлен в АО «Корпорация ВНИИЭМ им. А. Г. Иосифьяна», уже имевшей опыт сотрудничества с МГУ по космическому аппарату «Университетский – Татьяна-2». Вся научная аппаратура была разработана и изготовлена в Московском университете. Также как и в случае предыдущих проектов «Университетский – Татьяна» и «Унив ерситетский – Татьяна-2», студенты, аспиранты и молодые сотрудники МГУ были вовлечены во все стадии подготовки и реализации миссии «Ломоносов».

Российский университетский спутник «Ломоносов» был запущен 28 апреля 2016 г. на круговую солнечно-синхронную орбиту высотой ~500 км. Это был первый запуск с нового российского космодрома «Восточный». Основная научная задача миссии «Ломоносов» — изучение, так называемых, экстремальных явлений и процессов во Вселенной, т. е. процессов, происходящих при максимально возможном энерговыделении и с максимальной мощностью. К таким явлениям, источники которых находятся на очень больших — космологических расстояниях, относятся космические лучи предельной высоких энергий и космические гамма-всплески. Процессы, связанные с взрывным выделением энергии, которые также могут быть отнесены к экстремальным, происходят и в околоземном пространстве и даже в атмосфере Земли. Изучение подобных явлений, таких, как ускорение и высыпания магнитосферных электронов, высотные атмосферные электромагнитные разряды, также осуществляется на спутнике «Ломоносов». Соответственно научная аппаратура на спутнике «Ломоносов» по своему назначению охватывает все указанные выше задачи. На космическом аппарате установлены

следующие приборы: космический телескоп ТУС (трековая установка), предназначенный для регистрации по ионизационному свечению треков широких атмосферных ливней (ШАЛ) от космических лучей предельно высоких энергий (КЛПВЭ), комплекс приборов для изучения космических гамма-всплесков, включая гамма-детекторы БДРГ (блок детектирования гамма-излучения), оптические камеры широкого поля зрения ШОК, ультрафиолетовый и рентгеновский телескоп UFFO, прибор для регистрации космической радиации ДЭПРОН (дозиметр электронов, протонов и нейтронов), детектор электронов высоких энергий и магнитного поля ELFIN (Electron Loss and Fields Investigator), аппаратура для биомедицинских исследований IMISS-1 [3, 4].

Орбитальный телескоп ТУС является первым в мире прибором, предназначенным для регистрации треков космических лучей предельно высоких энергий (с энергией больше $7 \cdot 10^{19}$ эВ) в атмосфере Земли с борта искусственного спутника. Он представляет собой телескоп-рефлектор, состоящий из зеркала-концентратора френелевского типа большой площади (2 м), предназначенного для сбора и фокусировки слабого сигнала флуоресценции, порождаемой в процессе развития в атмосфере ШАЛ, и фотоприёмника, расположенного в фокальной плоскости зеркала. Детектор ТУС использует для измерения всю атмосферу в качестве гигантской мишени, в которой при попадании частицы развивается ШАЛ. Тем самым удаётся значительно увеличить площадь обзора даже по сравнению с самыми крупными наземными установками. Важным преимуществом орбитального телескопа является практически равномерная экспозиция по всей небесной сфере, что является важным фактором при исследовании анизотропии космических лучей ПВЭ и зависимости вида энергетического спектра от направления прихода космических лучей.

Орбитальный телескоп ТУС позволяет исследовать транзиентное УФ-свечение атмосферы разной длительности и природы: от широких атмосферных ливней, молниевых разрядов, транзиентных атмосферных явлений до метеоров и антропогенных источников.

Что касается космических гамма-всплесков, то на спутнике «Ломоносов» была обеспечена одновременная регистрация событий в оптическом, УФ, рентгеновском и гамма диапазонах, т. е. впервые были осуществлены одновременные мульти-волновые наблюдения. При этом был предусмотрен оперативный сброс информации о зарегистрированном гамма-всплеске в сеть GCN (Global City Net), также, как и возможность контроля событий по данным наземных установок, регистрирующих КЛПВЭ (Auger Observatory, Telescope Array (TA)), нейтрино высоких энергий (IceCube, ANTARES), гравитационные волны (LIGO). Наблюдения космических гамма-всплесков, проводимые на спутнике «Ломоносов», не требуют переориентации оптических инструментов. Это достигнуто за счёт использования оптических камер широкого поля зрения, которые расположены соосно с гамма-детекторами и осуществляют непрерывную запись изображений. Таким образом, имеется возможность не только фиксировать оптическую кривую блеска собственного излучения гамма-всплеска (prompt emission), но также и регистрировать оптическое излучение предшественников (precursors).

Для осуществления космического эксперимента на спутнике «Ломоносов» создан наземный комплекс, предназначенный для решения задач управления космическим аппаратом, а также приёма, обработки, архивации и распространения целевой информации.

Впервые на основе экспериментальной информации с первого университетского микроспутника «Университетский – Татьяна» разработана уникальная космическая образовательная программа для студентов вузов России — «Космический практикум» [5]. В настоящее время этот практикум пополнен новыми задачами на основе использования данных спутников «Университетский – Татьяна-2»

и «Ломоносов». Научная информация со спутников «Университетский – Татьяна», «Университетский – Татьяна-2» и «Ломоносов», полученная на пункте приёма космической информации, обрабатывается и хранится в Центре данных оперативного космического мониторинга НИИЯФ МГУ и доступна для свободного использования университетским сообществом на сайтах http://smdc.sinp.msu.ru/ и http://swx.sinp.msu.ru/. Для осуществления очного и дистанционного обучения создан интернет-сайт http://space.msu.ru. В результате студенты и аспиранты МГУ и сотрудничающих с МГУ университетов и других учебных заведений могут выполнять курсовые и дипломные работы на основе научной информации, полученной с научно-образовательных спутников Московского университета.

Другой важный аспект образовательной части космической программы Московского университета связан с вовлечением студентов, аспирантов и молодых учёных в подготовку и проведение космического эксперимента на всех его этапах, включая разработку аппаратуры, создание, настройку и калибровку приборов, обработку полученной информации. Эта деятельность ложилась в основу дипломных работ и кандидатских диссертаций студентов, аспирантов и соискателей кафедры физики космоса физического факультета МГУ. Так, при подготовке экспериментов на спутнике «Ломоносов» студенты непосредственно участвовали в создании и настройке электронных плат приборов ТУС, БДРГ, ШОК и ДЭПРОН, а затем в наземной экспериментальной отработке аппаратуры. В ходе проведения лётных испытаний студенты и аспиранты участвовали в анализе поступающей научной и телеметрической информации, а также в управлении космическим аппаратом, в частности, входя в состав дежурных оперативных смен. Так, именно студентами была создана программа, обеспечивающая автоматическую генерацию, так называемых, телеграмм GCN — сообщений о зарегистрированном гамма-всплеске, передаваемых в мировую сеть данных об этом явлении природы. По экспериментам на спутниках «Университетский – Татьяна», «Университетский – Татьяна-2» и «Ломоносов» защищено две кандидатские диссертации и более 20 дипломных работ.

Наработки по созданию космических приборов и методов анализа информации используются в читаемых студентам и аспирантам кафедры физики космоса лекционных курсах: «Экспериментальная космофизика», «Электронные приборы в ядерной физике», «Космомикрофизика», «Позиционно-чувствительные детекторы в космических исследованиях». Было проведено несколько школ для студентов, аспирантов и молодых учёных, посвящённых космическим проектам Московского университета. Такие школы проводились, как в МГУ, так и на базе ряда региональных университетов, в частности в Ульяновске, Чебоксарах, Костроме, Симферополе. В итоге некоторые студенты указанных университетов приезжали в МГУ на стажировку по тематике космических проектов, несколько человек поступили, а затем успешно окончили магистратуру и аспирантуру физического факультета.

Таким образом, можно сделать вывод, что в результате реализации научно-образовательных проектов МГУ «Университетский – Татьяна», «Университетский – Татьяна-2» и «Ломоносов» получен уникальный опыт вовлечения студентов, аспирантов и молодых научных работников в космические исследования. Космический практикум ежегодно выполняют более 30 студентов кафедры физики космоса, астрономического отделения и других кафедр физического факультета Московского университета. На основе этого опыта разработаны новые образовательные стандарты и методы подготовки специалистов для космических исследований, в том числе магистерские и бакалаврские программы по физике космоса и астрофизике космических лучей, а также магистерская программа по прикладным аспектам физики космических излучений. Опыт научно-образовательных

космических проектов Московского университета, безусловно, может быть полезен другим высшим учебным заведениям и научным организациям.

Литература

1. *Садовничий В. А.*, *Панасюк М. И.*, *Бобровников С. Ю.* и др. Первые результаты исследования космической среды на спутнике «Университетский – Татьяна» // Косм. исслед. 2007. Т. 45. № 4. С. 291–305.
2. *Садовничий В. А.*, *Панасюк М. И.*, *Яшин И. В.* и др. Исследование космической среды на микроспутниках «Университетский – Татьяна» и «Университетский – Татьяна-2» // Астроном. вест. 2011. Т. 45. № 1. С. 5–31.
3. *Садовничий В. А.*, *Амелюшкин А. М.*, *Ангелопулос В.* и др. Космические эксперименты на борту спутника МГУ «Ломоносов» // Косм. исслед. 2013. Т. 51. № 6. С. 470–477.
4. *Sadovnichii V. A.*, *Panasyuk M. I.*, *Amelyushkin A. M.* et al. “Lomonosov” Satellite—Space Observatory to Study Extreme Phenomena in Space // Space Science Reviews. 2017. V. 212. No. 3–4. P. 1705–1738.
5. *Панасюк М. И.*, *Радченко В. В.*, *Богомолов А. В.* и др. Космический практикум: учеб. пособие. М.: Университетская кн. 2006.

НАУЧНО-ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ПЛОЩАДКА РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ШКОЛЬНИКОВ

В. А. Пиккиев, Т. А. Ширабакина

Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ), Курск,
e-mail: rw3ww@mail.ru
Курская областная молодёжная спортивная общественная организация «СПОРАДИК»

Популяризацию технического творчества и формирование положительного представления о профессиях инженера-конструктора, инженера-схемотехника, программиста создаёт условия для реализации стремления к изучению науки, техники и совершенствованию знаний, для самообразования и индивидуализации молодёжи. Процесс формирования личности и поиск собственной идентичности наиболее активно проходит в школьные годы, потому чрезвычайно важна активная внешкольная занятость подростков и старшеклассников. Секции, кружки и хобби помогают лучше разобраться в себе, выбрать то, чем захочется заниматься всю жизнь, расширить спектр полезных для жизни знаний, умений и навыков.

В 2018 году Курская областная молодёжная спортивная общественная организация «СПОРАДИК» при поддержке администраций Курской области и Юго-Западного государственного университета получила грант Президента РФ для реализации на территории Курской области проекта «Развитие технической грамотности и творчества подростков и молодёжи». Средства гранта были направлены на проведение образовательных событий в школах: семинаров, мастер-классов, занятий по специальной программе технического творчества и финальных мероприятий проекта — конкурсов.

Для реализации основной цели проекта — развитие технической грамотности подростков и молодёжи, — была создана материально-технической базы научно-испытательная площадки технического творчества для обучения основам конструирования программируемых радиоэлектронных устройств, проведена подготовка профильной аудитории школьников и студентов, ориентированных на технические инженерные специальности в области радиоэлектронного конструирования и программирования, организованы и проведены занятия по основам конструирования программируемых радиоэлектронных устройств и соревнования по радиоэлектронному конструированию и программированию. Более 200 подростков были охвачены этим видом деятельности.

Подведение итогов проекта показало высокую заинтересованность молодого поколения в приобретении новых умений, поиске занятия по душе и, в конечном счёте, в выборе будущей профессии. У обучающихся были сформированы представления о выборе будущего профессионального маршрута, ориентированного на технические специальности, созданы условия для интеллектуального развития подростков и молодёжи и их осознанного выбора деятельности в рамках будущей профессии, созданы условия для самообразования и индивидуализации подростков, для реализации стремления к изучению науки, техники и совершенствованию знаний. Важным моментом стало создание в малых городах и посёлках площадки для организованного досуга у обучающихся и решение проблемы девиантного поведения подростков путём приобщения к техническому творчеству и формирование положительного представления о профессиях инженера-конструктора, инженера-схемотехника, программиста, социализация школьников в неформальном творческом коллективе технического клуба.

Дальнейшее развитие проекта представляется в реализации на территории Курской области нового гранта Президента РФ, который получен в 2019 году Курской областной молодёжной спортивной общественной организацией «СПОРАДИК» при поддержке Администрациями Курской области и Юго-Западного государственного университета. Проект называется «Научно-испытательная площадка технического творчества для подростков и молодёжи».

Школьники и студенты, участвующие в работе молодёжного клуба «СПОРАДИК», проводят сеансы радиосвязи с экипажами космонавтов на борту Международной космической станции. Клуб имеет необходимую материально-техническую базу для приёма информации с борта этих спутников и, даже проводить радиосвязи с отражением от поверхности Луны. Опыт создания моделей малых космических аппаратов позволяет вовлечь школьников в разработку проектов с использованием новых космических технологий, что создаёт задел для подготовки будущих специалистов космической индустрии.

Деятельность Курской областной молодёжной спортивной общественной организации «СПОРАДИК» многие годы позволяет развивать социальную активность молодого поколения и создавать условия для интеллектуального развития, для патриотического и духовно-нравственного воспитания, формировать активный образ жизни и реализовать стремления к изучению науки, техники и совершенствованию школьных и студенческих знаний.

Новый проект «Научно-испытательная площадка технического творчества для подростков и молодёжи» также ориентирован на приобщение подростков и молодёжи к техническому творчеству и новому увлечению. Основу проекта составляют практические занятия, цель которых — обучение основам конструирования программируемых радиоэлектронных устройств и использование их для изготовления CanSat (satellite in a can). CanSat — это действующая модель микроспутника весом от 350 до 1000 г. Проект будет реализован путём проведения мероприятий в рамках дополнительного образования в школах города Курска и Курской области. На заключительном этапе будет проведён конкурс на лучший образец школьного спутника, который команда конструкторов-испытателей представит на Всероссийских соревнованиях «CanSat в России» в 2020 году. Эти соревнования проводятся ежегодно на базе Воздушно-инженерной школы Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. К участию приглашаются команды школьников 6–11-го классов, а также студентов младших курсов вузов.

Согласно календарному плану проекта в каждом муниципальном образовательном учреждении в течение трёх месяцев будет развёрнута мобильная площадка технических средств на 12 рабочих мест для реализации обучения конструированию основных узлов и полезной нагрузки малых спутников. Все основные элементы этого спутника, а именно: бортовой компьютер, приёмник-передатчик, научная нагрузка и система питания, должны вмещаться в несущую конструкцию малого объёма (до 0,3 л) и, спроектированы и изготовлены юными конструкторами испытателями. Спутник запускается ракетой и за время плавного спуска на парашюте с высоты 0,5...2 км должен передать полезную информацию, а наземная станция принимать и анализировать полученные данные.

В процессе обучения юные участники смогут попробовать свои силы в разработке и создании действующего образца микроспутника CanSat и пройти все этапы опытно-конструкторских работ. Участники научатся ставить научные задачи, применять перспективные методы исследования, решать экспериментальные задачи, связанные с разработкой дополнительной полезной нагрузки, анализировать полученные данные и использовать результаты исследования

в практической деятельности. Важной составляющей частью этого проекта будет практическое использование современных средств конструирования и программирования радиоэлектронных устройств.

За период с сентября 2019 года по май 2020 будут проведены мероприятия по программе обучения в пяти школах Курской области и привлечены к проекту более 100 школьников и студентов младших курсов.

Проект будет выполняться в три этапа. На *1-м этапе* будут осуществлены:

- Подготовка учебно-методических материалов к 12 занятиям для обучения основам конструирования программируемых радиоэлектронных устройств и малых спутников CanSat.
- Разработка концепции курского варианта CanSat.
- Приобретение необходимых модулей и материалов для технического творчества по созданию спутников CanSat.
- Подготовка методических материалов для проведения областного конкурса по созданию спутников CanSat.
- Заключение соглашений с администрацией пять школ Курска и Курской области на проведение занятий по обучению основам конструирования программируемых радиоэлектронных устройств и малых спутников CanSat.
- Проведение мастер-классов в школах Курска и Курской области.
- Проведение конкурса по отбору участников проекта среди школьников Курска и Курской области

Этап 2. Проведение занятий по техническому творчеству и обучению основам конструирования программируемых радиоэлектронных устройств для создания спутников CanSat в пяти школах Курской области и Курске

Этап 3. Проведение отборочных соревнований по «CanSat в России» среди команд школ Курской области. Участие команды победителя в Чемпионате «CanSat в России» 2020 года.

Данный формат проекта позволяет школьникам познакомиться с перспективным и крайне важным для России направлением будущей профессии, даёт возможность получить опыт взаимодействия в работе со студентами и выбрать в будущем факультет или вуз для продолжения обучения. Студенты получают опыт применения собственных компетенций и навыков, полученных в вузе, и реализуют себя как наставники. Высшим учебным заведениям реализация данного проекта позволяет получить высоко мотивированных абитуриентов, прошедших первичный отбор в рамках конкурсного и соревновательного отбора.

Вопросы создания студенческих и школьных малых космических аппаратов нужно рассматривать как актуальное направление космонавтики, как оптимальное решение при расширении космических исследований и как основа будущих достижений. Это направление является одним из важных в современной молодёжной космической программе России.

ОПЫТ СОТРУДНИЧЕСТВА С УНИВЕРСИТЕТАМИ ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ ПО СОЗДАНИЮ CUBESAT

В. А. Пиккиев, Т. А. Широбакина
Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ),
Курск, e-mail: rw3ww@mail.ru

Более 17 лет Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ) принимает участие в реализации долгосрочной программы научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на российском сегменте Международной космической станции (МКС) по направлению «Образование и популяризация космических исследований», которые планируются и проводятся координационным научно-техническим советом по программам научно-прикладных исследований и экспериментов на пилотируемых космических комплексах.

ЮЗГУ является уполномоченной организацией Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» в Курской области по использованию результатов космической деятельности в интересах народного хозяйства РФ, провёл ряд экспериментов в области космической деятельности с университетами РФ и Латинской Америки.

Регулярно с 2001 года в рамках молодёжной космической образовательной программы Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С. П. Королёва осуществляются сеансы радиосвязи в прямом эфире с экипажами МКС.

Юго-Западный государственный университет обладает уникальным опытом проведения мероприятий в области космических исследований, на которых «Русский космос» от «первого лица» представляют почётные профессора ЮЗГУ, лётчики-космонавты, герои России: Сергей Волков, Фёдор Юрчихин, Геннадий Падалка, Михаил Корниенко, Олег Артемьев.

В ходе участия специалистов ЮЗГУ в работе межправительственных комиссий со странами Латинской Америки в рамках заявленных видов деятельности в решения данных комиссий неоднократно заносились вопросы по созданию совместных малых космических аппаратов, решению задач мониторинга с использованием высоких космических технологий России, решения научно-образовательных задач в интересах Латиноамериканских стран.

В 2012, 2013 годах в Лиме (Республика Перу) и в 2014 г. в Кито (Республика Эквадор) под эгидой Минобрнауки, «Роскосмоса» и Министерства иностранных дел РФ проведены 1–3-и Международные Латиноамериканские форумы и выставки инновационных разработок молодых учёных по космическим исследованиям. В ходе данных форумов специалистами ЮЗГУ при поддержке организаций «Роскосмоса» организовано 6 сеансов космической связи с российскими космонавтами МКС, в работе форумов принимали участие члены правительств, конгрессмены, послы, космонавты Центр подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина. В ходе первого форума ЮЗГУ подписало рамочное соглашение с Конгрессом Республики Перу о взаимодействии в области космических исследований и разработок. Действующие Президенты Эквадора и Перу являются почётными профессорами ЮЗГУ. Сотрудниками ЮЗГУ в ходе многочисленных встреч с зарубежными участниками пропагандировались достижения российской космонавтики, представлены предложения организаций «Роскосмоса» по запуску космических аппаратов, созданию наземной космической инфраструктуры для стран Латинской Америки. Решение актуальных научно-образовательных задач по заявленным видам деятельности широко обсуждалось в ходе проведённых форумов.

Одними из важных и перспективных направлений научно-технического сотрудничества России и Эквадора является интеграция усилий в области решения задач подготовки квалифицированных специалистов и освоение новых технологий. Сотрудничество двух университетов, технологический университет (UTE — “Equinoccial” Technological University) республика Эквадор и ЮЗГУ Россия, направлены на подготовку специалистов в области развития аэрокосмической отрасли и проведение космических исследований технического, технологического и инновационного направлений. Кроме научных исследований, в рамках космической образовательной программы университетов студентами приобретаются знания и практика в проектировании, конструировании и эксплуатации малых космических аппаратов — наноспутников.

Наноспутник «Эквадор UTE – ЮЗГУ» разработан и изготовлен студентами двух университетов UTE республика Эквадор и ЮЗГУ Россия. Миссия наноспутника «Эквадор UTE – ЮЗГУ» заключается в получении с орбиты информации о состоянии систем спутника и атмосферы Земли. Актуальной научной задачей в исследовании и освоении ближнего космоса является всестороннее изучение структуры и динамики ионосферных и магнитосферных неоднородностей, обусловленных природными и антропогенными факторами. Эта информация крайне необходима для создания прогностических моделей космической погоды и климата, обеспечения устойчивой и надёжной космической связи, повышения точности систем глобальной навигации и позиционирования, а также для образовательных целей при подготовке специалистов.

Наноспутник «Эквадор UTE – ЮЗГУ» был доставлен на орбиту Земли 14 июля 2017 года.

Основные характеристики.

- вес: 1 кг,
- размеры: 100×100×100 мм,
- высота начальной орбиты вокруг Земли: 600 км,
- срок службы на орбите: 1 год.

Наноспутник обеспечивает передачу на Землю информационных сообщений о состоянии систем спутника и результатов измерений физического состояния околоземной среды.

Приём информации будет обеспечивать Центр космической связи ЮЗГУ (Россия) и UTE (Республика Эквадор). Сигналы спутника и информационные сообщения смогут принимать радиолюбители во всём мире.

Результаты этого космического эксперимента могут быть полезны для создания научно-технического задела, необходимого при решении предстоящих задач полёта человека на поверхность Луны и Марса.

Другой наноспутник НС-1 («Часки-1») — это международный проект с участием студентов России (ЮЗГУ, Курск) и Республики Перу (UNI, Лима) и специалистов Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С. П. Королёва (г. Королёв, Россия). Наноспутник доставлен на борт Международной космической станции грузовым кораблём «Прогресс» и выведен на орбиту ручным способом во время выхода космонавтов в открытый космос 18 августа 2014 года.

Наноспутник «Часки-1» предназначен для испытания и отработки базовой платформы и основных электронных модулей аппаратов нанокласса по космической образовательной программе «Радиоскаф» Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С. П. Королёва.

Основные характеристики.

- вес: 1,5 кг,
- размеры: 100×100×100 мм,
- электропитание: аккумулятор 3,6 В·4А/ч и 12 солнечных батарей,

- частота канала радиосвязи 437 025 кГц,
- высота орбиты вокруг Земли: от 400 до 120 км,
- срок службы на орбите: 6 мес.

Наноспутник обеспечивает передачу на Землю информационных сообщений в виде:

- телеграфного сигнала опознавания RS02S/CHASQUI-1, передаваемых телеграфным кодом Морзе;
- фотографии, записанные в памяти спутника (эмблемы UNI, РКК «Энергия», ЮЗГУ, фото детских рисунков);
- фото фотокамер спутника из космоса по запросу с Земли;
- телеметрию: напряжение, токи, температуру всех блоков наноспутника.

Приём информации обеспечивали Центр космической связи ЮЗГУ (Россия) и UNI (Республика Перу).

Эти научные исследования в области разработки и создании студенческих спутников направлены на достижение двух основных целей: подготовка специалистов для поддержки различных ведомств аэрокосмической отрасли и содействие проведению исследований околоземного пространства.

Основной целью студенческого международного сотрудничества в Космосе, является развития технического творчества студентов, их профессиональной ориентации, а также вовлечение молодёжи в инновационную деятельность по научно-технологическому направлению космические технологии. Опыт нашего университета показывает, что в рамках международного сотрудничества в области образования с латиноамериканскими университетами, реализация совместных проектов позволяет активно использовать механизмы международной интеграции науки и образования:

- создание международной учебно-исследовательской базы вузов в соответствие с современными требованиями подготовки учёных и специалистов для высокотехнологичных предприятий;
- оснащение ресурсных центров коллективного пользования, обеспечивающих поддержку и развитие совместной деятельности вузов с научными и производственными организациями;
- расширение связей между субъектами научной и образовательной деятельности, а также между секторами науки, образования и высоких технологий.
- стимулировать приток молодёжи в сферу науки, образования и приоритетные для Российской Федерации высокотехнологические отрасли промышленности, а также закрепления молодёжи в этой сфере.

Такое сотрудничество в конечном итоге повышает международный авторитет России и способствует привлечению интереса и инвестиций Латиноамериканских государств.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ КРУЖКИ КАК ЭТАП ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ

Д. О. Прудник
Русское космическое общество, e-mail: prudnik@cosmatica.org

На сегодняшний день инженерно-техническое образование в нашей стране активно развивается, и связано это, прежде всего, с тем, что нашей стране крайне необходимо создавать инновационные технологии для всестороннего развития государства. Но качество этого образования пока не дотягивает до того уровня, при котором можно с успехом сказать — мы готовим будущих инженеров со школьной скамьи.

Вообще само образование делится на 3 основных типа: формальное, неформальное и информальное. Формальное образование — образование, которое имеет чёткую структуру и иерархию, и завершается получением документа государственного образца. Неформальное образование от формального отличается тем, что проходит оно не в специальных учреждениях образования (школы, вузы и т. п.), а на базе других учреждений (например, учреждений культуры). Информальное образование — это самостоятельное получение знаний человеком, то есть то образование, которое, по сути, является областью интересов человека и которое может развиться в сферу профессиональных интересов.

Инженерно-технические кружки являются примером неформального подхода к ведению образовательного процесса. Действительно, программы кружков не ориентируются на Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС). Важной частью составления программ таких кружков является то, что в ней прописаны те минимальные объёмы знаний, которые должны иметь участники курса для того, чтобы адекватно воспринимать, а главное понимать весь тот новый материал, который заявлен. На данный момент очень популярным кружком являются кружки по робототехнике. Связано это с тем, что, помимо материальных затрат, вы по сути ничего больше не придумываете: все алгоритмы работы простейших устройств или конструкторов разработаны создателями таких наборов. Педагогу остаётся лишь вникнуть в этот материал и в виде краткого изложения донести обучающемуся. Минусы очевидны: во-первых, чаще всего педагоги попросту не могут отойти в сторону от изучаемой темы, а во-вторых — не имеют цели готовить именно инженеров-конструкторов таких робототехнических систем. Следовательно, участники курса воспринимают сам кружок как развлекательный, что неправильно, если мы говорим о подготовке высококвалифицированных инженерных кадров.

Для решения этой проблемы необходимо при создании кружка ориентироваться именно на цель, которую вы хотите получить на выходе. В данном случае — квалифицированный выпускник общеобразовательного учреждения, готовый к получению высшего или же профессионального образования. Это создаёт дополнительные проблемы для создателей программ, а именно:

1) создатели курса должны быть сами специалистами отрасли;
2) создатели курса должны быть сами преподавателями;
3) курс невозможно транслировать в онлайн формате.

Также стоит дополнительно отметить, что подготовка квалифицированных кадров явно не основная задача самой Госкорпорации «Роскосмос», т. е. со стороны государственного заказчика нет никакого рода поддержки.

Русское космическое общество силами своих членов смогло создать первую программу кружка по проектированию космической

техники. Эта программа в тестовом режиме реализуется на базе учреждений культуры города Москвы. Важное отличие такой программы в том, что участники курса на протяжении 32 занятий знакомятся именно с работой инженера-конструктора аэрокосмической отрасли. Все сложные технические термины объяснены максимально простым языком, что даёт возможность каждому, в независимости от уровня подготовки, правильно понять и усвоить изучаемый материал. Особое место уделяется перспективным средствам проектирования, с которыми они — будущее поколение — будут работать на предприятиях. Программа составлена действующими, а, главное, молодыми специалистами отрасли при поддержке действующих методистов. В процессе составления программы принимали участие сотрудники Государственный космический научно-производственный центр имени М. В. Хруничева и Ракетно-космический комплекс «Энергия». Занятия проводятся специалистами ракетно-космической отрасли. В результате получилась такая программа, которая является своего рода «прослойкой» профессиональной навигации учащегося на этапе «Школа – вуз».

Не лишним будет отметить, что программа созданного кружка была разделена на 2 подпрограммы: для детей от 13 до 15 лет и для детей от 16 до 18 лет. Это сделано по причине того, что в более раннем возрасте очень трудно воспринимать такую сложную техническую информацию, даже несмотря на то, что она написана простым языком.

Таким образом, сейчас можно сформировать примерный облик процесса профессиональной навигации школьника на этапе среднего (полного) образования. На первом этапе (до 6–7-го класса) происходит привычный нам процесс образования. Главная цель этапа — получение необходимых функциональных основ. Интересы к какой-либо узкой тематике (роботы, авиация и т. п.) в таком возрасте редко приводят к тому, что обучающийся сохранит этот интерес и в дальнейшем. Далее (8–9-й класс) происходит очень важный этап поиска области интереса. На этом этапе важно заметить то, к чему тянется ребёнок больше всего и дать ему возможность получать знания именно в этой узкой тематике (как раз посредством специализированных кружков). На третьем этапе (10–11-й класс) происходит выбор высшего учебного заведения для последующего получения образования. В правильной схеме этот выбор происходит более чем осознанно с чётким пониманием того, кем объект обучения будет заниматься после окончания вуза.

Сформированная членами Русского космического общества программа инженерно-технического кружка по космонавтике «закрывает» только один этап профессиональной навигации школьника. Дальнейшие планы связаны с развитием общей экосистемы профессиональной навигации с уклоном именно в сторону инженерно-технических кадров. По нашему мнению, на первом этапе важно организовывать научно-популярные лекции для детей, так как история является неотъемлемой частью любой отрасли развития Человечества. Третий этап характеризуется развитым взаимодействием по схеме «Школа – вуз –предприятие». Здесь активное участие должны принимать как вузы, которым в любом случае нужны хорошие абитуриенты, так и предприятия, которые в течение 6 лет получат готовые для работы на предприятие кадры. К сожалению, в нашей стране таких примеров трёхсторонней работы нет. Вузы (как ключевое звено третьего этапа) взаимодействуют обособленно с двумя другими участниками процесса. Если удастся найти механизмы для организации системного подхода в функционировании данного процесса, то качество инженерного образования в нашей стране вырастит. Это повлечёт за собой улучшение в целом инновационного потенциала нашей страны.

АРХИВ ПЛАНЕТНЫХ КАРТ КАК МУЗЕЙНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ БАЗА ДЛЯ СТУДЕНТОВ-КАРТОГРАФОВ

В. А. Ротару[1], М. А. Ищенко[1], К. В. Кузнецов[1], М. М. Коленкина[2]

[1] Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), факультет картографии и геоинформатики, 4-й курс, Москва, e-mail: vladimrotaru@yandex.ru

[2] Комплексная лаборатория исследования внеземных территорий

Архив — ценный источник данных, потенциал которого в данный момент не используется в полной мере. Проведённая нами работа — это анализ планетных карт, их систематизация по тематикам произведений. Нами обнаружено большое количество карт как ценный и перспективный источник информации, однако состояние некоторых карт по истечению времени уже не позволяет использовать их. *Опыт работы предыдущих поколений картографов должен быть полезен будущим, а также другим специалистам, чья работа зависит от карт.*

Планетные карты почти не используют в образовательной деятельности, хотя они могут пойти как пример выполнения работ для картографов, а также и другим специальностям, чья работа зависит от использования карт (геоморфологи, геологи, фотограмметристы).

Главное утверждение — бумажные планетные карты и космические снимки остаются актуальными источниками данных в настоящее время, но использовать надо их по-новому, ориентируясь на современные технологии и потребности науки и образования.

Использование карт студентами

Картография, преподаваемая в Московском государственном университете геодезии и картографии (МИИГАиК), подразделяется на ряд дисциплин: общая теория, история, математическая картография, картографические способы изображения. Также в список дисциплин входят проектирование и составление, оформление, издание и использование карт, картографический метод исследований, картографическое источниковедение, геоинформатика, библиография, картографическая топонимика, картометрия, экономика и организация картографического производства. По сути те же самые дисциплины есть в планетной картографии, и они будут описаны ниже.

Планетная картография — это отрасль картографии, разрабатывающая методы создания и использования карт, атласов, глобусов и электронных картографических произведений (в том числе цифровых баз данных) внеземных объектов. Подобно земной, планетная картография включает теоретические разделы: историческую и математическую планетную картографию, проектирование, составление, оформление и использование карт внеземных объектов, картографическую информатику, картографическую топонимику. В рамках планетной картографии формируются тематические направления, например: топографическое, геологическое, геофизическое, геохимическое, ландшафтное картографирование планет, а также атласное и сравнительное планетное картографирование. Активно развиваются методы планетной картометрии, морфометрии и математико-картографического моделирования средствами ГИС.

История планетной картографии — это изучение основных этапов и закономерностей в развитии планетной картографической науки и производства. Планетные карты начали создаваться ещё задолго до запусков космических аппаратов к планетам и их спутникам. Раньше учёные создавали их на основе того, что видели в свои мощные телескопы и то, как они рассчитывали размеры объектов и расстояния до них, исходя из математических и физических законов и формул.

Эти карты сопровождались красивым художественным оформлением, но их достоверность сильно зависела от качества приборов и расчётов. Так, например, появились знаменитые марсианские «каналы» Джованни Скиапарелли (Giovanni Virginio Schiaparelli), которые, при получении первых снимков с космических зондов, оказались лишь оптической иллюзией и издержками старых телескопов. С развитием технологий, неточности при наблюдениях были сведены к минимуму, что дало возможность картографам не только изображать детали поверхностей тел, но и проводить с учёными более глубокие исследования по физическим, химическим, геологическим параметрам планет, что позволило создавать тематические карты. Как пример можно привести карту «Аномалии силы тяжести на Луне» из архива Лаборатории, которая была составлена сотрудниками Московским государственным университетом геодезии и картографии (МИИГАиК) на основе полученных данных с космических аппаратов (часть миссий из которых они курировали). Работы по созданию тематических карт проводятся и по настоящее время, цель которых визуализировать проделанную работу советских и российских учёных по исследованию космических тел. Одним из примеров такой работы является карта участка Луны, составленная в 2016 году по маршруту советской миссии «Лунохода-2».

Математическая картография — изучает математическую основу карт: масштаб, координатные сетки, картографические проекции. Это учение об их свойствах, видах, методах, оценки искажений, о выборе и изыскании проекций для различных карт. Выбор математической основы планетных карт зависит от многих факторов, начиная от формы космической тела и кончая размером картографируемого участка. Большинство планет и спутников, которые в настоящий момент картографируются, имеют стандартную форму эллипсоида вращения. Для этих тел при помощи геодезических и математических приёмов и формул определяется поверхность относимости, что облегчает выбор проекций, поскольку их можно выбирать наподобие с земными. Однако сейчас возрастает интерес к изучению более мелких космических тел, таких как астероиды, кометы, карликовые планеты, которые, как правило, имеют нестандартную форму. Как пример можно привести карту, составленную специалистами МИИГАиК на поверхность марсианского спутника Фобос. Картографирование Фобоса является сложной научно-технической задачей из-за его небольшого размера и неправильной формы. На первых порах поверхность данного спутника изображали довольно схематично, поскольку почти до конца 1970-х годов, а точнее до миссии VikingOrbiter учёные не могли получить детальные снимки с космических аппаратов. В дальнейшем, улучшение качества поступаемого материала позволило советским картографам, в частности Л. М. Бугаевскому и К. Б. Шингаревой, разработать в 1987 году две новые проекции для трёхосного эллипсоида: нормальную равноугольную цилиндрическую проекцию, на основе которой составлена приэкваториальная область до широт ±60°, и равнопромежуточную азимутальную проекцию для полярных областей. Эти две проекции позволили картографам создать первую отечественную карту марсианского спутника с минимальными искажением. В дальнейшем на основе этой самой карты специалистами МИИГАиК была выполнена разработка глобуса Фобоса. Сегменты этого глобуса размером 20° по широте и ±70° по долготе изменялись по форме и площади охватываемой территории. Полярные области были составлены в равнопромежуточной вдоль меридианов азимутальной проекции трёхосного эллипсоида. В настоящее время продолжаются совершенствоваться методы работы в математической картографии. Появление глобальных позиционирующих систем (GPS/ГЛОНАСС) привело к выделению в математической картографии нового направления — спутникового позиционирования.

Картографические способы изображения — это системы условных обозначений, применяемые при создании планетных карт, для показа пространственного размещения объектов, явлений, процессов, их сочетаний, связей и развития. В этих целях используются многочисленные и разнообразные картографические символы, имеющие различную форму, размер, цвет, насыщенность, ориентировку и внутреннюю структуру знака. *Способ значков* применяют для показа объектов, локализованных в пунктах и обычно не выражающихся в масштабе карты, например отдельные горные вершины, пики в центрах кратеров или места посадок космических миссий на Луне или Марсе. Для передачи характеристик картографируемых объектов используются форма, величина и цвет значков. Площадь значков геометрической формы может быть пропорциональна количественному показателю картографируемых объектов. *Способ линейных знаков* используют для изображения объектов линейного протяжения, не выражающихся по ширине в масштабе карты: разломы, трещины, гряды и борозды. Качественные и количественные характеристики линейных объектов передают с помощью рисунка, разного цвета и ширины значков. *Способ изолиний*, иногда сопровождаемый для усиления их наглядности послойной окраской, применяется для передачи количественных характеристик непрерывных и постепенно изменяющихся в пространстве явлений: рельефа, гравитационных полей и аномалий. *Способ псевдоизолиний* применяется для аналогичных полей явлений, не имеющих сплошного распространения (например, плотность распределения кратеров). *Способ количественного фона* используется для районирования территорий по определённым количественным показателям, например густоте и глубине расчленения рельефа и т. п. На карте выделяются относительно однородные участки сообразно шкале, установленной для картографируемого показателя, которые окрашиваются или штрихуются. *Способ качественного фона* используется для показа качественных явлений сплошного распространения на земной поверхности. При этом территория обязательно делится на отдельные однородные в качественном отношении участки, согласно классификации картографируемого явления, окрашенные разными цветами или покрытые штриховкой. Для удобства идентификации подразделений (например, геологического возраста рельефа) качественный фон сопровождают буквенными или цифровыми индексами. *Способ локализованных диаграмм* позволяет изображать меняющиеся, динамичные показатели, получаемые при помощи космических аппаратов или модулей на самих планетах, например графики изменения месячных температур, ветров. *Способ ареалов* используют для показа области распространения сплошного или рассредоточенного явления, в планетной картографии чаще всего это территорий предполагаемых залежей водяного льда. Обозначаются на картах оконтуриванием участка сплошной или пунктирной линией определённого рисунка, окрашиванием или штриховкой ареала и т. д. *Способ знаков движения* отображает направления и скорости перемещений явлений (например, движение постоянных ветров на планете или траектория движения планетохода). Применяют векторы движения, т. е. стрелки разного цвета, формы или ширины, характеризующие скорость, направление, устойчивость и другие особенности явлений; полосы движения разной ширины, отражающие внутреннюю структуру.

Проектирование, *составление*, *оформление и издание карт* — разделы, изучающие методы и процессы камерального изготовления оригиналов карт и вопросы научно-технического руководства изготовлением карт на всех этапах работы над ними. Планетная картография имеет главное отличие от земной в том, что данные для составления карт нельзя (по крайней мере, в данный момент) получить с помощью полевых съёмочно-картографических работ. Последние ещё и выполняются, как правило, в крупных масштабах. Это в данный

момент неактуально, поскольку планетные карты создаются в более мелких масштабах для большей наглядности. Поэтому картографы работают камеральным способом на основе открытых данных, предоставляемые мировыми космическими агентствами. На основе этих данных начинается этап проектирования планетной карты, разработка её концепции, составление программы, подготовка всей необходимой документации. Этап завершается созданием проекта карты и включает следующие процессы: изучения территории, подбор и анализ источников. В дальнейшем начинается составление карты, то есть комплекс работ по изготовлению оригинала карты в избранных проекциях, компоновке и масштабе, принятой системе условных знаков с заданным уровнем генерализации. В задачи оформления планетной карты, то есть выбора изобразительных средств для передачи её содержания, входят: проектирование систем картографических знаков, конструирование легенды, художественное проектирование. В конце идёт подготовка к изданию планетной карты и размножение её в печатной форме или вывод в электронной форме.

Использование карт. Картографический метод исследования — изучает методы использования картографических произведений в различных отраслях хозяйственной, научной, культурной, учебной деятельности. На основе *картографического метода исследования* ведётся познание изображённых на планетных картах явлений. Планетные карты являются конечным продуктом проведённых измерений и исследований планет и их спутников, которые визуализируются для наглядного представления широкому кругу потребителей. Этими потребителями могут быть учёные, которые на основе этих карт могут проводить новые исследования. Для примера можно привести карту тепловых свойств лунной поверхности из архива Лаборатории, которая была разработана сотрудниками МИИГАиК, взявшие за основной картматериал (ОКМ) карты поверхности Луны. В свою очередь эта карта поверхности разработана на основе снимков с советских орбитальных зондов. Создаваемые учёными карты, при условии помещения этих карт в открытый доступ, могут пригодиться студентам таких специальностей, как геоморфологи, геологи, которые могут наглядно по ним изучать типы рельефа, его генезис и тому подобное. Планетные карты будут также полезны студентам-картографам, для которых данные карты являются примером качества выполнения работы.

Планетная картографическая топонимика — выбор географических названий объектов на планетах и спутниках, их правильная передача на планетных картах, определение смыслового значения этих названий и терминов и их нормализация и стандартизация. Планетная номенклатура, как и земная, используется для идентификации объекта на поверхности планеты или спутника, чтобы в дальнейшем объект можно было легко найти и описать. Эта система содержит подробную информацию обо всех названиях топографических и альбедо элементов на планетах и спутниках (и некоторых планетарных кольцевых системах), которые Международный астрономический союз (МАС) назвал и утвердил с момента своего основания в 1919 году по настоящее время. Система названий объектов Солнечной системы и деталей их рельефа основывается на определённых логических связях. Названия спутников планет должны тем или иным образом быть связаны с названием самой планеты. Например, многие спутники планет получили имена приближённых того бога, в честь которого названа сама планета. Названия многих деталей рельефа небесных тел выбраны в соответствии с именем, историей открытия или какими-либо особенностями данного небесного тела. В большинстве случаев, правила наименования деталей рельефа не зависят от их размера. Исключением являются лишь долины Марса и Венеры и кратеры Луны, Марса и Венеры: в зависимости от их размера им дают имена объектов из разных категорий.

Например, коротким долинам Марса присваивают имена рек Земли, а длинным — названия этой планеты на разных языках, например, долины Маринер.

Стоит отметить, что помимо описанных выше дисциплин, использование карт в образовательном процессе будет более эффективное, если студенты будут иметь доступ к картографическим материалам в библиотеках (при университете или других). Сюда же можно отнести создание школьных атласов для возрождающихся уроков астрономии в школах, использование в них карт планет Солнечной системы (как пример — атлас для 10–11-х классов). Эти уроки астрономии могут возродить интерес школьников к космической тематике и предопределить их будущую профессию. Также на это влияет и просветительская деятельность, например, всероссийские и международные конференции по истории и перспективе освоения космоса, научно-популярные лектории, музейные выставки, где архивные планетные карты могут найти своё применение.

ОБЩЕСТВО ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

А. П. Рытик, В. М. Аникин, М. Б. Богданов, А. А. Короновский

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, e-mail: ra4csz@ya.ru

Астрономия на протяжении всей истории человечества имела большое значение для развития цивилизации. Этой наукой были разработаны методы решения задач, навигации, точного измерения времени, установлены законы движения планет Солнечной системы, раскрыты источники энергии Солнца и звёзд, получены важные данные о строении и эволюции Вселенной. В последние десятилетия астрономия стала практически всеволновой. Такая возможность появилась благодаря развитию космонавтики. Вклад нашей страны в успехи этой области техники очевиден и неоценим: первый искусственный спутник Земли (ИСЗ), первый полёт человека в космос, непревзойдённые по надёжности ракетоносители, проект «Буран», исследовательские проекты с использованием автоматических станций и управляемых аппаратов на Луне, Венере и Марсе.

Благодаря наблюдениям из космоса была сделана большая часть фундаментальных открытий последних лет, оказавших важное влияние на формирование научной картины мира. Обнаружено ускоренное расширение Вселенной, найдены тысячи экзопланет, обращающихся вокруг звёзд нашей Галактики, отождествлены источники гравитационных волн. Дальнейшее развитие космических исследований позволит получить информацию о проблемах, интересующих всё человечество. К ним относятся проблема астероидной опасности, влияние факторов солнечной активности на погоду и климат Земли, возможность существования жизни в Солнечной системе и за её пределами.

Несмотря на рост числа фундаментальных открытий в последние годы в России, как и во многих других странах мира, отмечается падение интереса общественности к достижениям естественных наук, в том числе и астрономии. В качестве иллюстрации на рис. 1 показан результат анализа базы данных патентных документов и публикационной активности lens.org. Проведённый поиск в России материалов, в названии которых содержится ключевое слово «астрономия», показывает заметное снижение их числа за последние годы [1].

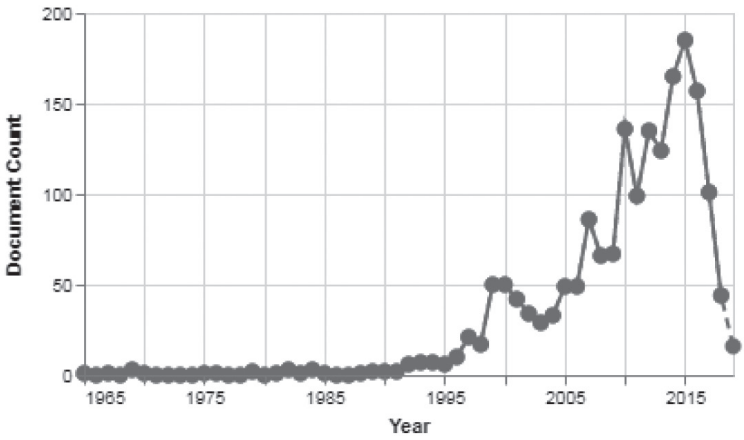


Рис. 1. Число российских патентов и публикаций, в названии которых встречается ключевое слово «астрономия»

К причинам этого явления в нашей стране можно отнести перевод в 1991 г. предмета «Астрономия» из числа базовых школьных дисциплин в ряд дополнительных, а также проведённую переаттестацию учебников по астрономии в 2008 г. Определённую роль сыграли также неудачные запуски ряда российских космических аппаратов.

Можно надеяться, что указанную неприятную тенденцию удастся преодолеть. По решению Министерства образования астрономия вновь стала самостоятельным предметом и уже преподаётся во многих школах. С 2016 г. во всех регионах России возобновилось проведение школьных олимпиад по астрономии. Порадовали и результаты последних запусков российских космических обсерваторий. Интереснейшие данные получены в ходе пятилетней работы проекта «РадиоАстрон». Первые научные результаты передала на Землю рентгеновская обсерватория «Спектр-РГ», запущенная 13 июля 2019 г.

Космические исследования в стенах Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского (СГУ) имеют богатую историю [2]. С 1957 г. по конец 1980-х гг. при университете работала станция наблюдений ИСЗ № 1044. Наряду с традиционными визуальными наблюдениями спутников на протяжении многих лет выполнялась полная астрометрическая обработка фотографических наблюдений ИСЗ, проводившихся на станциях Астрономического совета АН СССР в различных пунктах земного шара. Полученные высокоточные ряды наблюдений были использованы в международных программах для изучения эволюции орбит ИСЗ, верхних слоёв земной атмосферы, решения задач глобальной геодезии и геодинамики. Сотрудниками Станции проводились также исследования в разных областях астрономии: астрометрия астероидов, наблюдения переменных звёзд, разработка методов повышения углового разрешения телескопов. С 1972 по 2004 г. на базе университета существовал астрономический кружок старшеклассников и студентов, руководимый М. Б. Богдановым.

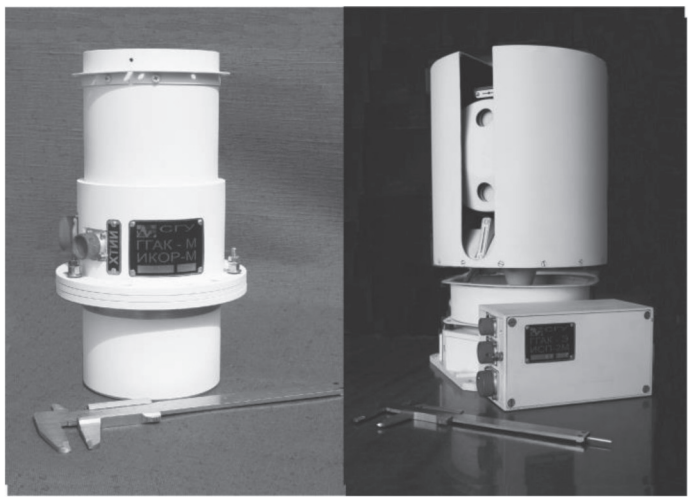


Рис. 2. Разработанная и созданная в СГУ космическая аппаратура для измерения составляющих радиационного баланса Земли: измеритель отражённой коротковолновой радиации ИКОР-М (*слева*) и измеритель солнечной постоянной ИСП-2М (*справа*)

Наиболее важным достижением СГУ в области космических исследований явилась разработка и создание под руководством профессора Ю. А. Склярова (1931–2014) спутниковой аппаратуры для измерения составляющих радиационного баланса Земли [3] (рис. 2). В настоящее время она успешно работает в космосе: измеритель

отражённой коротковолновой радиации ИКОР-М на борту ИСЗ «Метеор-М» № 2, а измеритель солнечной постоянной ИСП-2М на геостационарном спутнике «Электро-Л».

В университете активно работала группа радиоастрономов, руководимая профессором А. В. Хохловым. Ими были созданы два солнечных радиотелескопа [4], разработан поляриметр, позволяющий измерять все параметры Стокса радиоизлучения на частоте 8,9 ГГц (рис. 3). На протяжении многих лет проводились высокоточные измерения потока и поляризации радиоизлучения Солнца, были получены уникальные данные по изменению поляризации излучения во время мощной солнечной вспышки [5].

Рис. 3. Солнечный радиотелескоп с поляриметром, позволяющим измерять все параметры Стокса на частоте 8,9 ГГц

К 2008 г. в нашем университете читались лишь два курса лекций, связанные с астрономией: астрофизики для студентов-теоретиков на физическом факультете и астрономии для первокурсников-метеорологов на географическом факультете. Понимая, что аудитория интересующихся астрономией достаточно велика, инициативная группа студентов и преподавателей приняла решение о создании научного Общества любителей астрономии СГУ. Целью объединения явилось повышение уровня знаний участников. Кроме того, ставились задачи сохранения существующего и создания нового наблюдательного оборудования, проведения регулярных наблюдений (в обсерватории университета и на выездных площадках), а также популяризации астрономии.

На данный момент у Общества имеется следующее наблюдательное оборудование: 150-мм рефрактор в куполе обсерватории, бинокуляры ТЗК (трубка зенитная командирская) и БМТ-110М (большая морская труба), телескоп любительского класса Celestron C6-N, телескоп со светофильтрами Levenhuk Skyline Travel 80 и Celestron SkyScout. Каждый год на одной из первых встреч Общества рассказывается о существующих астрономических ресурсах сети интернет, в том числе компьютерных программах Stellarium, StarWalk 2 и международном проекте World Wide Telescope.

Важно отметить, что в работе Общества принимают участие также любители астрономии, не являющиеся сотрудниками или студентами СГУ. Они активно участвуют в наших выездных мероприятиях, становятся спикерами, занимаются специальными разделами астрономии — астрофотографией, изучением ионосферы Земли, конструированием телескопов, привозят своё оборудование для апробации на наших мероприятиях (рис. 4). Поскольку в настоящее время для

приобретения стали доступны телескопы любительского класса, то часто участниками мероприятий становятся начинающие астрономы-любители, для которых важен быстрый старт, понимание возможностей техники и умение настройки телескопа.

Рис. 4. Фотография с одной из встреч Общества любителей астрономии СГУ (обсерватория 8 корпуса, наблюдение пятен на Солнце)

С 2018 г. организаторы Общества любителей астрономии СГУ участвуют в подготовке и проведении Всероссийской олимпиады школьников по астрономии (школьный, городской и областной этапы). Задача этой олимпиады — мотивировать школьников к дополнительному изучению не только астрономии, но и физики с математикой.

Общество любителей астрономии СГУ на данный момент имеет и ряд нерешённых задач. Не проводятся наблюдения и исследования, имеющие научное значение, нет оборудования для работы через ионосферу Земли, что было обозначено в планах работы.

Развитие астрономии и системы астрономического образования связаны с сохранением и приумножением достижений в области космонавтики, которыми всегда славилась наша страна. Современные сервисы (интернет с орбиты, спутниковая навигация, передача данных через ИСЗ и ионосферу), космические вызовы человечества (освоение других планет, астероидная угроза, изменение климата Земли) требуют от человека знаний и компетенций в области астрономии.

Общество любителей астрономии СГУ приглашает всех заинтересованных принять участие в Астрономическом образовательном интенсиве для школьных педагогов и учеников. Проект начнёт работу с 7 октября 2019 г. на базе нашего университета. Его задачами являются: расширение круга интересов и увлечений, приобретение надпрофессиональных компетенций, стимулирование познавательной активности. Все подробности о мероприятии имеются на сайте Общества любителей астрономии СГУ [6].

Литература

1. Запрос числа патентов и публикаций с ключевым словом «астрономия». URL: https://www.lens.org/ (дата обращения 08.08.2019).
2. *Скляров Ю. А.*, *Бричков Ю. И.* Астрономические и геофизические исследования в СГУ // Изв. Сарат. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2002. Т. 2. Вып. 2. С. 27–32.
3. *Скляров Ю. А.*, *Бричков Ю. И.*, *Семенова Н. В.* Радиационный баланс Земли. Введение в проблему. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2009. 188 с.

4. *Борисов В. В.*, *Епифанова О. В.*, *Скляров Ю. А.*, *Хохлов А. В.* Радиотелескоп и радиометр трёхсантиметрового диапазона для патрульных наблюдений активности Солнца // Вопросы электроники СВЧ. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1983. С. 119–126.
5. *Bakunin L. M.*, *Ledenev V. G.*, *Nefedyev V. P.* et al. Spatial, spectral and polarization properties of radio emission of the 3 February, 1983 proton flare // Solar Physics. 1991. V. 135. P. 107–129.
6. Общество любителей астрономии Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского. URL: https://www.sgu.ru/structure/fnbmt/studentu/obshchestvo-lyubiteley-astronomii (дата обращения 08.08.2019).

ШКОЛЬНЫЙ АСТРО-КОСМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС С УДАЛЁННОЙ ОБСЕРВАТОРИЕЙ НА ПЛАТФОРМЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Н. Е. Самойлов[1,2], **И. С. Царьков**[2], **А. Д. Бобырев**[2]

[1] ООО «Научно технический центр «Промышленной Экологии», e-mail: nikita@greenpl.ru

[2] Школа № 29 имени П. И. Забродина, Подольск, Московская обл.

Астро-космический комплекс школы формировался в течение 17 лет, начав своё существование в эпоху школьной астрономии и, пережив тёмное десятилетие, продолжает активно развиваться в новую астрономическую эпоху [1, 2].

Последний законченный проект комплекса: «Удалённая обсерватория на базе платформы интернет вещей GReenPL». Такие обсерватории, и не только профессиональные» на нашей планете существуют. Это сложные комплексы современного астрономического оборудования, да ещё и выполняющие необходимые действия дистанционно, т. е. задав необходимые координаты, вы может получить астрофотографию необходимого участка неба. Созданный нами вариант и того сложнее, он позволяет пользователю самостоятельно заниматься наблюдениями, не нарушая, конечно, некоторых разумных ограничений, таких как, не пытаться наблюдать объекты находящиеся под горизонтом, или делать это во время дождя, или снежной бури. При этом вы полноценно управляете всем комплексом, и куполом, и телескопом, и съёмочным оборудованием через платформу интернета вещей.

Вот после этого и должен возникнуть вопрос: «А зачем в средней школе, не в астрономическом институте имени П. К. Штернберга (ГАИШ), такие навороты, для работы которых нужны профессионалы, как в области астрономии, так и в области IT-технологий». Не говоря уже о немалых финансовых вложениях. Ну, надо посмотреть вам в телескоп, так сходим в планетарий, или в МГУ, или во дворец пионеров. На худой конец, зайдём на сайт NASA, а там уж чего только нет. И будет правы, в том смысле, что найдёте нужные фотографии, потрогаете руками настоящие телескопы, и ваше учительское чувство выполненного профессионального долга позволит вам спокойно заснуть. Ведь вы же не можете знать, к чему ваше решение приведёт через 10 лет, будущее нам знать не дано.

Ведь, когда 12 лет назад астрономию изгоняли из школы, разве могли эти чиновники представить, что в 2019 году от рождества Христова, не в астрологических мракобесных сообществах, а в интернете начнётся обсуждение вопроса: круглая Земля или плоская? Отсутствие в школе астрономии не позволило сформировать естественно-научную картину мира у целого поколения молодых людей, отбросив нас на несколько столетий назад к временам Коперника и Галилея в понимании устройства нашей Вселенной, а с учётом школьного курса основ религиозной культуры, и того дальше.

Но, как говорится, беда не приходит одна. За это мрачное десятилетие из программы пятого класса исчез интегрированный курс естествознания, который не только целую четверть предусматривал преподавание двух часов в неделю астрономии в самом активном астрономическом возрасте учащихся, но и во многом служил пропедевтикой для физики и химии, и единственной возможностью познакомиться в программе средней школы с геологией. К сожалению, этот курс пока в школьную программу не вернулся, и это значит, что беду ещё надо ждать в будущем.

Поэтому давайте, не смотря на удалённость от вас удалённой обсерватории, посмотрим, а как наши дети могут с её помощью узнать больше о нашем мире, прикоснуться к тайнам науки, оказаться на

переднем крае достижений человеческой цивилизации. Тем более что удалённой обсерваторией в своих исследованиях реально могут воспользоваться ваши ученики, даже не выходя из дома.

Надеюсь, вы согласитесь, что закон эволюции на этой планете действует не только в живой природе, но и в технике, и в технологии. Поэтому если в Зимбабве ухнуть даже весь национальный доход и построить много домиков и назвать это гордо на зимбабвийском языке «Сколково», то всё равно это место силиконовой долиной не станет, потому что не прошла технологическая эволюция, после которой этот объект становится естественным и гармонично вписывается в местный ландшафт.

Конечно, удалённая обсерватория появилась в школе не на пустом месте, этот период занял 16 лет от покупки первого серьёзного телескопа до замены американской платы управления куполом на собственную разработку. За этот период времени школу закончило несколько поколений учащихся, но идея, которая овладела массами в 2003 году, не прекратила своё существование, а развивалась, модифицировалась, стала источником вдохновения для следующих «безумных» проектов и, в конечном итоге, превратила нашу школу в «цифровую школу проектных технологий с непрерывным инженерным образованием 5–11».

В настоящее время школьный астро-космический комплекс включает в себя следующие объекты (в хронологическом порядке их создания): автоматизированная обсерватория с двумя инструментами, солнечным и звёздным телескопами, цифровой планетарий с шестиметровым куполом, автоматизированная метеостанция для работы удалённой обсерватории и не только, центр космического мониторинга, где мы принимаем изображения земной поверхности с полярных метеоспутников, на квадрофилярные антенны «Вьюнок» и на параболическую антенну «Алиса». Кроме того в цокольном этаже здания есть лаборатория авиа- и ракетомоделирования и лаборатория космических исследований и спутникостроения.

Правда, надо заметить, что прозвучавший набор технических средств это ещё не есть полноценное астрономическое образование, для реализации которого необходимы программы, методики, курсы, проекты и ещё много различных образовательных компонентов, чтобы ваши технические средства стали востребованными, а дети мотивированными к изучению астрономии.

Мне кажется, что эту задачу мы выполняем более или менее приемлемо, хотя, конечно, нет предела совершенству. Что же мы делаем в своей школе, чтобы планку астрономического образования поднять на должный уровень, чтобы ученики гордились тем, как учат астрономии в их школе? Это достаточно широкий спектр разовых и регулярных мероприятий, в результате которых возникает мотивирующая среда для роста интереса к астрономии и космонавтике. И это может сделать любой учитель в той или иной степени, было бы желание.

Нам, правда, в этом сильно помогает наш школьный планетарий, который позволяет полноценно подготовиться к наблюдениям, просмотрев анимацию явления на искусственном небе, точно определив координаты явления, выбрав нужные небесные ориентиры и т. п.

Конечно, самые доступные — это коллективные наблюдения, связанные с наиболее простыми, явлениями: солнечные и лунные затмения, противостояния марса, звёздные дожди, парад планет, прохождение Меркурия и Венеры по диску Солнца.

Далее идут наблюдения нерегулярных явлений, требующие определённой квалификации, поэтому, относящиеся уже к кружковой работе. Например, во время наблюдения кометы Каталина в канун 2016 г., был обнаружен ещё один диффузный объект на расстоянии 1°, определена относительная скорость и проекция направ-

ления движения. Но дальнейшая пасмурная неделя перечеркнула наши усилия.

И, наконец, полевые наблюдения во время экспедиций, выездных фестивалей или посещений профессиональных обсерваторий. Поскольку у нас в школе экспедиции проходят регулярно, то и полевые наблюдения становятся регулярными.

Мы участвуем в ежегодных фестивалях астрономов любителей, которые проходят в разных регионах страны, в Москве — это «Астрофест». У фестиваля очень насыщенная образовательная и конкурсная программа. Кроме перманентных наблюдений, проходят лекции, семинары, различные мастер-классы, конкурсы астрофотографии, концерты космической музыки, огромный выбор метеоритов, минералов, астрономических аксессуаров, литературы. Лекции читают ведущие учёные ГАИШ Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (МГУ), Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН).

И это не только астрономия, это, и шашлыки, и спорт и просто отдых, во время которого формируется коллектив, объединённый общей целью. Мы выезжаем на Астрофесты целой командой до 40 человек. С нами едут и учащиеся, которые уже окончили школу, в роли наставников. Но, к сожалению, должны констатировать, что ни одной школы на этом фестивале мы не видели за все годы.

Ещё одна форма образования — публичные лекции, в нашей школе они проходят регулярно с участием ведущих астрономов, потрясающих популяризаторов науки, это мы тоже делаем регулярно. Обязательные экскурсии в музеи космонавтики, и эти музеи есть у нас в стране, посещение планетариев. Самых одарённых и продвинутых учащихся надо отправлять на различные школы, которые тоже проводятся не по одному разу в год.

Ну и, конечно, легкодоступные традиционные мероприятия — это художественные выставки два раза в год, на всемирную неделю космоса и день космонавтики. Начальная школа с удовольствием принимает участие в этих мероприятиях. Не забыта и астрономическая олимпиада, вещь стандартная, вопрос насколько это привлекательно для детей и какова мотивация. Если мотивация — это поездки в музеи или на фестивали, то от желающих нет отбоя, и приходится использовать не по одному кабинету, чтобы рассадить всех участников.

Конечно, наши ученики принимают участие в научных конференциях и семинарах астрономического направления, представляя работы именно по образовательных технологиям в области преподавания астрономии.

Много лет мы участвовали в программах распределённых вычислений, таких как SetiHome и HomeEinshtein, правда сейчас интерес к подобным проектам падает. На сегодняшний день у нас в школе для инженерных классов специалисты из Института проблем передачи информации РАН читают курс распределённых вычислений, после чего, надеемся, интерес к участию в подобных проектах должен возрасти.

Поскольку школа позиционирует себя как школа проектных технологий, то проектной деятельности мы уделяем большое внимание. На настоящий момент своим достижением в плане развития проектной деятельности в области астрономии и космонавтики мы считаем проектную платформу «Космодис». Родилась эта проектная платформа из образовательно-игровой кружковой программы «Колонизация Солнечной системы». Эта программа дополнительного образования в основной школе, так как возраст детей 10–12 лет — наиболее интересующийся астрономией и космическими технологиями. Постепенно программа «Колонизация Солнечной системы», переросла в проектную платформу «Космодис» и проводится теперь ежегодно в разных регионах страны.

Идея колонизации планет и спутников Солнечной системы в «Космодисе» сохранилась. Учащиеся выполняют проекты, связанные с решением проблем, с которыми столкнутся будущие астронавты на далёких небесных телах. Эти проблемы на Земле в значительной степени человечеством решены, либо путём дарвиновской эволюции, либо путём технологического прогресса, а во враждебной среде, в которой окажутся астронавты, все вопросы жизнеобеспечения придётся решать совершенно иначе, чем на земле.

В прошлом году мы впервые представили нашу платформу в Лондоне на крупнейшей ежегодной Международной специализированной образовательной выставке Bett Show. И ваших ребят мы тоже приглашаем принять участие в этих проектах, которые завершаются яркими фестивалями. Кстати, есть соответствующий приказ министра образования РФ, который позволяет всем вузам страны добавлять балы к ЕГЭ победителям и призёрам восьми проектных конкурсов, в число которых входит и «Космодис».

Школьная проектная деятельность в области наблюдательной астрономии сталкивается с объективными трудностями, которые, мы надеемся, уменьшатся благодаря использованию технологии «удалённая обсерватория». И хотя производительность обсерватории существенно вырастет и число пользователей тоже, и работа в обсерватории теперь круглогодичная, но ведь количество ясных ночей в году увеличить не в наших силах, и сделать день ночью тоже, а живём мы не в пустыне Атакама, где 300 ясных дней из 365 в году, а на русской равнине, где 65 ясных дней из 365.

Поэтому три года назад в нашем школьном центре научного творчества «Поиск» родился очередной безумный проект «Школьный космический телескоп», из названия которого понятно, что этот инструмент будет работать по 24 часа 365 дней в году.

Это пятилетняя программа, состоящая из запуска трёх космических аппаратов, именно третий спутник формата U3-1 кубсат, будет нести в себе космический телескоп, обладать системами электромагнитной пространственной стабилизации, приёмо-передающим ультракоротковолновым трактом, энергетической установкой, мощным компьютером. Но путь этот долог и тернист, нам нужны люди, влюблённые в космос и готовые посвятить значительную часть своей жизни этому уникальному проекту. И не спрашивайте нас, пожалуйста, зачем этот проект делать в простой средней школе какого-то провинциального города, а не в пафосном «Сириусе» с миллиардными бюджетами. Мы себе ответили на этот вопрос.

А путь к школьному космическому телескопу лежит через наземную удалённую обсерваторию, которая тоже представляет роботизированный комплекс, работающий без участия человека. Инструментом для обслуживания инфраструктуры удалённой обсерватории её аппаратной и программной частей, служит технология «Интернет вещей» и платформа GreenPL, которая реализует в облаке отслеживание параметров и удалённое управление оборудованием, а также автоматическое принятие решений на основе поступающих данных. Эта платформа в нашей школе используется не только в проекте «Удалённая обсерватория», но и в ряде других направлений, таких как: возобновляемые источники энергии, биотехнологии, умная школа.

Оба телескопа обсерватории: Meade LX90 и Coronado PST, камеры Nikon D3300, Meade DeepSky, ASI Deep Sky imaging, всё подключено к серверу, расположенному в Центре космического мониторинга. Рядом находится контроллер для управления куполом. Он подключён к сети интернет, точнее к платформе GreenPL, где реализовано удалённое управление.

Но на одних железках далеко не уедешь. Для управления всем комплексом используется три основные программы:

1) платформа GreenPL для управления устройствами, отслеживанием параметров;

2) Stellarium, помогающий не только быстро находить объекты звёздного неба и проводить симуляции, но и управлять телескопом (в том числе через интернет);
3) Autostar Suite — программное обеспечение, поставляющееся вместе с телескопами Meade. Основная задача, для которой используется этот инструмент — управление телескопом в ручном режиме с помощью эмулятора пульта управления Autostar. Остальной необходимый нам функционал реализует Stellarium.

Для того, чтобы планировать/проводить наблюдения, необходима точная сводка погоды. Идеальный вариант — подручная метеостанция неподалёку.

Нам нужно знать всего несколько основных параметров:
1) температура неба, чтобы отслеживать уровень облачности;
2) температура воздуха (не сбилась ли оптика из-за перепада температуры, нужно ли включать обогреватель на объективе телескопа);
3) влажность воздуха; высокая влажность не благоприятствует наблюдениям;
4) атмосферное давление; если начало падать, то наблюдения, скорее всего, нужно будет свернуть;
5) все показания, кроме датчика температуры неба, носят рекомендательный характер. Если датчик температуры неба сообщил высокую температуру, что соответствует высокому уровню облачности, то купол закрывается в принудительном порядке, вынуждая пользователя прекратить наблюдения. Эти действия техники направлены на обеспечение безопасности для оборудования.

С помощью платформы можно отслеживать текущее положение купола и заслонки (показывает IP-камера, установленная соосно с телескопом). Переключатели вверх, вниз, вправо, влево отвечают за управлением двигателями автоматизированного купола, заставляя повернуться его в соответствующую сторону.

Если говорить о скорости ответа, то видео с IP-камеры задерживается до 10 с. Устройства интернета вещей отвечают в среднем с задержкой около 2–3 с, после чего приступают к выполнению задания.

Как говорилось ранее, телескоп Meade LX90 может выходить в сеть с помощью непрерывного подключения по Serial-USB кабелю. С помощью серверной программы StellariumScope удаётся настроить шлюз между Stellarium на компьютере клиента и самим телескопом, который готов принимать указания.

Помимо этого, в Stellarium появляется оранжевая мишень с названием телескопа. Просто нажимаем CMD+1 и направляем телескоп на выбранный объект. Среди доступных целей: наведение на центр экрана, на выбранные координаты, на выбранный объект.

Универсальность метода заключается в том, что можно сидеть дома и через Stellarium (мультиплатформенное бесплатное решение) проводить наблюдения. Autostar Suite — это программное обеспечение, которое ценно своими возможностями по работе с телескопом через команды на низком уровне.

В итоге, если мы объединяем программное обеспечение, аппаратное обеспечение и стабильное подключение к интернету, то получаем удалённый телескоп, которым можно управлять из любой точки планеты, где есть интернет. Это предоставляет проекту большой образовательный и социальный потенциал, так как пользоваться обсерваторией могут все российские учащиеся, которые не имеют доступа к профессиональному или даже любительскому астрономическому оборудованию.

Литература

1. *Chebotarev P.*, *Kolodkin I.*, *Rabinovich P.*, *Samoylov N.*, *Tsarkov I.*, *Zavedenskiy K.* It started life as a palace. Now it is an example of astronomy education for Russian schools to follow // J. Intern. Planetarium Society. 2018. V. 47, No. 3. P. 28–34.
2. *Колодкин И. В.*, *Царьков И. С.*, *Чеботарев П. Н.* Школьный астрономический комплекс // Земля и Вселенная. 2010. № 2. С. 84–92.

ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА НА БАЗЕ ПРОЕКТА МГУ «УНИВЕРСАТ – СОКРАТ»

С. И. Свертилов, В. В. Богомолов, Г. К. Гарипов, Е. С. Горбовской, В. В. Калегаев, П. А. Климов, В. Г. Корнилов, В. М. Липунов, В. И. Оседло, М. И. Панасюк, В. Л. Петров, М. В. Подзолко, И. А. Рубинштейн, В. И. Тулупов, И. В. Яшин

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Научно-исследовательский институт ядерной физики
имени Д. В. Скобельцына МГУ (НИИЯФ МГУ), физический факультет
Москва, e-mail: sis@coronas.ru

Успешная реализация научно-образовательных проектов Московского университета «Университетский – Татьяна», «Университетский – Татьяна-2» и «Ломоносов» [1, 2] показала хорошие возможности миссий малых космических аппаратов (КА) для реализации образовательных и научных задач. Дальнейшее развитие космической программы МГУ связано с проектом «УниверСат – СОКРАТ», направленным на создание системы космических аппаратов, позволяющих в режиме, близком к реальному времени, определять радиационную обстановку в значительной части области захваченной радиации, вплоть до орбит глобальных навигационных спутниковых систем и геостационарной. Планируется также создание космического сегмента мониторинга «космического мусора» и электромагнитных транзиентов в верхней атмосфере. Успешная реализация проекта позволит впервые в мире создать космическую систему мониторинга и предотвращения космических угроз как для осуществляемых, так и для планируемых космических миссий.

Главное отличие данного проекта от существующей сегодня отечественной группировки метеорологических космических аппаратов («Метеор», «Электро»), в состав которой входит аппаратура радиационного контроля, разработанная и созданная в НИИЯФ МГУ (многоканальный спектрометр геоактивных корпускулярных излучений МСГИ – МКА, спектрометр солнечных космических лучей СКЛ), и одной из целей которой является контроль радиационной обстановки в околоземном пространстве, как раз и состоит в том, что при реализации проекта «УниверСат-СОКРАТ» станет возможным определение радиационных нагрузок и оповещение об опасных ситуациях в режиме времени, близком к реальному, и сопоставимых с характерными временами изменения уровней радиации во время природных геомагнитных возмущений. Как показывают проведённые исследования, радиационная обстановка в районе внешней зоны радиационных поясов Земли (орбиты глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), геостационарная (ГСО), например, «Электро») может существенно измениться на шкале времени, сопоставимым со временем главной фазы магнитной бури или суббурь, т. е. порядка от десятков минут до нескольких часов (наиболее вероятный сценарий). В течение этого времени или более длительного, дозы радиации могут измениться, достигнув критического уровня. Причём изменение радиационных нагрузок будет существенным образом отличаться для орбит с разными параметрами (например, на более низких орбитах вариации радиационных нагрузок происходят более медленно и с запаздыванием относительно начала геомагнитного возмущения, чем на более высоких). Таким образом, центральной задачей настоящего проекта является определение радиационных нагрузок на разных орбитах КА на временном интервале, сопоставимом с характерными изменениями потоков радиации в околоземном пространстве. Его отличие от существующих и планируемых космических систем, позволяющих, по существу, идентифицировать только локальные

изменения радиационных нагрузок и не имеющих возможности оценить по этим данным уровни радиации на других КА, на которых не установлены приборы радиационного контроля в течение времени, достаточном для принятия оперативных решений.

Что касается мониторинга потенциально опасных объектов, то реализация предлагаемого проекта позволит создать первую отечественную систему космического базирования, предназначенную в первую очередь для оперативного обнаружения некаталогизированных объектов. По сравнению с существующими в мире системами такого типа — NORAD (North American Aerospace Defense Command), миниспутниками Sapphire и NEOSSat (Near-Earth Orbit Surveillance Satellite), будет обеспечено обнаружение неизвестных объектов в режиме реального времени. Предлагаемый космический сегмент — не альтернатива наземному, но существенно комплементарен к нему. Сочетание наземных средств наблюдений (система МГУ «Мастер») с космической («УниверСат – СОКРАТ») позволит с помощью роботизированных телескопов с широким полем зрения существенно повысить эффективность мониторинга «космического мусора» в околоземном пространстве.

Для реализации указанных наблюдений предполагается в минимальном варианте использовать группировку из трёх космических аппаратов. Основные задачи КА № 1 это мониторинг опасных объектов и явлений, изучения электромагнитных транзиентных явлений, также на этом аппарате должны осуществляться измерения потоков космической радиации (электронов и протонов) в рамках системы радиационного мониторинга. Параметры орбиты КА № 1 определяются поставленными выше задачами, поэтому он должен размещаться на низкой солнечно-синхронной орбите высотой 500...650 км. Такая орбита обеспечивает наблюдение разных областей верхней атмосферы и околоземного пространства — от экваториальных до полярных, а также создаёт благоприятные фоновые условий для измерений всплесковых явлений в гамма-диапазоне. Кроме того, на этом спутнике должны размещаться наиболее массивные приборы целевой аппаратуры, поэтому необходимая масса полезной нагрузки КА № 1 не менее 130 кг, что также обуславливает требование низкой круговой орбиты. На КА № 1 должны быть установлены следующие приборы: комплекс приборов для оптического мониторинга опасных объектов, комплекс научной аппаратуры для изучения транзиентных атмосферных явлений (ТАЯ) в оптическом диапазоне, комплекс научной аппаратуры для мониторинга в гамма-диапазоне, аппаратура для мониторинга космической радиации, а также блок сбора информации (БСИ).

По основным задачам и составу целевой аппаратуры КА № 2 и 3 идентичны. Основной задачей этих аппаратов является обеспечение радиационного мониторинга с целью построения трёхмерной картины текущего распределения потоков протонов и электронов в значительной области радиационных поясов Земли. В качестве орбиты КА № 2 и 3 выбрана эллиптическая орбита с высотами перигея и апогея приблизительно 600 и 8000 км, наклонением 63,4° и аргументом перигея ~310°. Для построения текущей трёхмерной картины потоков применяется подход, предусматривающий охват большого диапазона L-оболочек (от $L = 1{,}2$ до ~5–7), и для каждой из них — измерения всенаправленных потоков частиц в разных точках L-оболочки на разных высотах, а затем расчёт высотного хода потоков для всей L-оболочки путём интерполяции и экстраполяции данных измерений с использованием известных теоретических и эмпирических закономерностей.

Высота выбранной орбиты ограничена 8000 км из соображений достаточной точности работы системы пространственной ориентации и стабилизации спутника и разумными ограничениями сложности и стоимости запуска, периода орбиты и др. Наклонение 63,4°

выбрано из требования обеспечения стабильности положения перигея и апогея орбиты. Рассматривается также вариант, при котором один из КА № 2 или 3 вместо эллиптической орбиты будет выведен на круговую орбиту высотой ~1500 км, либо эллиптическую орбиту высотой 800...2000 км и наклонением ~80°. Для такой орбиты существует больше возможностей попутного запуска.

На каждом из КА № 2 и 3 должна быть установлена аппаратура для мониторинга космической радиации и блок электроники, осуществляющий связь с бортовыми системами спутника, На КА № 2 и 3 также могут решаться вспомогательные задачи по оптическим наблюдениям и регистрации электромагнитных транзиентов. Поэтому на них может быть установлен компактный гамма-спектрометр, оптическая камера широкого поля зрения, детектор УФ-излучения (ультрафиолетового) (ДУФ). Оптические камеры на КА № 2 и 3 предназначены для мониторинга ближнего и дальнего (до нескольких миллионов километров) пространства с целью поиска неотождествленных объектов искусственного и естественного происхождения.

Аппаратура для мониторинга космической радиации должна включать спектрометр (СПЭ) протонов в диапазоне энергий от 2 до >160 МэВ и электронов в диапазоне энергий 0,15...10 МэВ. Его основным элементом является сборка типа «телескоп», включающая несколько полупроводниковых детекторов различной толщины и сцинтилляционный детектор, расположенные соосно один под другим. Для измерения питч-углового распределения потоков и всенаправленных потоков частиц будет использоваться несколько телескопов с разной пространственной ориентацией.

Комплекс приборов для оптического мониторинга опасных объектов должен состоять из двух широкопольных оптических камер (мини-телескопов) и сканирующего телескопа с диаметром входного окна 120...250 мм и рабочем поле зрения до 100 кв. град. Камеры широкого поля зрения успешно прошли летно-конструкторские испытания в составе спутника «Ломоносов» [2]. Параметры широкопольных камер: поле зрения ~20×40°, 12 Мпикселей, ПЗС-матрицы (прибор с зарядовой связью) 24×36 мм. Данные с каждой камеры анализируются процессором, осуществляющим как подробную запись видеоряда (пять кадров в секунду) по триггеру от гамма-детектора (гамма-всплески), так и выборку видеофрагментов, относящихся к космическим аппаратам, космическому мусору, астероидам и другим объектам.

Для передачи алертов в режиме реального времени в случае регистрации гамма-всплеска или потенциально опасного объекта предполагается задействовать другие КА (например, КА системы Globalstar или «Гонец» (или телекоммуникационные спутники на геостационарной орбите). Оперативная передача информации о регистрируемых гамма всплесков в мировую сеть координат гамма всплесков Gamma Coordinate Network (GCN) через Globalstar-модем успешно отработана на спутнике «Ломоносов». В ходе эксперимента предполагается осуществление совместного мониторинга потенциально опасных объектов в космосе — космическим сегментом «УниверСат — СОКРАТ» и наземной сетью роботов-телескопов МАСТЕР (мобильная астрономическая система телескопов-роботов) [3].

Комплекс научной аппаратуры для изучения ТАЯ в УФ- и оптическом диапазонах должен включать пространственно-чувствительный спектрометр — малый линзовый телескоп (МЛТ) с высоким временным разрешением для измерения спектра оптического излучения ТАЯ и молний и детектор УФ- и ИК-излучения ДУФиК (детектор ультрафиолетового и красного излучения) — аналог детекторов на спутниках «Университетский – Татьяна-2» и «Вернов» (для сравнения данных нового космического эксперимента с данными предыдущих),

дополненный каналами измерений в дальнем УФ-диапазоне. Оси приборов МЛТ и ДУФИК должны быть ориентированы в надир с углами незатенения ±90° относительно визирных осей детекторов. Прибор МЛТ должен состоять из линзового широкопольного объектива и позиционно-чувствительного детектора в виде мульти-анодного фотоэлектронного умножителя, а также набора фотоумножителей для измерения длинных временных рядов сигнала ТАЯ с чувствительностью ~50 фот·см·мкс и временным разрешением 1 мкс. В конструкции прибора предусмотрено до 16 спектральных каналов.

Прибор ДУФиК должен состоять из трёх фотоумножителей, входные окна которых закрыты светофильтрами, обеспечивающими работу в разных спектральных диапазонах — инфракрасном (600...800 нм), ближнем УФ (240...400 нм), солнечно-слепом (100...300 нм). Кроме того, в его состав должен входить оптический детектор на основе микроканальной пластины (МКП), обеспечивающий регистрацию излучения в диапазоне от дальнего УФ до мягкого рентгеновского.

Комплекс научной аппаратуры для мониторинга в гамма-диапазоне должен включать три широконаправленных сцинтилляционных детектора гамма-излучения типа БДРГ [4] для контроля верхней атмосферы и обзора неба в диапазоне 10–3000 кэВ и трековый гамма-спектрометр высокого разрешения и чувствительности. Детекторный узел каждого блока БДРГ выполнен в виде сборки тонкого (0,3 см) сцинтиллятора NaI(Tl) и сцинтиллятора CsI(Tl) большей толщины (1,7 см) цилиндрической формы. Оси трёх гамма детекторов типа БДРГ должны быть перпендикулярны друг другу и направлены вдоль взаимно перпендикулярных рёбер куба, как бы образуя декартову систему координат. При этом главная диагональ куба должны быть ориентирована в надир.

Трековый гамма-спектрометр высокого разрешения и чувствительности представляет собой комбинацию позиционно-чувствительного детектора (ПЧД) с кодирующей маской. В состав прибора также входит годоскопический узел на основе сцинтилляционных волокон. Ось прибора должна быть направлена вдоль оси «надир-зенит», при этом со стороны кодирующей маски прибор должен быть ориентирован в зенит, а со стороны годоскопического узла — в надир. Эффективная площадь гамма-спектрометра ~250 см, диапазон энергии 5...5000 кэВ, угловое разрешение ~2°, поле зрения полного кодирования ±25°. Гамма-телескоп даёт возможность проводить проверку появления точечного источника и, таким образом, отделять гамма-всплески различной природы от высыпаний частиц.

В составе аппаратуры на КА № 1 также должен быть предусмотрен блок сбора информации (БСИ), осуществляющий сбор научной и телеметрической информации с отдельных приборов и передачу её в бортовое запоминающее устройство (ЗУ), подачу на приборы питания и команд, поступающих от бортовых систем спутника.

В ходе осуществления космического эксперимента предполагается создание наземного комплекса, предназначенного для решения задач управления КА, а также приёма и обработки целевой научной информации. Он будет создан на базе наземного научного комплекса (ННК) КА «Ломоносов», который предназначен для планирования целевого применения комплекса научной аппаратуры приёма, обработки, архивации и распространения информации с КА. Созданный ННК представляет собой задел, который будет использован при реализации нового проекта МГУ «УниверСат-СОКРАТ», что существенно уменьшит расходы на реализацию проекта. Наряду с системой приёма и обработки космической научной телеметрии в МГУ создана система оперативного анализа и прогнозирования радиационных условий в околоземном космическом пространстве, основанная на автоматизированном анализе данных космического мониторинга с использованием операционных моделей внешних

воздействующих факторов космической среды. Их использование позволит повысить эффективность создаваемой космической системы «УниверСат-СОКРАТ».

Несмотря на разнородность поставленных перед проектом «УниверСат – СОКРАТ» целей по мониторингу потенциально — опасных объектов в космосе, их объединение в рамках «единой космической платформы» представляется экономически выгодным по сравнению с проектами, направленными на реализацию мониторинга только одного из опасных космических факторов, поскольку бортовой вычислительный комплекс предназначенный для бортовой обработки информации, технически и экономически оптимально создавать для комплекса приборов на одной платформе КА, чем на разных КА для выбранных «однонаправленных» целевых приборов. Помимо этого, реализация такой схемы проекта позволяет снизить затраты на наземный сегмент управления и приёма информации по сравнению с «распределёнными» проектами выполняющим задачи мониторинга только одного из опасных космических факторов.

Первый этап программы начал реализовываться 5 июля 2019 г. после успешного запуска с космодрома «Восточный» трёх наноспутников типа кубсат. На этих спутниках установлена аппаратура для мониторинга космической радиации, а также прототипы приборов для наблюдений транзиентных явлений в атмосфере Земли. В частности, на двух спутниках установлены сцинтилляционные фосвич-детекторы, регистрирующие заряженные частицы и гамма-кванты в диапазоне энерговыделения 0,1...2,0 МэВ. Геометрический фактор этих приборов ~50 см·ср. Один из кубсатов также содержит оптический фотометр, состоящий из четырёх кремниевых фотоумножителей, чьи входные окна закрыты разными световыми фильтрами. Таким образом, прибор обеспечивает наблюдения атмосферы Земли в диапазонах от ультрафиолетового до красного. Спутники выведены на солнечно-синхронную орбиты с высотой ~800 км. Это создаёт благоприятные условия мониторинга космической радиации в различных областях околоземного пространства, включая зоны захваченной радиации, районы высыпаний и т. п. Такая орбита также позволяет осуществлять вспышечные явления как в при-экваториальной атмосфере, так и на высоких широтах. В настоящее время анализируются первые результаты лётных испытаний

Образовательная часть проекта «УниверСат – СОКРАТ» предполагает создание системы подготовки (и переподготовки) специалистов, работающих в области космических исследований, включающей как теоретическую часть (т. е. специальные курсы в виде чтения лекций и проведения семинарских занятий), так и практическую часть, базирующуюся на вовлечении студентов, аспирантов и молодых сотрудников в подготовку и проведение космических экспериментов.

В ходе реализации научно-образовательного проекта должны создаваться новые учебных программы, курсы и практикумы для подготовки молодых специалистов по профилю проекта, разрабатываться новые образовательные стандарты и методы подготовки специалистов для прикладных космических исследований. Обучаемые должны освоить специализированные компетенции, касающиеся получения знаний о потоках частиц и квантов в космическом пространстве, фундаментальных и прикладных аспектах проблем солнечно-земных связей и транзиентных явлениях в верхней атмосфере Земли, основных принципах работы современных детекторов проникающих излучений, используемых в космических экспериментах и для контроля радиационной обстановки на борту космического аппарата, методах защиты электронных приборов и биологических объектов от факторов космического пространства.

В ходе реализации проекта обучаемые должны быть вовлечены в подготовку новых космических экспериментов. При этом они

должны развивать способности к самостоятельной работе с научной информацией, получаемой в ходе экспериментов на малых космических аппаратах, участвовать в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности, проектировании и оптимизации с помощью компьютерной техники новых научных экспериментов в области космической физики.

Предполагается организация научных конференций и школ молодых учёных, на которых должны анализироваться и обобщаться результаты космических экспериментов в рамках проекта «УниверСат – СОКРАТ».

Литература

1. *Садовничий В. А.*, *Панасюк М. И.*, *Яшин И. В.* и др. Исследование космической среды на микроспутниках «Университетский – Татьяна» и «Университетский – Татьяна-2» // Астрон. вестн. 2011. Т. 45. № 1. С. 5–31.
2. *Садовничий В. А.*, *Амелюшкин А. М.*, *Ангелопулос В.* и др. Космические эксперименты на борту спутника МГУ «Ломоносов» // Косм. исслед. 2013. Т. 51. № 6. С. 470–477.
3. *Lipunov V.*, *Kornilov V.*, *Gorbovskoy E.* et al. Master Robotic Network // Advances in Astronomy. 2010. article id. 349171.
4. *Svertilov S. I.*, *Panasyuk M. I.*, *Bogomolov V. V.* et al. Wide-field gamma-spectrometer BDRG: GRB monitor on-board the Lomonosov mission // Space Science Reviews. 2018. V. 214(1). No. 8. P. 1–22.

ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ: СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ПРОБЛЕМЫ (ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГРАЖДАНСКОГО ВУЗА И ПЕРВОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО КОСМОДРОМА «ПЛЕСЕЦК»)

С. Ф. Скорина

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, e-mail: ssf@aanet.ru

Когда условия среды, в которых функционирует родственные по цели предприятия, сложны и неопределённы, они создают сети взаимосвязей. Этот процесс иногда называется бриджингом (от *англ.* build bridges, что означает «наводить мосты») или стратегическим партнёрством. Последние исследования подтвердили, что стратегическое партнёрство является эффективным средством уменьшения как неопределённости, возникающей из непредсказуемых требований обстановки, так и давления на предприятия, происходящего из-за высокого уровня взаимозависимости между ними.

Партнёрские методы позволяют наводить мосты с заинтересованными сторонами, преследуя общие цели, в то время как традиционная тактика (демпфирования, или смягчения негативного воздействия факторов внешней среды) лишь уменьшает уровень нежелательных последствий. Партнёрство может обеспечить получение предприятиями своевременной и достоверной информации, рост доверия и улучшение репутации каждого из предприятий.

В тоже время для стратегического партнёрства характерны и слабые стороны. В частности, различия корпоративных (ведомственных) культур участников бриджинга, могут ослаблять сотрудничество между фирмами и препятствовать углублению партнёрства. Совместное принятие решений может требовать существенно больших затрат времени и завершаться слишком большим количеством компромиссов для каждой из сторон. Но в целом преимущества стратегического партнёрства перевешивают его недостатки и возможные опасности.

Одним из инновационных и активно развивающихся направлений деятельности Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП) является стратегическое партнёрство, в рамках которого осуществляется расширение и углубление взаимовыгодного сотрудничества с органами власти, профильными предприятиями и учреждениями, институтами гражданского общества, научно-образовательными организациями. Это сотрудничество направлено на обеспечение системности деятельности, укрепление и развитие стратегических партнёрских отношений в сфере продвижения реализуемых вузом научных и образовательных продуктов, формирование эффективных механизмов взаимодействия в сфере реализации программ высшего и дополнительного профессионального образования в рамках единого образовательного пространства, обеспечения практики, вторичной занятости студентов и трудоустройства выпускников. Инновационный характер развития стратегического партнёрства формируется путём оптимизации направлений и содержания взаимодействия с публичными и частными организационными структурами в соответствии с приоритетами социально-экономического развития территорий и ориентированности выпускников на предприятия аэрокосмического кластера российской экономики.

Одним из важнейших и приоритетных стратегических партнёров университета является первый Государственный испытательный космодром Министерства обороны «Плесецк» (далее — Космодром), поскольку решение задачи повышения эффективности испытаний и экспериментальной отработки перспективных ракетно-космических и ракетных комплексов (РКРК) неразрывно связано с совершенствованием кадрового состава подразделений космических войск. В этой связи ГУАП и Космодром могут обоснованно рассматриваться в качестве родственных предприятий, деятельность которых направлена на достижение единой стратегической цели. Исходя из изложенного и очевидной специфики деятельности сторон основными направлениями партнёрства являются: сотрудничество в образовательной сфере по подготовке инженерных кадров и партнёрство в научно-технической сфере.

Традиционно кадры для Космодрома на протяжении многих лет готовили вузы Министерства обороны. В тоже время определённый процент специалистов космодрома составляли так называемые двухгодичники. Это были выпускники гражданских вузов с военными кафедрами в своей структуре. В ходе обучения они параллельно занимались на военной кафедре вуза и после месячных лагерных сборов, на которых они принимали присягу, сдавали государственный экзамен по выбранной военно-учётной специальности. После этого приказом министра обороны им присваивалось воинское звание лейтенанта запаса. После окончания вуза они призывалась на двухгодичную военную службу лейтенантами.

Военная составляющая подготовки таких офицеров, несомненно, страдала по сравнению с выпускниками военных вузов. В тоже время, благодаря существовавшим в гражданских вузах сложившимся научным школам и большему числу часов в учебных планах на специальные дисциплины, подавляющее большинство таких кадров были хорошими и отличными инженерами и с успехом решали соответствующие задачи во время прохождения армейской службы на инженерных должностях. Часть из них оставалась служить дальше и связывала свою дальнейшую судьбу с армией.

Сегодня в условиях модернизации и инновационного развития экономики перед армией и перед вузами стоят новые, актуальные задачи, которые необходимо оперативно решать с высоким качеством в реальном масштабе времени. Для Космодрома это повышение эффективности проводимой экспериментальной отработки ракетных комплексов (РК) в условиях сокращения как численности самих вооружённых сил, так и числа военных учебных заведений и их выпускников.

Аналогичные процессы затронули и гражданские вузы, приоритетной задачей для которых остаётся дальнейшее повышение качества выпускаемых специалистов. В большинстве университетов прошло массовое закрытие военных кафедр, готовивших офицеров запаса. В тоже время в 34 вузах России на базе военных кафедр были созданы учебно-военные центры (УВЦ). На УВЦ помимо подготовки офицеров запаса министерство обороны возложило задачу подготовки кадровых офицеров по ряду военно-учётных специальностей. Поэтому, вхождение ГУАП в число четырёх санкт-петербургских вузов, в которых наряду с военными кафедрами были созданы УВЦ, можно рассматривать как укрепление партнёрских отношений с потенциальными потребителями наших выпускников. Позднее учебно-военные центры были переименованы в военно-учебные центры.

Важным аспектом кадрового обеспечения деятельности космодрома является подготовка гражданских дипломированных специалистов по направлениям, соответствующим тематике, выполняемой на космодроме экспериментальной отработки новых РКРК. Именно в этом направлении Космодром и ГУАП сотрудничают уже более двадцати лет. В основе сотрудничества — договорные отношения

вуза и Космодрома, администрации города Мирный, отдела образования администрации Мирного, Научно-исследовательского института «Новатор» с опытным заводом, ряда средних школ города. Если в первые годы сотрудничества решались отдельные локальные задачи сторон, то в настоящее время уместно говорить о стратегическом партнёрстве университета и Космодрома, о развитии и повышении эффективности сотрудничества. За эти годы студентами нашего университета стало около 300 жителей Мирного. Среди них и выпускники средних школ города, и работники и служащие космодрома. Большую часть наших студентов составляют люди, впервые получающие высшее образование. В тоже время нашими студентами становились и люди, имеющие целью получить второе высшее образование по родственной гражданской специальности. До последнего времени законодательно не закреплено обязательное возвращение выпускников вуза, обучающихся в рамках целевой подготовки. Однако определённая часть выходцев из Мирного, став дипломированными специалистами, вернулась в родной город и продолжает службу или работу на объектах и предприятиях космодрома. При этом партнёрство не ограничивается исключительно целевой подготовкой специалистов. Университет осуществляет и подготовку кадров высшей квалификации, проводит консультирование специалистов космодрома. К реализации отдельных видов учебного процесса в университете привлекаются ведущие специалисты Космодрома. Развивается участие профессорско-преподавательского состава университета и специалистов космодрома в научно-технических конференциях, проводимых ежегодно в вузе и на Космодроме.

К положительным сторонам сотрудничества следует также отнести ряд очевидных преимуществ. Направляемые Космодромом студенты знают специфику своей предстоящей деятельности: они отлично профессионально ориентированы своими родителями, самой окружающей средой Мирного, в которой они выросли. Это обеспечивает такую необходимую в последние года мотивацию обучения для получения качественных знаний и практических навыков. Кроме того, договорные отношения предусматривают возможность прохождения ряда учебных практик непосредственно на объектах космодрома, привлечение военных специалистов к учебному процессу. Вуз в свою очередь готов выдавать студентам темы курсовых и дипломных проектов в соответствии с заявками космодрома. Всё это непосредственным положительным образом сказывается на качестве предоставляемых вузом образовательных услуг.

В тоже время приходиться говорить об общих проблемах высшего технического образования. Среди них проблемы системного характера, которые необходимо решать на уровне государства, а также проблемы, связанные с целевой подготовкой и целевым приёмом. К ним относятся: снижение уровня требований и качества подготовки выпускников средней школы; падение престижа высшего технического профессионального образования; ослабление связей «родители — студент»; туманные перспективы дальнейшего профессионального роста выпускников вузов; отсутствие чёткой государственной политики в области образования и национальной идеи.

Главная локальная проблема — снижения качества абитуриентов ГУАП из Мирного. Процент отчисленных «целевиков» существенно превышает процент обычных первокурсников, ставших студентами на общих основаниях. Возникающие трудности нельзя объяснить только недостаточным вниманием со стороны вуза. В ГУАП на первых курсах существуют кураторы студенческих групп, внедрена модульно-рейтинговая система (МРС) оценки знаний студентов, практикуется промежуточная аттестация, имеется отдел воспитательной работы, проведён комплекс учебно-методических мероприятий по адаптации вузовского и школьного учебного процессов, функционирует сертифицированная система менеджмента качества

образовательных услуг, создана система базовых кафедр на профильных предприятиях, существует заместитель по работе в общежитиях. Другими словами, в вузе для обеспечения качественной подготовки по сути реализованы принципы системного подхода. Есть объект управления — студенты, есть регулятор — это деканат и профессорско-преподавательский состав, есть измеритель состояния студентов — модульно-рейтинговая система оценки знаний. Последняя позволяет реализовать обратную связь с родителями студентов, и тем самым обеспечить необходимое условие существования замкнутой системы управления — системы управления качеством подготовки специалистов. При штатном функционировании описанная система должна успешно парировать все негативные воздействия, приводящие к снижению качества подготовки специалистов.

В тоже время, представляется, что для коренного улучшения функционирования системы подготовки специалистов вузу и его стратегическим партнёрам необходимо выполнить ряд дополнительных организационно-штатных мероприятий. В числе таких мероприятий видятся следующие. Усиление взаимодействия вуза и космодрома с целью последующего воздействия на родителей нерадивых студентов. Для этого современные информационные технологии открывают практически неограниченные перспективы в виде оперативной связи по каналам GSM (Global System for Mobile Communications) и интернет. Также и на той же основе должно быть усилено взаимодействие вуза и родителей, как не парадоксально это звучит. Отправив ребёнка в вуз, родители не должны складывать с себя полномочия по контролю его дальнейших действий. Применительно к тематике доклада лучшими помощниками вузу могут стать соответствующие службы космодрома и администрации Мирного. Наконец, представляется, что создание и функционирование в ГУАП неформального сообщества студентов из Мирного, к примеру, в идее землячества, может существенно дополнить палитру внешних положительных управляющих воздействий на студентов. В землячестве они смогут обсудить свои проблемы, получить совет и помощь от своих земляков, представителей деканата, обсудить и найти пути решения возникающих проблем. Руководитель этого землячества может и должен стать своеобразным координатором усилий всех заинтересованных сторон: вуза, космодрома, отдела образования администрации Мирного, родителей. Только тесное, всестороннее, регулярное и эффективное сотрудничество в рамках стратегического партнёрства заинтересованных сторон обеспечит успешное решение задачи повышение качества подготовки специалистов в вузе и повышение эффективности экспериментальной отработки РК на космодроме в ближайшей перспективе.

КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В. А. Сметанин[1], Н. А. Егоренкова[2]

[1] АО «Научно-производственное объединение «Энергомаш» имени академика В. П. Глушко» (Госкорпорация «Роскосмос»), начальник управления обучения и развития персонала, доктор психол. наук, e-mail: smetanin_va@npoem.ru

[2] АО «Научно-производственное объединение «Энергомаш» имени академика В. П. Глушко» (Госкорпорация «Роскосмос»), заместитель генерального директора по персоналу и социальной политике, канд. эконом. наук, e-mail: n.egorenkova@engine.space

Наше предприятие НПО «Энергомаш им. акад. В. П. Глушко» — это головное научно-производственное объединение ракетного двигателестроения, включающее в себя конструкторское бюро, научно-испытательный комплекс, цеха основного и инструментального производства, свой учёный совет и аспирантуру. Таким образом, наше предприятие ведёт и научную, и производственную деятельность. Наука у нас — это технические, физико-математические и, в некоторой степени, химические науки. Производство — это больший перечень литейного, кузнечного производства, разные формы металлообработки.

А в контексте темы проходящей конференции вопрос может звучать так: какое образование должны иметь специалисты нашего предприятия? Короткий ответ — «космическое образование» — вряд ли достаточен. С одной стороны, это вопрос простой — образование должно соответствовать должной инструкции — и по уровню, и по специальности. С другой — это очень сложный вопрос, так как само понятие «образование» в данном случае расширяется до понятия «квалификация», так как необходимо не просто описание — высшее или средне-специальное, бакалавр или магистр, направление или специальность подготовки, но и указание уровня профессиональной квалификации, установленного законами, профессиональными стандартами, ЕТКС или требованиями работодателя.

Вопрос об образовании специалиста является сложным и в силу старой (вечной) проблемы разрыва между образованием, получаемым в учебном заведении, и ожиданиями предприятий, а также сохраняющегося разрыва между федеральными государственными образовательными стандартами (далее — ФГОС) и профессиональными. Для предприятий простого принятия факта окончания работником вуза, получения диплома, сертификата недостаточно.

В данном сообщении будет рассмотрена проблема образования, квалификации выпускников учебных заведений с точки зрения работодателя на примере нашего научно-производственного объединения.

В контексте темы конференции предлагается рассмотреть само понятие «космическое образование» во взаимосвязи трёх основных элементов: 1) космической деятельности, 2) науки, 3) производства (рис. 1).

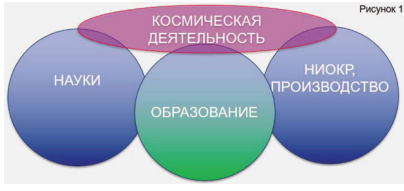


Рис. 1

То есть «космическим образованием» предлагается считать такое образование, которое обеспечивает требуемые для работников компетенции в космической деятельности, в науках и производстве, затрагивающих проблематику космоса.

Понятие «космической деятельности» дано на уровне одноименного федерального закона[1]. В паспорте научных специальностей ВАК[2] представлен перечень 422 специальностей, и только в трёх из них используется слово «космический»[3]. Но и для нас, как научно-производственного предприятия, и для полноты вопроса в целом бóльшее значение имеют практические, производственные вопросы космического образования. Любой тематический специалист, работающий в интересах космических программ, по самой сути может быть отнесён к категории «космических» специалистов. И врач, работающий в сфере пилотируемых космических полётов, и токарь, изготавливающий деталь для ракетного двигателя.

При таком понимании космического образования, возвращаясь к нашему примеру, так какие же кадры, какой квалификации нужны нашему предприятию? Традиционно образование оценивают по его уровню, например, в формате таких таблиц (рис. 2).

2016	Всего	Руководителей	Специалистов	Служащих	Рабочих
Общее образование, %	24,50%	2,95%	6,04%	27,38%	42,85%
Среднее профессиональное образование,%	34,14%	17,33%	21,35%	45,24%	47,02%
Высшее образование, %	40,27%	75,91%	70,96%	27,38%	10,13%
Степень кандидата наук, чел.	37	16	21	0	0
Степень доктора наук, чел.	8	6	2	0	0
2017	**Всего**	**Руководителей**	**Специалистов**	**Служащих**	**Рабочих**
Общее образование, %	22,57 %	2,13%	6,87%	22,97%	40,05%
Среднее профессиональное образование,%	33,42 %	13,3%	19,09%	47,3%	49,32%
Высшее образование, %	42,93%	80,46%	72,66%	29,73%	10,63%
Степень кандидата наук, чел.	38	18	21	0	0
Степень доктора наук, чел.	10	8	2	0	0

Рис. 2

Но, и на уровне обыденной логики, и на уровне высоких требований системы менеджмента качества понятно, что этого недостаточно.

ГОСТ Р ИСО 9001-2015 прямо требует — организация должна определять необходимую компетентность лиц, выполняющих работу под её управлением, должна сообщать внешним поставщикам свои требования, относящиеся к компетентности персонала, включая любые требуемые меры подтверждения квалификации[4].

Кроме того, существенные требования к квалификации предъявляет государственная система профессиональных стандартов (далее — ПС), ФГОС. Например, нами (Службой персонала и Конструкторским бюро НПО «Энергомаш») был разработан профессиональный стандарт «Специалист по проектированию и конструированию жидкостных ракетных двигателей»[5]. Всего в госкорпорации «Роскосмос» разработано порядка 60 отраслевых профстандартов[6]. Не углубляясь далее в эту тему, важно отметить два следующих

[1] Закон РФ от 20.08.1993 N 5663-1 «О космической деятельности». https://base.garant.ru/136323/.

[2] http://arhvak.minobrnauki.gov.ru/316/.

[3] 05.07.10 Инновационные технологии в аэрокосмической деятельности; 14.03.08 Авиационная, космическая и морская медицина; 25.00.34 Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия.

[4] http://docs.cntd.ru/document/1200124394, п. 7.2., 8.4.3.

[5] Утверждён приказом Минтруда России от 30.10.2018 № 676н: http://profstandart.rosmintrud.ru/.

[6] http://www.spk-cosmos.ru/profstandards/registry/.

обстоятельства: 1) это именно государственная задача — повышение производительности труда за счёт повышения квалификации работников, 2) в законе «О космической деятельности» указано, что персонал объектов космической инфраструктуры подлежит аттестации на соответствие установленным профессиональным требованиям[1].

Возвращаясь к примеру нашего предприятия, отметим, что у нас есть так называемые «Планы по труду», в которых указывается планируемое количество работников по годам, есть штатные расписания, в которых уже указываются наименования должностей уже с разбивкой по уровням квалификации. Но конкретизация самой квалификации описывается в документах третьего уровня — в должностных инструкциях. И это описание с текущего года должно соответствовать требованиям государственных профессиональных стандартов.

Теперь ещё более конкретизируем ситуацию — в этом году наше предприятие активно решает важные и сложные задачи проектирования и изготовления новых ракетных двигателей. И для нас определённую сложность представлял набор новых технологов, повышение квалификации работающих технологов и конструкторов. И в этом вопросе мы подходим к стадии взаимодействия, сотрудничества с вузами.

Кратко остановимся на том, какие мы видим проблемы. Некоторые из этих проблем только наши, некоторые — общие для всех предприятий и всех вузов.

1. Проблема квалификации выпускников. Понятно, что ни один вуз не может подготовить специалиста, на 100 % соответствующего ожиданиям работодателя. Понятно, что адаптация требуется всегда. Понятно, что взаимодействие предприятий и вузов (по тематикам курсовых и выпускных работ, по проведению практик и стажировок и др.) может повысить готовность выпускника к работе в конкретных условиях, по конкретным задачам предприятий. Но и как представители производства, и как представители HR-службы, позволим себе утверждать, что «классические» методы взаимодействия предприятий и учебных заведений (тематики курсовых и выпускных работ, практики и т.п.) только в формальном ключе не дают ожидаемого результата. Нужно вовлечённое участие команд обеих сторон, которое возможно только при наличии позитивного личностного, психологического контакта между участниками.
2. Проблема целевого набора. Распадается на две составляющие: 1) сложности планирования потребностей предприятий в персонале в перспективе 5–6 лет; 2) опасения родителей и детей из-за необходимости выплат вузу в случаях нетрудоустройства на предприятие-заказчика. Похоже, что программы «целевого набора» в тех форматах, как они реализовывались ранее, перестают существовать.
3. Проблема квалификации профессорско-педагогического состава. Обучение по «классическим учебникам», конечно, нужно. Но знание преподавателями современных реалий научно-производственных подразделений «Роскосмоса» становится всё более важным. И эта проблема не только вузов, но и предприятий, которые должны быть готовы проводить обучение, стажировки преподавателей на своих предприятиях.
4. Проблема сотрудничества вузов и предприятий по научно-исследовательским, опытно-конструкторским работам. Такое сотрудничество и положительные результаты конечно есть. Но есть и сложности — не все планы (дорожные карты) сбываются, не все участники проектов связаны с образовательными проектами. Проведение совместных НИИ, ОКР не только даёт

[1] Указ. закон, ст. 21.

пользу реализуемым проектам, но и способствует повышению квалификации всех участников.

5. Проблема привлечения и удержания выпускников, связанная прежде всего с зарплатами и соцпакетом предприятий. Конечно, на первом месте стоит зарплата, но для выпускников вузов все более значимыми становятся и перспективы решения жилищных проблем. Далее по значимости следуют возможности профессионального и карьерного роста.

Для НПО «Энергомаш» основными опорными вузами являются: МАИ, выпускники которого приходят на работу в Конструкторское бюро; МГТУ им. Н. Э. Баумана по направлению машиностроительные технологии и ЖРД; МГТУ «Станкин» по направлению технологий, организации производства. С МГТУ им. Н. Э. Баумана в настоящее время мы даже прорабатываем вопрос открытия новой кафедры в интересах нашего предприятия и ГК «Роскосмос».

В целях раннего отбора и развития наиболее талантливых детей наше предприятие реализует программы сотрудничества с Образовательным центром «Сириус» (Фонд «Талант и Успех»). И такое «сопровождение» детей мы проводим в том числе с участием вузов-партнёров, региональными и местными администрациями (Перми, Воронежа, Свердловской области).

Ещё одно существенное для нас (как предприятия и службы персонала) направление сотрудничества с вузами — это оценка профессиональных компетенций сотрудников, повышение их квалификации как по программам вузов, так и в рамках наших внутренних школ («Школа технолога», «Школа конструктора» и др.).

При этом важно отметить, что и теоретически понятно, и практически подтверждено в наших исследованиях, что есть связь профессиональных компетенций с личностными качествами, т.е. что развитие специалиста идёт комплексно — и как профессионала, и как личности.

Схематические результаты оценки профессиональных и корпоративных (личностных) компетенций показаны на следующей диаграмме (рис. 3). Каждая точка на диаграмме — это конкретный человек, уровень профессионализма — вертикальная шкала, потенциал (совокупность корпоративных компетенций) сотрудника — горизонтальная шкала. Представленное распределение является достаточно «классическим» для всех оценок персонала и показывает, что часть сотрудников обладает и высоким профессионализмом, и высоким потенциалом развития, друга часть — находится только в начале своего профессионального пути.

Рис. 3

В АО «НПО «Энергомаш» в соответствии с политикой Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» в области формирования и развития кадрового резерва внедрена следующая модель компетенций (как совокупность корпоративных компетенций):

- стратегическое мышление;
- мотивация на достижение;
- управленческая ответственность;
- командное лидерство;
- анализ проблем и принятие решений;
- персональное влияние;
- адекватность самооценки;
- ориентация на результат.

По данной модели компетенций проводится оценка сотрудников предприятия, планируются обучающие и развивающие мероприятия для последующего назначения на целевые должности карьерных треков.

Возвращаясь к профессиональным компетенциям, следует отметить такую черту современного мира, как лавинообразное увеличение количества цифровой информации. В современных условиях требуется не только изменений технологических (бизнес) процессов, не только изменение квалификации специалистов по направлениям и менеджеров всех уровней, но и изменение самой системы мышления и принятия решений. Многообразие программ обработки цифровой информации (инженерных, аналитических, проектных, кадровых, финансовых, презентационных и др.) порой не только не облегчает задачи анализа и принятия управленческих решений, но даже осложняет их, так как по-настоящему единые ERP-системы (именно единые системы учёта, планирования и управления ресурсами предприятия) создаются крайне редко.

Проблема массивности и разрозненности цифровой информации в контексте данной статьи приводит, по нашему мнению, к двум последствиям:

1. Как отмечалось и ранее — всё более востребованными становятся специальности, специалисты, работающие на стыке разных профессий.
2. Квалификация сотрудников требует уже не только узкоспециализированных знаний и умений, но и способности к более системному (как взгляд «сверху»), более широкому (включая все смежные тематики) пониманию любой частной проблемы.

Решение любой, казалось бы, частной, технической проблемы в современном производстве очень быстро и неизбежно вскрывает её связи с другими смежными или вышестоящими процессами. Например, разве кто-нибудь решится отделить конструкторское решение от технологического? Технологическое — от производственного?

Вопрос квалификации персонала при этом распадается на несколько составляющих:

1) уровень образования, специальность (специальности), опыт работы (успешной реализации проектов) сотрудника;
2) наличие правильно и точно сформулированных требований к позиции (должности);
3) наличие действующих государственных профессиональных стандартов по должности (специальности).

Если по первым двум позициям в современной практике управления персоналом уже наработано достаточно много содержательных решений, то практика использования профессиональных стандартов ещё только отрабатывается. При этом достоверность и глубина

проработки конкретного профессионального стандарта зависит, конечно, от качества проработки всех вопросов разработчиками ПС.

Какие профессии, какие компетенции, какой уровень квалификации потребуют производственные ориентиры индустрии 4.0 (цифровизация, 3D-печать, анализ больших массивов данных и др.) в ближайшем будущем от персонала предприятий?

На примере НПО «Энергомаш» можно уверенно сказать, что это будут прежде всего профессии (в широком понимании) конструктора, технолога, начальника цеха, мастера, оператора станков с ЧПУ со знаниями и навыками работы с «оцифрованными» процессами.

Как оценивать результаты обучения с точки зрения квалификаций персонала, работающего на перспективы индустрии 4.0? Известная модель Д. Киркпатрика[1], к сожалению, в условиях формирования новых технологических процессов и новой корпоративной культуры в полном объёме оказывается трудноприменимой. Одной из значимых причин является отсутствие прямой однозначной связи между обучением и результатами деятельности как относимыми, по модели В. С. Мерлина, к разным уровням иерархии, между элементами которых могут быть только связи много-многозначного характера[2].

Обеспечить соответствие кадрового ресурса высокому техническому уровню индустрии 4.0 смогут только современные технологии управления персоналом, управления квалификацией сотрудников.

[1] Удовлетворённость обучением – усвоение новых знаний и навыков – изменение поведения – измеряемый практический результат.

[2] Мерлин В. С. Очерк интегрального исследования индивидуальности. М.: Педагогика, 1986. 254 с.

ИСТОРИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРАВА НА КАФЕДРЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРАВА РУДН

А. М. Солнцев

Российский университет дружбы народов, Москва,
кафедра международного права, e-mail: solntsev-am@rudn.ru

На кафедре международного права Российского университета дружбы народов (РУДН) (ранее УДН им. Патриса Лумумбы) преподаётся дисциплина «международное космическое право» с 60-х годов XX в. Нашей кафедре, безусловно, повезло, что отцы-основатели космического права, прежде всего профессора Г. П. Жуков и В. С. Верещетин, работали у нас, писали научные труды и преподавали эти дисциплину.

Истоки науки международного космического права в России следует отнести к рубежу 20–30-х годов XX столетия, когда в работах отдельных юристов были впервые высказаны мысли по поводу этой новой области правоведения.

На конференции секции воздушного права Союза Авиахим в 1926 году В. А. Зарзар высказал мысль о необходимости разработки в будущем «межпланетного транспортного права» в связи с приближением эры высотных полётов и межпланетных сообщений. Он отметил, что на определённой высоте будет установлен международный режим космических полётов, который заменит режим государственного суверенитета в воздушном пространстве. Касаясь правового статуса космического пространства, В. А. Зарзар утверждал, что за пределами земного воздушного пространства существует режим свободного от земной юрисдикции полёта космических кораблей.

В 1933 году в Ленинграде на совещании юристов — специалистов по воздушному праву Е. А. Коровин выступил с докладом, посвящённым правовым проблемам, возникающим в связи с освоением человеком верхних слоёв атмосферы. Его доклад под названием «Завоевание атмосферы и воздушное право» был опубликован в 1934 году во французском журнале по международному праву. Ряд положений, этого доклада предвосхищал правовые проблемы, которые в процессе освоения космоса обсуждались юристами различных стран. Это, в частности, касается утверждения Е. А. Коровина о праве государства принимать меры защиты своей безопасности независимо от высоты полётов над его территорией. Бесспорной заслугой Е. А. Коровина является то, что на заре космической эры он возглавил и добился организационного оформления научной разработки в нашей стране проблем международного космического права, сплотив вокруг себя небольшую группу специалистов. В 1959 году по инициативе Е. А. Коровина в рамках Академии наук была создана Комиссия по правовым вопросам межпланетного пространства. В работе Комиссии принимали активное участие научные сотрудники Института государства и права (в том числе Г. П. Жуков), сотрудники Министерства иностранных дел СССР, сотрудник Президиума Академии наук СССР В. С. Верещетин, Министерства связи, Генерального штаба.

Анализ научных работ 50–60-х годов XX в. показывает, что наибольший интерес вызывали вопросы освоения космоса и развития международного права, проблема предотвращения распространения гонки вооружений на космическое пространство, атом и космос, правовой статус космических объектов, правовые аспекты спасания и возвращения космонавтов и космических объектов.

В 1961 году вышла брошюра Г. П. Жукова «Космос и международные отношения», в которой отмечалась необходимость предотвращения гонки вооружений в космосе и его использования в ин-

тересах сотрудничества и прогресса. В 1966 году вышла монография Г. П. Жукова «Космическое право», в которой впервые в стране было дано систематическое изложение всех актуальных проблем новой отрасли международного права. Книга была переведена в США на английский язык, в расширенном варианте в 1968 году была издана на немецком языке в Западном Берлине. В 1967 году в многотомном курсе международного права (т. 3) Г. П. Жуковым была написана глава, посвящённая международному космическому праву, а в 1978 году он выступил с курсом лекций в Гаагской академии международного права на тему «Современные тенденции развития международного космического права», который был опубликован в Сборнике курсов этой академии.

С начала 70-х годов XX в. значительный вклад в исследования международно-правовых проблем вносится В. С. Верещетиным, А. С. Пирадовым и В. Г. Эминым, которые также были сотрудниками кафедры международного права УДН им. П. Лумумбы.

Пирадов Александр Сергеевич в 1965–1972 гг. был председателем Комиссии по правовым проблемам межпланетного пространства АН СССР, с 1972 г. — представитель СССР в Комитете по использованию космического пространства в мирных целях и его Юридическом подкомитете. Он являлся действительным членом Международной академии астронавтики (МАФА) и членом Международного института космического права. Преподавал в УДН. Под его научным руководством в РУДН было защищено несколько кандидатских диссертаций. А. С. Пирадов являлся ответственным редактором нескольких крупных коллективных работ и автор значительного числа публикаций. Под редакцией А. С. Пирадова выходят два коллективных исследования ведущих российских юристов: в 1971 году «Тенденции развития космического права» и в 1974 году «Международное космическое право». В них излагается материал в виде специального курса науки международного космического права. Книга 1974 года была переведена и издана в 1976 году на английском и французском языках, а в 1978 году была издана в ГДР на немецком языке. В США в 1984 году выходит книга «Международное космическое право», авторами которой являются Г. П. Жуков и Ю. М. Колосов. В 1985 году коллективом видных юристов (И. П. Блищенко, В. С. Верещетин, Ю. М. Колосов и А. С. Пирадов) был издан учебник международного космического права для вузов страны.

Верещетин Владлен Степанович, выпускник факультета международного права МГИМО (1954). В 1976 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Международно-правовые проблемы сотрудничества государств в освоении космоса». С 1958 по 1967 гг. — сотрудник аппарата Президиума Академии наук СССР. В 1967–1981 гг. — первый заместитель председателя и советник по правовым вопросам ИНТЕРКОСМОСа при Академии наук СССР. В 1981–1995 гг. – заместитель директора и руководитель отдела международного права Института государства и права РАН. В эти же годы он возглавлял Научный совет по международному и сравнительному праву этого же Института. В 1979–1982 гг. — профессор УДН (по совместительству). Читал спецкурсы по международному космическому праву и мирным средствам разрешения международных споров, руководил работой нескольких аспирантов. В последующие годы неоднократно был председателем государственной экзаменационной комиссии и выступал в РУДН с отдельными лекциями. Он читал лекции в университетах США, Греции, Нидерландов, Великобритании и др. С 1984 по 1995 год — член Постоянной палаты третейского суда в Гааге. В 1979–1990 гг. — член правительственной делегации на сессиях Комитета ООН по использованию космического пространства и его Юридического подкомитета. В 1992–1994 гг. — член Комиссии международного права ООН. В 1994 г. возглавлял Комиссию. В 1995–2006 гг. — Судья Международного суда ООН. С 2012 г. — арбитр

по космическому праву Постоянной Палаты третейского суда (Гаага). В 1978–1995 гг. — вице-президент, с 1995 г. — Почётный директор Международного института космического права. Действительный член Международной астронавтической академии (с 1977 г.). Заслуженный деятель науки Российской Федерации (1995). Награждён орденами Октябрьской революции, Дружбы народов и «Знак почёта» и рядом российских и иностранных медалей и дипломов.

В публикациях *В. С. Верещетина* глубоко и всесторонне анализируются международно-правовые проблемы, возникающие при осуществлении международного космического сотрудничества. В брошюре В. С. Верещетина «Космос и международное сотрудничество» (1971) впервые были освещены правовые основы программы ИНТЕРКОСМОС и других международных программ освоения космоса, исследована деятельность западноевропейских космических организаций. В двух последующих монографических исследованиях В. С. Верещетина («Космос. Сотрудничество. Право», 1974 г. и «Международное сотрудничество в космосе. Правовые вопросы», 1977 г.) рассматриваются принципы, формы, направления и механизм международного сотрудничества в исследовании и использовании космического пространства.

Бордунов В. Д. (*1943–2018*), выпускник УДН (1971) и позже профессор УДН, защитил кандидатскую диссертацию по теме: «Международно-правовые проблемы изучения природной среды с помощью средств космической техники» защитил в 1975 г. в ИГП РАН (научный руководитель — профессор Б. М. Клименко).

В 80-х годах XX в. предметом исследований стали правовые проблемы НТВ с помощью спутников, правовой статус геостационарной орбиты. Российскими юристами доказывается необоснованность притязаний некоторых экваториальных стран на геостационарную орбиту и вместе с тем обосновывается необходимость предоставления всем странам равных возможностей пользоваться геостационарной орбитой. В связи с обсуждением в ООН правовых аспектов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса вполне естественно внимание к этой проблеме в работах В. С. Верещетина.

Почти во всех работах российских юристов исследуется проблема высотного предела государственного суверенитета в надземном пространстве. Наибольшее внимание этой проблеме уделяется в работах В. С. Верещетина, Г. П. Жукова.

В работах Г. П. Жукова исследуются вопросы международной ответственности государств и международных организаций за ущерб, причинённый космическими объектами.

На протяжении 80-х годов XX в. Советский Союз неоднократно выступал в ООН с предложениями, направленными на предотвращение распространения гонки вооружений на космическое пространство, а также на достижение договорённости о запрете отдельных видов космического оружия. В 1986 году СССР представил в ООН конкретную программу «звёздного мира». Вполне естественно поэтому, что значительное число работ российских юристов было посвящено правовым аспектам ограничения использования космического пространства в военных целях и предотвращения распространения гонки вооружений на это пространство (В. С. Верещетин, Г. П. Жуков).

Проблемы абсолютного запрещения военного использования космоса, ограничения военного использования космоса по действующему международному праву, понятия мирной космической деятельности в космосе, космического контроля и космического шпионажа.

Роли развивающихся стран в формировании и прогрессивном развитии международного космического права посвящены опубликованная в 1990 году учебное пособие М. Н. Копылова и В. М. Постышева «Международное космическое право и развивающиеся страны» (1990).

В первое десятилетие XXI в. можно говорить о возрождении интереса к международному космическому праву. Было подготовлено 8 кандидатских и одна докторская диссертации: Яковенко А. В. «Актуальные проблемы прогрессивного развития международного космического права» (1999); Савельев В. А. «Правовой статус международной космической станции» (2000); Барри Сайфулае «Международно-правовые аспекты дистанционного зондирования Земли из космоса» (2001); Йео Адама «Международно-правовой статус РАСКОМа» (2001); Яковенко А. В. докторская диссертация «Международно-правовые проблемы международных программ исследования и использования космоса» (2001); Стовбун В. Д. «Международно-правовой статус международной организации космической связи «Интерспутник» (2010).

Основной вклад в развитие научной школы космического права внес профессор Г. П. Жуков (1924–2014), участник ВОВ, один из основателей науки международного космического права. В 1966 г. в Академии Наук СССР защитил докторскую диссертацию по теме: «Международно-правовые проблемы освоения космоса». Жуков Г. П. владел английским, французским, польским и итальянским языками.

С 1965 по 1969 гг. профессор Г. П. Жуков по совместительству преподавал на кафедре международного права УДН. В течение долгих лет он занимался научно-исследовательской деятельностью в ИГП РАН. Он был заведующим кафедрой международного права Дипломатической академии (1970–1978), а затем он возглавил сектор ООН отдела международных организаций Института мировой экономики и международных отношений АН СССР (1981–1986). С 1987 по 2014 гг. — профессор кафедры международного права РУДН.

В течение 15 лет Жуков Г. П. был вице-президентом Международного института космического права, а затем стал его почётным директором. Он принимал участие во многих международных дипломатических совещаниях и конференциях, в частности на сессиях Юридического подкомитета Комитета ООН по космосу (1963 и 1979 гг.), Рабочей группы по прямому вещанию с помощью спутников (1970), Специального комитета по Уставу ООН и усилению роли Организации (1975), Конференции ООН по космосу (Вена, 1968 г.).

В 1978–1979 гг. он был избран по конкурсу заместителем Генерального секретаря Международной организации гражданской авиации (ИКАО) в Монреале и одновременно директором юридического управления этой Организации.

За вклад в научную разработку проблем международного космического права в 1968 г. был награждён золотой медалью и грамотой Международной астронавтической федерации и Международного института космического права.

Его работы были опубликованы в России и за рубежом. Основные его научные труды: учебник «Международное космическое право», М., 1999 (в соавторстве); L'Adaptation du Droit de l'Espace a ses nouveaux defis / ed. Pedone, P., 2007 (в соавторстве); «Варшавский Договор и вопросы международной безопасности», М., 1961; «Критика естественно-правовых теорий международного права», М., 1961; «Космическое право», М., 1966; International Space Law, N. Y., 1984 (совместно с Ю. М. Колосовым)); «Космос и мир», М., 1981; Словарь международного космического права, М., 1992 (в соавторстве); учебник «Международное космическое право», М.: РУДН, 2013 (в соавторстве). Жуков Г. П. передал кафедре международного права его личную библиотеку, что составляет основу Центра исследований по международному космическому праву при кафедре международного права РУДН. В 2010 г. Геннадию Петровичу Жукову было присвоено звание Заслуженного юриста Российской Федерации.

В 2010 г. кафедру возглавил профессор А. Х. Абашидзе, который совместно с профессором Г. П. Жуковым учредил Центр международного космического права, в рамках которого проводятся конфе-

ренции и круглые столы, а также был издан первый в XXI веке российский учебник по международному космическому праву (http://intlaw-rudn.com/islic/). В последнее время на кафедре были защищены следующие диссертации: «Международно-правовые аспекты ответственности в области космической деятельности» (Волынская О. А.); «Перспективы международно-правового регулирования аэрокосмической навигации» (Ганенков Е. О.); «Международно-правовые аспекты обеспечения устойчивости космической деятельность» (Черных И. А.).

ЛАЗЕРНЫЕ РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ В МАЛЫХ СПУТНИКАХ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ БЛИЖНЕГО И ДАЛЬНЕГО КОСМОСА

А. В. Сочнев, Б. Р. Зиганшин, А. Г. Саттаров

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева, e-mail: avsochnev@kai.ru

На сегодняшний день человечество активно осваивает ближний космос. Все большее значение для жизнедеятельности приобретает орбитальная группировка спутников. Они решают задачи дистанционного зондирования Земли, связи, научных исследований. Количество запускаемых космических аппаратов будет только расти, в том числе и для миссий дальнего космоса. Одной из проблем является ограничение химических двигателей по удельному импульсу, т. е. космический аппарат не может взять достаточное количества топлива на борт, и это ограничивает радиус действия аппаратов с таким типом двигателя. Существующими вариантами решения, например, могут быть электроракетные двигатели, солнечный парус или ядерная силовая установка.

Ещё одним решением является лазерный ракетный двигатель (ЛРД), использующий энергию лазера для движения аппарата в пространстве. Пионерами идеи об использовании ЛРД считаются несколько учёных. В 1923–1924 годах К. Циолковский, Ф. Цандер и Г. Оберт предложили использование светового давления в качестве тяги. Э. Зангер в 1953 году выдвинул идею о применении фотонных ракет [1]. В 1972 г. А. Кантровиц представил концепцию применения ЛРД в качестве теплового абляционного двигателя [2]. В 1976 г. Ф. В. Бункин и А. М. Прохоров впервые описали принцип работы лазерного воздушного реактивного двигателя [3].

В основе концепции лежит понятие абляции — т. е. испарение вещества при взаимодействии с лазером. Лазерный луч, попадая на материал, испаряет его, образуя поток испарённого вещества. Этот поток образует тягу, которая двигает объект в пространстве. Тяга в этом случае направлена к лазеру. Для такого движения необходим наземный стационарный лазер, который будет наводиться на аппарат и приводить его в движение. Находящиеся на значительном удалении от Земли аппараты будут приводиться в движение т.н. «летающими лазерами», т. е. аппараты, у которых на борту стоит лазер [4].

У такой концепции есть несколько слабых мест. Например, пока не разработаны достаточно мощные лазеры (мощность порядка 10 Вт) для запуска аппаратов [5]. Проблематично выглядит старт аппарата — концепция рассматривает аппарат уже в космосе, но для этого его необходимо туда вывести. Вероятно, аппарат будет запускаться при помощи ракеты-носителя или воздушного шара на некоторую высоту, а наземный лазер с этой высоты будет наводиться на аппарат, выводя его на орбиту.

Ещё одним развитием данной идеи является использование лазера для борьбы с космическим мусором. Эта проблема становится все актуальней, поскольку количество запускаемых космических аппаратов возрастает, и на орбите скапливаются отработанные ступени ракет, выведенные из эксплуатации спутники и многое другое. Достаточное количество мелкого мусора способно образовать лавинный поток, который может привести к проблемам для эксплуатируемых кораблей. Лазер способен не только уничтожать мелкий (1...10 см) мусор и расщеплять на части крупный мусор, но и при помощи лазерной тяги сталкивать с орбиты астероиды [6, 7].

Ввиду развития микроконтроллеров и микропроцессоров для практического применения стали доступны небольшие платы управ-

ления. Это привело к развитию наноспутников (космические аппараты массой от 1 до 10 кг) и микроспутников (космические аппараты массой от 10 до 100 кг). Такие космические аппараты с малой массой могут разрабатывать и изготавливать научные коллективы или члены научно-технического творчества молодёжи. ЛРД для нано- и микроспутников можно использовать в качестве системы ориентации и стабилизации в пространстве. Такой тип двигателя способен выдавать очень маленькое значение удельного импульса, необходимого для стабилизации. Например, коллектив из Германии разработал систему стабилизации спутников MICROLAS на лазерной тяге [8].

Коллектив из Казанского национального исследовательского технического университета им. А. Н. Туполева (бывший Казанский авиационный институт, КНИТУ – КАИ) предлагает следующую схему ЛРД для стабилизации [9–11]. На борту аппарата находится импульсный лазер, питающийся от аккумуляторов, а тот, в свою очередь, от солнечных панелей. Лазер создаёт импульс, проходящий через линзу. После чего создаётся оптический разряд. При образовании оптического разряда внутри сопла возможно создать скорость истечения рабочего газа гораздо большую, чем у химических двигателей.

Процесс зарождения оптического разряда образуется за счёт испарённого материала, обладающего достаточным количеством свободных электронов, поскольку воздух оптически прозрачен для лазерного излучения. Существует 3 механизма развития оптического разряда: светодетонационная волна, сверхзвуковая радиационная волна и волна пробойного механизма переноса фронта [12].

Оптический разряд проходит следующие стадии: 1) подвод излучения и испарении мишени, 2) поглощение лазерного излучения, 3) первый выброс ядра и развитие оптического разряда гиперзвуковой волной ионизации, 4) второй выброс из ядра и изотермическое расширения ядра и 5) релаксация.

Оптимальная длительность импульса составляет в пределах нескольких наносекунд. Такая длительность обусловлена уравнением порогового пробоя, где есть параметр плотность потока. Чем выше это значение, тем при меньших значениях мощности лазера возникает оптический пробой. В перспективе, при использовании фемто- и пикосекундных лазеров значение порогового пробоя снизится, однако при таких длительностях импульса взаимодействие лазерного излучения и среды (в особенности материала) перестаёт описываться классической теорией взаимодействия лазера и вещества.

Литература

1. *Зенгер Э.* К механике фотонных ракет. М.: Изд-во иностр. лит., 1958.
2. *Kantrowitz A.* Propulsion to orbit by ground-based lasers // Astronautics and Aeronautics. 1972. V. 10. No. 5. P. 74–76.
3. *Бункин Ф. В.*, *Прохоров А. М.* Использование лазерного источника энергии для создания реактивной тяги // Успехи физических наук, 1976. Т. 119. № 3. С. 425–446.
4. *Phipps C.* Laser Ablation Propulsion and Its Applications in Space // Advances in the Application of Lasers in Materials Science / ed. Ossi P. M. 2018. P. 217–24.6
5. *Birkan M.* Laser Propulsion: Research Status and Needs // J. Propulsion and Power. 1992. V. 8. No. 2. P. 354–360.
6. *Loktionov E. Y.*, *Skobelev M. M.* Possible utilization of space debris for laser propulsion // 33 Intern. Conf. Equations of State for Matter. 2019. P. 1–6.
7. *Phipps C.* L'ADROIT — A spaceborne ultra violet laser system for space debris clearing // Acta Astronautica. 2014. No. 104. P. 243–255.
8. *Scharring S.*, *Lorbeer L. A.*, *Karg S.*, *Pastuschka L.*, *Förster D. J.*, *Eckel H. A.* The MICROLAS concept: precise thrust generation in the Micronewton range by laser ablation // Technology for Small Satellite Research: Payloads and Subsystem Technologies Small Satellite Applications, Missions, and In-Orbit Experiences. 2016. V. 1. P. 27–34.

9. *Сочнев А. В.* Импульсный лазерный ракетный двигатель с тягой 0,1...0,01 Н // Сб. тр. 17-й Всерос. семинара по управлению движением и навигации летательных аппаратов. Самара: Самарский нац. исследоват. ун-т им. акад. С. П. Королёва, 2015. С. 166–167.
10. *Бикмучев А. Р.*, *Сочнев А. В.* Лазерный ракетный тепловой двигатель для микро- и наноспутниковых космических систем нового поколения // Международная молодёжная научная конф.: материалы конф.; сб. докл. В 4-х т. Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2017. С. 1055–1058.
11. *Саттаров А. Г.* Концепция космического ЛА с малой начальной массой, выводимого на околоземную орбиту лазерным ракетным двигателем // Изв. высших учеб. заведений. Авиационная техника. 2008. № 2. С. 41–45.
12. *Yalcin S.*, *Crosley D. R.*, *Smith G. P.* Influence of ambient conditions on the laser air spark // J. Applied Physics. 1999. V. 68. No. 1. P. 121.

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ КОСМОНАВТИКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Е. М. Стриженова[1], В. В. Тюкалова[2], А. С. Петров[3]
[1] ООО «Автомеханика», e-mail: strizhenovaelen@gmail.com
[2] АО «Коммерсантъ»
[3] АО «Институт экономики и развития транспорта»

Рассмотрено текущее состояние популяризации космонавтики в России. Проанализированы основные факторы, влияющие на методическую работу в этом направлении. Поставлена задача по преодолению проблемы, выявленной в ходе анализа уровня популяризации космонавтики в России, предложено её решение.

Введение

Популяризация — это изложение чего-либо сложного, например, научных знаний, в современной и доступной для широкого круга людей форме. Возникнув во время просветителей Нового времени, этот феномен сопутствовал научно-техническому прогрессу, и сейчас он продолжает активно развиваться. Несмотря на наличие лёгкого доступа к различным источникам информационным ресурсам, уровень осведомлённости населения (не только в России, но и в мире) оставляет желать лучшего. Например, по результатам опроса «ВЦИОМ-Спутник» 2018 года более половины россиян (57 %) не верят в правдивость высадки американских астронавтов на Луну в 1969 году, полагая, что соответствующие документальные материалы были сфальсифицированы [1]. И это можно считать следствием множества мифов, порождённых приверженцами теории «Лунного заговора», которые находят отклик среди населения. Как следствие, одно из крупнейших достижений науки и техники человечества подвергается сомнению.

Состояние исследуемой проблемы

Текущее состояние популяризации науки в России, как космонавтики, так и в целом по всем отраслям знания, оставляет желать лучшего, что подтверждается исследованиями ряда авторов [2, 3]. Только грамотная политика в этой области, подкреплённая бюджетными средствами, позволит решить задачу не только популяризации как таковой, но и в целом поднять престиж учёного, исследователя, инженера. Комплексно на государственном уровне этой работой не занимаются [4]; в существующих государственных программах (например, «Научно-техническое развитие Российской Федерации» [5] или «Развитие науки и технологий» [6]) популяризация науки упоминается не напрямую, а через мероприятия, предполагающие похожие цели.

Постановка задачи

Задача состоит в разработке и апробации метода популяризации космонавтики, обладающего большей эффективностью по сравнению с существующими методами.

Принципы решения

5 января 2014 года в Москве основано некоммерческое сообщество «Твой сектор космоса», поставившее своей целью популяризацию космонавтики. Для достижения этой цели используется комбинация различных средств воздействия на аудиторию:

- работа медиа-ресурсов в социальных сетях, продвижение в интернете (публикация заметок об истории космонавтики, анонсов мероприятий космической тематики и т. д. на страницах сообщества);

- проведение научно-популярных лекций на различных площадках и в различных форматах (регулярный лекторий 1 раз в 2–3 недели с представителями космической отрасли, марафон лекций с несколькими лекциями в течение дня, видеозапись лекций для предоставления доступа к ним широкому слою населения и другие);
- организация экскурсий на предприятия космической отрасли и в космические музеи (экскурсия в демонстрационный зал завода экспериментального машиностроения РКК «Энергия», экскурсия в Институт медико-биологических проблем и др.);
- организация «Летней космической школы» (выездное ежегодное мероприятие, где в течение недели происходит погружение в ту или иную область космонавтики, с лекциями, работой над проектом, неформальным общением и культурной программой в виде экскурсий и тематических концертов);
- работа над техническими проектами (с 2014 года в сообществе разрабатывался спутник «Маяк», средства на создания которого были собраны краудфандингом, 14 июля 2017 года спутник был запущен на орбиту; в данный момент ведутся работы над фотобиореактором 435nm).

Благодаря комплексному подходу к популяризации, складывается следующий алгоритм: человек подписывается на сообщество в социальных сетях, узнает о предстоящих лекциях. Далее, посещает их, получает новые знания и ещё больше заинтересовывается космонавтикой. После посещения нескольких лекций возникают новые социальные связи, связанные с общением с другими энтузиастами космонавтики, что подкрепляется совместными поездками на предприятия космической отрасли. Затем слушатель посещает «Летнюю космическую школу», где благодаря ещё более тесному общению находит ещё больше единомышленников, приобретает новые контакты, получает углублённые знания о работе космической отрасли. Также в ходе «Летней космической школы» слушатель получает опыт работы над проектом, что позволяет ему принять участие и в работе над техническими проектами сообщества. В результате слушатель оказывается вовлеченным в практическую работу над космическими проектами.

Выводы

В ходе проведения работы по популяризации космонавтики в России выявлен рациональный алгоритм образовательной работы. Его успешная работа подтверждаются положительными отзывами слушателей и лекторов как в плане организации мероприятий, так и с точки зрения решения поставленной задачи. К его недостаткам можно отнести апробацию на ограниченной выборке. Перспективы развития алгоритма связаны с расширением поля деятельности сообщества.

Литература

1. Более половины россиян не верят в высадку американцев на Луну // РИА Новости. 2018. URL: https://ria.ru/20180727/1525427134.html (дата обращения: 30.08.2019).
2. *Журавлева Е. В.*, *Фурсов С. В.* Популяризация науки в современной России // Россия и современный мир. 2018. № 4. С. 233–237.
3. *Рязанова Г. В.* Проблемы популяризации научного знания в Российских СМИ // Медиаисследования. 2014. № 1. С. 222–228.
4. *Сухенко Н. В.* Специфика популяризации науки в России // Вестн. НГТУ им. Р. Е. Алексеева. Сер. Управление в социальных системах. Коммуникативные технологии. 2016. № 4. С. 18-22.
5. Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образо-

вания». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286474 (дата обращения: 30.08.2019).
6. Постановление Правительства РФ от 29.03.2019 № 377 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_322380 (дата обращения: 30.08.2019).

ПРОЕКТ ПО РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СПУТНИКОВОЙ АНТЕННОЙ НА ОСНОВЕ СИГНАЛА С КАНАЛА ОБМЕНА В РАМКАХ ГРАНТОВОЙ ПРОГРАММЫ

Б. В. Уткин[1], А. Л. Магазинникова[1], К. В. Семчанкова[1], М. Н. Анишин[1], Д. А. Бабанов[2], И. А. Жуков[3]

[1] Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, e-mail: b.utkin@list.ru

[2] Центр молодёжного инновационного творчества «Станции юных техников», Железногорск

[3] Национальный исследовательский Томский государственный университет

В настоящее время в образовательных учреждениях Российской Федерации выполняются проекты и работы, связанные с разработкой различных систем в аэрокосмической отрасли. Тема исследований и работ в космической области и организации процесса взаимодействия высших учебных заведений, предприятий и бизнеса затрагивается во многих статьях.

В статье Коберниченго В. Г. [1] рассмотрены основные этапы и результаты исследований и разработок в области радиолокационных систем дистанционного зондирования Земли, которые проводились с начала 80-х гг. прошлого века в ведущем вузе Урала.

В статье [2] формы установления связей между учебными заведениями, предприятиями и государством. Наиболее популярными формами взаимодействия являются следующие: обучение на основе общих программ, базовой кафедры, целевое обучение и прикладное образование. В результате исследования, проведённого авторами статьи, было выявлено, что идеальным решением в данном случае является полное включение в процесс подготовки специалиста всех ресурсов во все формы взаимодействий предприятий и вуза [2].

Студенты Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) активно участвуют в проектной деятельности, в частности в рамках конкурса «Умник» и становятся победителями этого конкурса. Одним из таких проектов, выполняемых на базе ТУСУР при поддержке гранта «Умник», стал проект по разработке системы, реализующей управление спутниковой антенной на основе сигнала, получаемого из канала обмена.

Основной целью выполнения проекта является создание системы управления электрическим двигателем поворота спутниковых антенн и солнечных батарей на базе микроконтроллера для применения в аэрокосмической отрасли. Основными требованиями, предъявляемыми к разрабатываемой системе, являются надёжность и возможность применения в аэрокосмической отрасли.

Разрабатываемое устройство состоит из источника задающего воздействия (персональный компьютер с технологическим программным обеспечением), микроконтроллера, осуществляющего выдачу сигналов на драйверы, управляющие силовыми ключами, фильтров, сглаживающих пульсаций тока, протекающего через обмотки двигателя, источника питания и двигателя.

Календарный план выполнения проекта рассчитан на два года. Согласно плану реализации проекта, на первый год было предусмотрено выполнение следующих задач: построение моделей аналоговых регуляторов тока для двухфазного синхронного электрического двигателя, построение осциллограмм и спектров входного и выходного сигнала системы, анализ основных функциональных узлов системы, разработка упрощённой модели системы управления двухфазным синхронным электрическим двигателем на базе микрокон-

троллера, разработка и отладка алгоритма обработки сигналов для микроконтроллера.

Построение моделей аналоговых регуляторов для двухфазного синхронного электрического двигателя позволило провести исследования зависимости сигнала в обмотке электрического двигателя от частоты входного гармонического воздействия и определить рабочий диапазон частот, а также выбрать наиболее оптимальные параметры в модели регулятора по критерию минимума ошибки стабилизации [3–5].

Разработанный алгоритм обработки сигналов для микроконтроллера будет использован при написании программы управления двигателем поворота спутниковой антенны на втором году научно-исследовательской работы.

Данные, полученные в ходе выполнения работ на первом году (результаты моделирования систем и их анализа), необходимы для выполнения второго этапа разработки, основным результатом которого будет программа для управления электрическим двигателем поворота спутниковой антенной и экспериментальная модель. Кроме того, полученные данные могут быть использованы при проектировании подобных систем управления электрическими двигателями для применения в космической промышленности и в робототехнике.

Для выполнения поставленной задачи на базе ТУСУР была организована проектная группа в соответствии с технологией группового проектного обучения ТУСУР [6]. Проектная группа включает в себя руководителя, консультанта и участников проектной группы. В качестве участников проектной группы выступают студенты 3–5-го курса профильных специальностей.

В начале каждого семестра для каждого студента формируется индивидуальный план работы, включающий в себя часть работ, запланированных для выполнения в текущем семестре. По завершению каждого семестра организуется защита отчёта о работе, выполненной студентами в течение семестра.

В рамках отчётности по гранту участники проектной группы успешно защитили отчёт о выполнении первого этапа работ.

Согласно плану реализации проекта, на второй год предусмотрено выполнение задач, включающих в себя разработку программы для микроконтроллера, осуществляющей обработку сигналов в системе управления электрическим двигателем, а также создание экспериментальной модели системы управления электрическим двигателем поворота спутниковых антенн и солнечных батарей.

Также в рамках выполнения работ на втором году планируются мероприятия по защите интеллектуальной собственности (подача заявки на регистрацию результата интеллектуальной деятельности) и прохождение преакселерационной программы с целью проработки перспектив коммерциализации результатов научно-исследовательской работы и создание бизнес-плана проекта. Результатом выполнения проекта станет создание полезной модели и защита заключительного отчёта о выполнении второго этапа работ.

На базе созданного бизнес-плана планируется подача заявки на программу Старт, которая позволит создать новое инновационное предприятие по производству систем управления электрическими двигателями с использованием результатов проведённой в рамках программы УМНИК результатов научно-исследовательской работы.

Разрабатываемый инновационный проект является наглядным примером взаимодействия государства и бизнеса в образовании студентов, обучающихся на специальностях космического профиля. На базе образовательного учреждения организован проект, который ставит себе конечную цель создания конкретного устройства для выбранного круга предприятий-потребителей (при этом задача определения рынка потребителей предполагаемой продукции ставится студентам), в рамках решения поставленных задач студенты получают

навыки работы по своей специальности. На определённом этапе работы проект получает финансирование за счёт государственного гранта. При этом по достижению конечной цели участники имеют возможность интегрировать разработку в бизнес.

Немаловажную роль в работе инновационного проекта, особенно, когда данный проект выполняется при поддержке гранта и предполагает определённую отчётность, играет оценка рисков. Вопрос оценки рисков при разработке инновационного проекта и методов их снижения обсуждается в статье Антоновой А. А. [7]. Существуют следующие источники рисков.

- Невыполнение или неполное выполнение задач проекта по причине изменения состава проектной группы по различным мотивам. Для снижения данного риска необходимо предусмотреть возможность привлечения дополнительных участников в проектную группу в случае ухода из проекта прежних участников.
- Нарушение календарного плана проекта или невыполнение поставленных задач в заданные сроки. Для снижения данного риска необходимо адекватно оценивать временные ресурсы и с учётом этого правильно планировать работы.
- Невыполнение или неполное выполнение задач проекта по причине физической невозможности (в связи с вновь открывшимися данными при исследовании, которые делают невозможным выполнение поставленной задачи). Для снижения данного риска при планировании проекта необходимо провести предварительные исследования, результатом которых будет подтверждение возможности и целесообразности выполнения поставленных задач.
- Снижение актуальности результата выполнения работ за время их выполнения. Для снижения данного риска необходимо проводить оценку конкурентоспособности предполагаемого продукта на будущее.

Правильная оценка перечисленных рисков и применение мер по их снижению позволяет более успешно организовать работу в проекте.

Рассмотренные особенности и способы организации инновационного проекта, поддержанного государственным грантом и выполняемого на базе высшего учебного заведения студентами, обучающихся на специальностях космического профиля, а также оценка рисков при организации проекта позволяет создать модель организации проектов в подобных условиях.

Литература

1. *Коберниченко В. Г.* Исследования в области радиолокационного космического мониторинга в уральском федеральном университете: исторический аспект // 26-я Международная крымская конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (Крымико-2016): материалы конф. В 13-ти т. 2016. С. 2789–2795.
2. *Семина А. П.*, *Силантьева Е. А.*, *Тихонов А. И.* Исследование роли профильных вузов в обеспечении кадрами предприятий ракетно-космической промышленности // 40-е Академ. чтения по космонавтике, посвящённые памяти академика С. П. Королёва и других выдающихся отечественных учёных-пионеров освоения космического пространства: сб. тез. 2015. С. 143–144.
3. *Уткин Б. В.*, *Анишин М. Н.*, *Газитов С. Р.* Модель синхронного двухфазного электрического двигателя для проведения анализа работы системы стабилизации тока в его обмотке // Материалы докладов 14-й Международной научно-практич. конф. «Инновационные, информационные и коммуникационные технологии». Сочи, 1–10 окт. 2017. С. 468–471.
4. *Уткин Б. В.*, *Анишин М. Н.*, *Газитов С. Р.* Анализ эффективности метода оптимизации системы управления синхронными двухфазными электри-

ческими двигателями // Материалы докладов 14-й Международной научно-практич. конф. «Инновационные, информационные и коммуникационные технологии». Сочи, 1–10 окт. 2017. С. 464–468.
5. *Аристов А. В.* Управление двухфазным асинхронным двигателем в режиме прерывистого движения // Докл. Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2010. № 1(21). Ч. 2. С. 137–141.
6. *Боков Л. А.*, *Катаев М. Ю.*, *Поздеева А. Ф.* Технология группового проектного обучения в вузе как составляющая методики подготовки инновационно-активных специалистов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 385.
7. *Антонова А. А.* Основные методы снижения рисков инновационного проекта // Развитие экономики и менеджмента в условиях цифровизации сборник трудов научно-практической конференции с международным участием / под ред. А. В. Бабкина. 2018. С. 324–330.

КОСМИЧЕСКАЯ АКУСТИКА

Д. В. Федотов

Индивидуальный предприниматель Федотов Дмитрий Вячеславович
e-mail: punk26fun@gmail.com

Когда мы говорим о космосе, то в первую очередь представляем безвоздушное и бескрайнее пространство таких масштабов, что захватывает дух. Однако, нельзя забывать о том, что космос — это не только пространство, но и все тела в нём. От самых маленьких элементарных частиц до сверхскоплений и кластеров галактик — всё является наполнением космоса, наполнением системы по истине колоссальных масштабов. При этом у любой системы, как квантовой, так и планетарной или даже галактической есть свои уникальные свойства.

Если мы начнём рассматривать свойства любой системы, то несомненно, что самым очевидными окажутся её визуальные свойства, наглядно показывающие большинство физических характеристик и законов, присущих данной связанной между собой группе объектов. Так испокон веков человечество наблюдает за звёздами, а следовательно за самыми заметными элементами космической системы. Для этих целей создаются всё новые и новые технологии и телескопы, работающие как в оптических, так и в таких диапазонах частот, которые недоступны человеческому глазу без специальных инструментов. Но что если всё это время в попытке увидеть вселенную мы упускали наиболее важнейшее её свойство, незримое и неслышимое при первом приближении? Что если, видя звёзды, мы должны были задуматься также и о таком явлении, которое является неочевидным и трудным для изучения, но возможно даже более значимым по своей сути? Что если за устройство всей системы отвечает не что иное, как космическая акустика?

Довольно необычный термин на первый взгляд, ведь в вакууме космоса нет ничего, что могло бы проводить акустические колебания, ведь там лишь бесконечная пустота и любой звук пропадает? не добравшись от источника до человеческого уха или хоть какого-то приёмника... Но так ли это на самом деле?

Благодаря стараниям Вояджеров и Джорджа Томпсона, а так же музыкальным композициям Криса Хэдфилда, космическим операм Джорджа Лукаса и других режиссёров, писателей и сценаристов, а самое главное знаменитому на весь мир «Поехали!» Юрия Гагарина и записям других покорителей космоса мы с уверенностью можем сказать, что космос не является безмолвной и статичной системой. Более того с каждым днём нам приходится всё больше и больше вслушиваться в космос с помощью радиотелескопов и других устройств, чтобы узнать о начале времён нашей вселенной, о тех временах после большого взрыва, которые мы не можем разглядеть никакими оптическими приборами.

Но не смотря на огромное количество исследований и аудиоматериалов мы зачастую остаёмся глухи к происходящему и воспринимаем космическую акустику не как новую и возможно самую необходимую в настоящий момент для всего человечества междисциплинарную науку, а как просто игрушку, не заслуживаемую внимания. Давайте же разберёмся подробнее о сути данного явления (начнём именно с жанра научной фантастики и музыки), синергия которого уже довольно давно захватывает умы прогрессивного человечества по всему миру.

Изначально термин «космическая опера» был введён Уилсоном Такером в резко негативном ключе для обозначения халтурной коммерческой научной фантастики по аналогии с мыльными операми для домохозяек, но в отношении литературной и кино, но касательно,

по мнению Такера, псевдонаучной жвачки про космолёты и спасителей миров. Но где было бы человечество без должной самоиронии и способности смело воспринимать критику, стараясь обратить любой минус в плюс? Где бы мы были, если бы до сих пор высмеивали Циолковского и его новаторскую идею о космических полётах? Но к величайшему сожалению наших предков к этим идеям обратились серьёзно только в нацистской Германии, где каким-то чудом (или под страхом репрессий) Вернер фон Браун сумел сконструировать по эскизным чертежам Циолковского первые суборбитальные ракеты, став тем самым одним из основателей современной космонавтики. И хотя это нисколько не умоляет конструкторские заслуги Королёва, сумевшего скопировать «Фау-2», но данное отношение человечества и непосредственно нас с вами к изобретениям показывает, на сколько велико общественное мнение и реалии подавляющего большинства государственных организаций, которые обращаются к новой идее только после того, как с её помощью научились убивать людей...

Но если мы взглянем на одно из произведений в жанре научной фантастики, которое лишь с натяжкой можно назвать космической оперой и то, в благородном акустическом ключе, то увидим сколь сильное воздействие на сознание оказывает звук. Довольно известный исторический факт, что первое представление в радиоэфире бессмертного произведения Герберта Уэллса «Война миров» посеяло панику среди граждан, воспринявших художественный вымысел за чистую монету. Более того даже в условиях современного общества многие люди зачастую отдают предпочтение слухам (вдумайтесь в акустический смысл данного слова), а не сухим и наглядным научным фактам.

Если разобраться в причине этого явления, то нам необходимо лучше понять саму суть акустических явлений. Акустика — это наука о звуке, изучающая физическую природу звука и проблемы, связанные с его возникновением, распространением, восприятием и воздействием.

Если сейчас начать перечислять различные направления акустических исследований от квантовой акустики до атмосферной, от психологической акустики до музыкальной, то список будет даже больше, чем количество исследований, проводимых на Международной космической станции (МКС). Но ни в том, ни в другом списке не будет термина космическая акустика, а звук бластеров космических кораблей из вселенной Звёздных Войн ещё и попытаются высмеять, как ненаучное явление. А ведь акустика авиационная и акустика машиностроения наглядно доказывают, что сколь сильно не звукоизолировать двигатель или любой другой источник звука, вибрации всё равно будут проходить по корпусу транспортного средства. Так почему человек не отрицает, что пол его мерседеса пропускает по ногам приятное еле слышимое урчание двигателя, но отрицает тот факт, что подобное акустическое явление будет происходит также внутри космического аппарата, даже если этот аппарат находится за много километров от атмосферы ближайшей планеты? Боюсь, что простонапросто начальство или другие корыстные интересы приказали заткнуть уши и не слышать или хотя бы отрицать слышимость данного явления.

А ведь это очень интересное обстоятельство, ведь наши органы слуха гораздо совершеннее зрительных. Сам по себе слух позволяет нам воспринимать акустическую панораму на 720 градусов (спереди, сзади, слева, справа, но также сверху и снизу) вокруг нас, тогда как довольствуясь зрительной информацией сиюминутно мы можем увидеть лишь сравнительно небольшой угол обзора. При этом стоит обратить внимание на тот факт, что детализация и качество акустических колебаний имеют неповторимое значение для восприятия реалистичности происходящего. Более того ценители винила знают,

что арии Шаляпина на пластине звучат сочнее и душевнее, чем их же цифровая и обработанная современными компьютерными нейронными сетями копия, так как с помощью проигрывателя мы воспроизводим физический аналог того звука, который разносился по архитектуре помещения, где был записан, а любая цифровая обработка хоть и даёт нам немыслимую детализацию каждой отдельной нотки, но теряет душевное качество самого оригинального источника акустических колебаний. И заметьте, что всего две-три сферы деятельности человечества не перешли в полной мере от аналоговых ламп на транзисторы: это военные, опасающиеся за безопасность своего оружия, некоторые элементы космонавтики, которую до сих пор многие воспринимают почти как оборонную промышленность, и рок музыка, где стеной звука из ламповых усилителей поднимают в танец не то что стадионы, а целые равнины живых людей, как это происходит на крупнейших фестивалях, как на западе, так и у нас в стране. И с одной стороны горько, а с другой стороны понятно становится, когда на наших предприятиях аэрокосмической промышленности неоднократно приходится сталкиваться с тем, что бас гитару начинают воспринимать как какое-то оружие, подлежащее досмотру, а заслуги в области музыки просят вычёркивать из резюме, дабы показать себя с лучшей стороны. Опять же показать, не услышать, а показать. Стоит об этом задуматься, ведь пытаясь всё разглядеть через узкую щелочку глаз, мы зачастую отрезаем от себя львиную долю не просто информации, а жизненно важных знаний! Ведь космическая акустика — это помимо новых возможностей для исследований в области музыки и кино, способных перевернуть восприятие человечества с головы на ноги, ещё и уникальная возможность производить виртуальную отработку эксплуатации космических станций на Земле.

Ни для кого не секрет, что современные технологии виртуальной реальности делают сейчас немыслимый прорыв и позволяют увидеть на экране планшета дом, который ещё не построили, а порой даже прикоснуться с помощью специального костюма к объекту, которого на самом деле нет. Если это для кого-то была тайна, то знайте, что такие костюмы есть и можно приобрести их у импортных производителей, разрабатывающих данную технологию по военным рассекреченным патентам советского прошлого нашей страны, за тысячу долларов или около того. При этом бассейн, в котором пытались отрабатывать эксплуатацию МКС на земле, закрывается, так как сами космонавты говорят, что условия под водой и условия в микрогравитации открытого космоса или даже внутри герметичного пространства модулей несопоставимы между собой!

Однако если использовать устройства сухой иммерсии, моделирующие ощущение микрогравитации, очки, наушники, способные воспроизводить детализировано и качественно воспроизводить бинауральный звук и костюмы виртуальной реальности, а также результаты исследований космической акустики, которые пока что не проводились, то возможно производить отработку эксплуатации космических станций на земле в максимально приближенных условиях. При этом, если мы попытаемся смоделировать такие условия с помощью даже самой высокоточной компьютерной нейронной сети, то получим неутешительные результаты, так как всем известно, а кому неизвестно могут напомнить произведения гениального писателя-программиста Терри Пратчетта, в которых нейронные сети, пишущие под его руководством по три книги в год, не способны улавливать и воспроизводить в своих произведениях законы нашей физической реальности, а лишь создают свои собственные прекрасные, но иллюзорные виртуальные миры, основанные на той информации, что в них была загружена. Следовательно, без исследований космической акустики мы не сможем не только воссоздать подобные аналоговые явления, как ощущения при микрогравитации, на компью-

тере, мы не сможем даже увязать между собой теорию относительности и квантовую механику, так как нам предлагает теория струн, интерпретирующая любую квантовую частицу в виде колеблющейся струны. А что колебания квантовой струны — это не акустическое явление? Как можно отделить эти колебания от влияния гравитации небесного тела, на котором проводятся исследования, без специального орбитального комплекса, вращающегося вокруг небесного тела, в нашем случае Земли, чтобы в условиях микрогравитации наблюдать различные акустические свойства материи и пространства? Ответ нельзя назвать простым, но он элементарен, как трезвучии в музыке, как частицы, образующие атомы. Ответ неоднозначен, так как, скорее всего, породит лишь новые и новые вопросы. Но ответ таков.

Совокупность всего трёх изобретений позволит произвести глубокое исследование природы звука, света, температурных и динамических нагрузок, а результаты исследований популяризовать для укрепления имиджа Российской Федерации, как космической державы, внёсшей наибольший вклад в исследование и освоение космического пространства и в развитие инновационных беспилотных космических аппаратов. Для наукоёмкого определения данных исследований можно ввести термин: «космическая акустика», который характеризует совокупность междисциплинарных наук, необходимых для углублённого изучения акустических и сопутствующих визуальных свойств внутри космических аппаратов, на границе атмосферы астрономических объектов и безвоздушного пространства открытого космоса, молекулярных облаков и других акустических, визуальных, температурных и динамических явлений в условиях микрогравитации и гиперзвуковых полётов с выходом из атмосферы, а также использование результатов данных исследований в различных областях науки и искусства.

Необходим термодинамический стенд для моделирования аэродинамического нагрева для наземных испытаний головных обтекателей, защищающих беспилотные летательные аппараты, а также для поиска мест возможного расположения микрофонов, видеокамер и различных датчиков на поверхности обтекателей для точных натурных исследований влияния дозвуковых, сверхзвуковы и гиперзвуковых скоростей и особенности выхода обтекателей в безвоздушное пространство и последующее погружения в атмосферу планеты.

Зонтичный орбитальный модуль — это беспилотный летательный аппарат, предназначенный для автоматического вывода и стыковки с космической станцией (например, МКС), трансформации (развёртывания на манер автоматического складного зонта с дополнительным нижним куполом) и долгосрочной работы в составе станции. При этом основная научная составляющая данного устройство — это обеспечение необходимого пространства для создания необходимых условий для экспериментов в рамках исследования космической акустики.

Орбитальная студия — это беспилотный летательный аппарат, предназначенный для автоматического вывода и стыковки с космической станцией (например, МКС) и производства высококачественной записи аудио, видео и некоторых не воспринимаемых человеком частот внутри герметичного помещения данного модуля и в ближайшем космическом пространстве. Данные записи предназначены в первую очередь для создания виртуального детализированного руководства по эксплуатации космических станций, которое позволит проводить подготовку космонавтов на Земле, пока они привыкают к условиям невесомости в устройствах сухой иммерсии. Кроме того данное устройство позволит изучить влияние микрогравитации на звук и вибрации, их восприятие человеком, повысить качество трансляций с орбитальных станций, а также получить дополнительные финансовые вливания в космонавтику со стороны космических туристов, крупных звукозаписывающих компаний,

театров и киностудий, которые смогут производить реампинг своих фонограмм в условиях микрогравитации и почти не достижимых на земле условий звукоизоляции.

Совокупность трёх данных устройств позволит пусть и с гораздо меньшими температурами произвести предварительное моделирование на земле и затем воссоздать на орбите условия максимально приближенные к тем первичным квантовые флюктуациям микрогравитационной среды, состоящей из молекулярных облаков, которые образовывались из элементарных частиц, появившихся после Большого взрыва, который, как и любой взрыв или хлопок, имеет акустическую природу. Для подобных исследований акустических явлений ранней вселенной скорее всего понадобятся разгон специализированных студийных научных комплексов с автоматизированной системой управления за ходом эксперимента до третьей космической скорости и выше, чтобы исключать влияние гравитации не только Земли, но и всей солнечной систем на квантовые акустические эффекты, происходящие в молекулярных облаках первичных газов, таких как гелий, водород, заряженные ионы водорода, гидрид гелия и его заряженные ионы.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО ОТРАСЛЕВОГО ОБРАЗОВАНИЯ

И. Н. Филипенко, Г. А. Ревяков
АО «Российские космические системы»,
e-mail: revyakov_ga@spacecorp.ru

В условиях переживаемого в настоящее время обострения борьбы за лидерство и формирования нового технологического уклада вопросы создания эффективной системы образования и профессиональной подготовки приобретают особое значение.

Федеральным законом от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об образовании в Российской Федерации» регулируется весь комплекс общественных отношений, возникающих в сфере образования в связи с реализацией права на образование, обеспечением государственных гарантий прав и свобод человека в сфере образования и созданием условий для реализации права на образование на всех этапах жизненного цикла человека, включая: дошкольное, начальное общее, основное общее, среднее общее, среднее профессиональное, высшее и дополнительное образования [1].

В настоящее время создана и расширяется сеть учебных заведений (детские сады, средние общеобразовательные и специализированные школы, колледжи, техникумы и профтехучилища, университеты и институты) и структур (курсы повышения квалификации и переподготовки, и пр.), обеспечивающих реализацию в соответствии с Законом общее и профессиональное образование, а также решение задачи профориентации на всех этапах жизненного цикла граждан России.

Непрерывное образование — это процесс роста образовательного (общего и профессионального) потенциала личности в течение всей жизни на основе использования системы государственных и общественных институтов и в соответствии с потребностями личности и общества [1]. Непрерывное образование предполагает наличие соответствующей мотивации, обусловленной необходимостью удовлетворения потребности человека.

Законодательством Российской Федерации предусматривается осуществление мониторинга в системе образования. Мониторинг системы образования представляет собой систематическое стандартизированное наблюдение за состоянием образования и динамикой изменений его результатов, условиями осуществления образовательной деятельности, контингентом обучающихся, учебными и внеучебными достижениями обучающихся, профессиональными достижениями выпускников организаций, осуществляющих образовательную деятельность, состоянием сети организаций, осуществляющих образовательную деятельность [1].

В соответствии с ведомственной целевой программой «Поддержка инноваций в области развития и мониторинга системы образования...» Министерство просвещения в 2019 г. работает над реализацией ряда проектов [2], включая:

- создание единой интегрированной системы открытых данных системы образования;
- создание информационной системы пообъектного сбора данных в системе образования, обеспечивающей автоматическую генерацию показателей мониторинга системы образования;
- регулярное проведение мониторинга экономики образования, обеспечивающего информацией о потребителях и поставщиках образовательных услуг на всех уровнях;
- распространение лучших механизмов использования открытых баз данных в управлении и оценке качества образования;

- поддержка на конкурсной основе лучших региональных и муниципальных проектов мониторинга системы образования и использования его результатов в практике государственно-общественного управления;
- распространение в национальном масштабе лучших практик региональных и муниципальных мониторингов.

В рамках Федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика в Российской Федерации» выполняется ежегодное проведение анализа уровня мотивационно-ценностных особенностей населения РФ и мониторинга операционной готовности различных групп и категорий населения к жизни и деятельности в условиях цифровой экономики и подготовка рекомендаций по целевым группам для реализации персональных цифровых сертификатов

Приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 16.04.2019 № 235 утверждены методики расчёта показателей национального проекта «Образование» и федеральных проектов «Молодые профессионалы», «Новые возможности для каждого», «Экспорт образования». Основные цели этих методик — расчёт рейтинговых показателей [3].

В условиях стремительного научно-технического прогресса, формирующего новый — 6-й технологический уклад, возникает вопрос: Обеспечивает ли действующая научно-методическая платформа в достаточной мере мониторинг, если рассматривать систему непрерывного отраслевого образования с позиции работодателя? А именно организации, как правило, заинтересованы в прикладных результатах образовательной системы. Многие предприятия в системе «Роскосмоса» привлекают определённые ресурсы для целенаправленного решения своих кадровых проблем, т.е. подготовки специалистов. требуемом количестве по необходимым специальностям с заданным уровнем квалификации. Значительные усилия прилагаются для формирования мотива, как опредмеченной потребности, начиная с раннего возраста. Для этого организуются различные детские мероприятия (тематические конкурсы рисунков, викторины, дни открытых дверей на достаточно «закрытых» предприятиях и др., организовано целевое обучение, разработана система стимулирования молодых специалистов: конкурсы, форумы, олимпиады и пр.)

При рассмотрении вопросов контроля научно-технической продукции (НТП) на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) и анализа состояния готовности предприятия к разработке и созданию НТП мониторинг процесса непрерывного отраслевого образования специалиста к определённому виду деятельности имеет большое значение. При этом наряду с принятыми показателями следует учитывать факторы, влияющие на состояние работоспособности как отдельного специалиста, так и коллективов работников, на их готовность и способность к решению сложных научно-технических и производственных задач.

Исходим из того, что процесс индивидуального и группового образования осуществляется посредством информационного обмена между отдельными личностями (индивидуумами), в составе различных социальных групп и профессионально ориентированных коллективов, с использованием технических средств и разнообразных методических приёмов. Следует отметить, что для функционирования системы образования, включая профессиональную подготовку, привлекаются весьма значительные ресурсы, которые можно разделить на материальную и нематериальную составляющие.

В общем виде отраслевая система образования может быть представлена в виде сложной социально-технической (человеко-машинной) системы (СТС) со свойствами и характеристиками, присущими объекту информационного взаимодействия (ИВ), включая динами-

ческие изменения под влиянием процессов, происходящих внутри системы, и со стороны окружающей среды, т. е. извне [4].

Задачу мониторинга процесса непрерывного отраслевого образования и подготовки кадров предлагается решать путём имитационного компьютерного моделирования информационного взаимодействия и анализа состояния работоспособности системы на всех этапах жизненного цикла.

Научно-методическая платформа системы мониторинга процессов образования и подготовки кадров (далее — образования) опирается на концептуальные положения теории эргатических систем (ЭС), методы и модели математической экономики, системного анализа и теории систем. Такой подход обеспечивает имитационное моделирование системы непрерывного образования, используя совокупность возможностей описания в динамике изменения свойств и характеристик, присущих объекту информационного взаимодействия, включая свойства приёма, обработки (восприятия), хранения и распределения информации с учётом его изменений под действием внутрисистемных процессов и воздействий из окружающей среды [4].

Функционирование системы непрерывного отраслевого образования представляется как производственный процесс, в котором используется совокупность материальных: кадровой, материально-технической, инфраструктурной и географической ресурсных составляющих, а также нематериальных: технологического, информационного, организационного и морально-психологического ресурсных компонентов. Все ресурсные компоненты характеризуются качественными и количественными показателями, которые с течением времени меняются в той или иной степени со знаком «+» или со знаком «–» под воздействием внутренних и внешних факторов, имеющих естественное и/или искусственное происхождение.

Для моделирования ресурсных компонентов вводится понятие производственного элемента (ПЭ), инвариантного к типу производимого продукта, который рассматривается как базовая конструкция, из совокупности которых при объединении в сетевые структуры, как из кирпичиков, собирается модель системы непрерывного обучения (СНО) с её внутренней информационной средой, интегрированной в окружающее информационное пространство, которое тоже имеет сложную сетевую структуру [4].

При моделировании СНО, как производственного процесса, используется математический аппарат, описывающий динамическую производственную функцию (ПФ), которая представляет собой синтез ПФ, широко применяемой в моделях математической экономики (ПФ Коба – Дугласа), и абстрактной динамической системы, которая является центральным понятием общей теории систем. Рассматривая, традиционно понимаемую под ПФ функциональную зависимость «выпуск — затраты», разделяем «выпускаемый продукт» (работоспособный кадровый ресурс) на две части, а именно:

а) *полезный продукт*, на получение которого направлена производственная деятельность, и объём которого, как правило, ЭС стремится наращивать;

б) *производственные отходы*, которые сопровождают процесс выпуска полезного продукта, и чей объём, как правило, стремятся сократить [5].

Следует учитывать, что информационные возможности системы являются той частью информационных потребностей, которые могут быть направлены на решение поставленной задачи. Производственная деятельность системы, как правило, направлена на увеличение выхода полезного продукта и снижение производственных отходов. В свою очередь полезный продукт, получаемый в результате производственной деятельности, включает материальные и нематериальные компоненты.

При моделировании функционирования системы непрерывного отраслевого обучения описывается совокупность происходящих в процессе обучения взаимодействий, с учётом которых разработан модельный ряд, обеспечивающий динамическое отображение изменений свойств и состояний ПЭ, в том числе [5]:

1. Модель абстрактной динамической системы, выпускающей «полезный продукт», которая представлена в виде ПЭ и математическая модель которой задаётся тремя функциональными зависимостями:
   - уравнением входа, которое описывает поступления и изъятия ресурсных компонентов в процессе выпуска полезной продукции.
   - уравнением состояния, которое описывает количественные и качественные изменения материальных и нематериальных ресурсов в процессе производства.
   - уравнением выхода, которое описывается зависимостью «выпуск – затраты».
2. Комплекс моделей, отражающих изменение состояний системы, в составе:
   - модели естественной деградации ресурсных компонентов, вызванной процессами морального и физического устаревания;
   - модели искусственной деградации, происходящей в результате негативных процессов целенаправленного или нецеленаправленного (случайного) характера, вызванных внутрисистемными проблемами (противоречиями) и/или привнесёнными извне (из окружающей среды);
   - модели восстановления, связанной с целенаправленной деятельностью по восстановлению ресурсными компонентами состояния работоспособности до заданного значения.
3. Математическая модель взаимного влияния материальных и нематериальных составляющих ПЭ описывается в виде матрицы взаимных влияний, которая характеризует степень зависимости материальных и нематериальных ресурсных компонентов друг от друга и на состояние работоспособности системы в целом [5].

Среди критериев выполнения задачи по подготовке кадров в системе профессионального образования отметим два:

- критерий № 1 — количественный показатель производимого системой интегрированного образовательного продукта, который должен соответствовать заданному значению или быть не хуже;
- критерий № 2 — показатель качества образовательного продукта должен быть не хуже заданного.

Программно-техническая реализация модельного ряда изменения состояний ресурсных компонентов ПЭ и модели обобщённого ПЭ выполнена на основе формализмов языка сетей Петри.

Кроме того следует учитывать, что СНО включает множество ресурсных составляющих, образующих сетевую структуру и взаимодействующих между собой, оказывая при этом влияние друг на друга. Взаимодействие ресурсных элементов определяется матрицей коэффициентов взаимного влияния.

В результате процессов деградации (искусственной и естественной), восстановления и взаимного влияния изменяется состояние работоспособности ресурсных компонентов от полностью работоспособного до состояния, предполагающего утилизацию, и в зависимости от этого всей системы в целом (интегрированное состояние работоспособности).

Следует вспомнить мнение некоторых авторитетов, а именно:

Андрей Калиновский, в бытность руководителем Новосибирского авиационного производственного объединения им. В. П. Чкалова, обратил внимание, что движение к новому технологическому укладу, способному вывести нашу промышленность на передовые позиции в сфере производства и предоставления высокотехнологических услуг, будет связано с радикальным изменением сложившихся как у руководства предприятий, так и чиновников правительства приоритетов развития, из которых отношение к развитию материальных активов, будет постепенно уступать место приоритетному отношению к развитию нематериальных активов [6].

По мнению *Билла Гейтса*, основателя одной из самых богатых и влиятельных транснациональных IT-корпораций Microsoft Corporation, в 80-е годы прошлого столетия всё решало качество, т. е. уровень используемых технологий, в 90-е — реинжиниринг, т. е. организация совместного осуществления большого числа одновременно выполняемых и постоянно обновляемых технологических процессов, в начале XXI века ключом к успеху будет скорость совершенствования всей организационной среды, в первую очередь кадровой составляющей, крупного бизнеса в целом [7].

Несмотря на то, что все ресурсные составляющие оказывают определённое влияние друг на друга, более пристально рассмотрим кадровый и морально-психологический ресурсные составляющие.

Кадровый — Х-ресурсный компонент характеризуется интегрированным показателем, отражающим функциональную готовность предприятия в зависимости от показателей:

- укомплектованности персоналом;
- соответствия фактического уровня образования работников желаемому;
- уровня квалификации и профессиональной подготовки (знаний, умений, навыков), опыта работы.

В упрощённой модели среди принятых состояний следует выделить основные:

- желаемое (заданное) состояние, которое характеризуется уровнем полной работоспособности и готовности к решению производственных задач;
- фактическое состояние, которое определяется в зависимости от фактического наличия кадров, уровня их профессиональной подготовки и морально-психологического состояния, непосредственно характеризующие уровень работоспособности и готовность к решению производственных задач в основном;
- критическое состояние, которое вызывает серьёзные сомнения в готовности и способности к выполнению производственных заданий.

Морально-психологический ресурсный компонент, характеризуется показателями морально-психологического состояния личности, группы специалистов, сотрудников предприятия. Стержнем его является мотивационная составляющая, которая формирует побуждение к действию, управляет поведением человека, задаёт его направленность, организацию, активность и устойчивость; способность человека деятельно удовлетворять свои потребности [8].

Основной психофизический закон Вебера – Фехнера, описывающий побудительное эмоциональное переживание человека и его потребности в иерархической системе приоритета, на которую или доминирования, в сочетании с теорией мотивации Абрахама Маслоу влияние на человека две силы: сила мотива и сила стимула.

Именно разумный подход и рациональное сочетание этих сил и обеспечивает достаточную мотивацию к профессиональному росту и производственной деятельности.

Литература

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об образовании в Российской Федерации». М.: КонсультантПлюс, 2019. 153 с.
2. План деятельности Министерства просвещения Российской Федерации на 2019 год. М.: КонсультантПлюс, 2019.
3. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 16.04.2019 № 235 «Об утверждении методики расчёта показателей национального проекта „Образование“ и федеральных проектов „Молодые профессионалы“, „Новые возможности для каждого“, „Экспорт образования“». М.: КонсультантПлюс, 2019.
4. *Дунаев А. В.*, *Мовляв А. С.*, *Ревяков Г. А.*, *Сергеев Н. А.* Система моделирования ситуаций, относящихся к конфликтам и/или конкуренции. Патент 2665045. Бюл. №14. М.: ФИПС, 2018. 27 с.
5. *Ревяков Г. А.* Моделирование жизненного цикла научно-технической продукции // Наука и технологии. Т. 2. Материалы 39-й Всерос. конф. 2019. С. 75–82.
6. Русское оружие, как символ веры. Беседа Главного редактора газеты «Завтра» А. Проханова с директором Новосибирского самолетостроительного завода им. В. Чкалова А. Калиновским // Газета «Завтра». Апр. 2012. № 15(960).
7. *Сергеев Н.* А. Моделирование и оценка эффективности технического обеспечения. Ч. I. Концептуальные основы архитектуры модели системы военной безопасности Российской Федерации в новых военно-политических условиях. М.: ВА РВСН им Петра Великого. 367 с.
8. *Леонтьев А. Н.* Деятельность. Сознание. Личность. М.: Смысл, Академия, 2005. 352 с.

ПРОГРАММА ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ МОСКОВСКОГО АВИАЦИОННОГО ИНСТИТУТА

С. О. Фирсюк, М. В. Бирюкова, В. К. Оделевский, Юн Сон Ук

Московский авиационный институт, Москва,
e-mail: iskramai@gmail.com

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (МАИ) с 1974 года (одним из первых университетов страны) стал участником нескольких космических экспериментов (КЭ) на борту долговременных орбитальных станций серии (ОС) «Салют» и «Мир». В разные годы разработана и эксплуатировалась на борту ОС научная аппаратура по исследованию динамики жидкости в условиях невесомости — «Фреон-3», «Электрофорез», «Фреон-71», «Волна» (основные участники работ Э. Л. Калязин, А. Г. Меднов, В. В. Нарышкин). С борта ОС «Салют-7» запущены малые космические аппараты (МКА) «Искра-2» и «Искра-3», созданные в МАИ. «Искра-2» — 17.05.1982 — первый в мире спутник Земли, запущенный с борта пилотируемого корабля (Е. Ф. Каменков, С. Б. Мостинский, С. В. Дорошев). С борта ОС «Мир» запущены научные МКА «МАК-1» и МАК-2» (Г. В. Малышев, В. М. Кульков, Ю. Г. Егоров).

Первый космический эксперимент (КЭ) на российском сегменте Международной космической станции (РС МКС) был приурочен к юбилею Московского авиационного института и получил название «МАИ-75». Целью эксперимента, проводившегося с 2008 по 2012 г., является разработка и обоснование принципов построения, функционирования, основных этапов создания и развития перспективной информационной и телекоммуникационной системы, обеспечивающей предоставление в реальном масштабе времени видеоинформации из космоса широкому кругу пользователей в рамках образовательного сообщества России. Он открыл ряд работ по передачи с борта тематических изображений в формате SSTV для образовательных целей и пропаганды отечественной космонавтики.

В 2009–2011 гг. проведён КЭ «МАТИ-75» — Демонстрация эффекта восстановления и фиксации формы и размеров при нагревании и охлаждении предварительно уплотнённой на Земле заготовки поропласта в условиях микрогравитации.

В настоящее время продолжаются КЭ «О Гагарине из космоса» (с 2011 г.), «Диффузия», «Экология – Образование» (с 2012 г.), «Интер-МАИ-75», EarthKam (с 2014 г.).

Перспектива работ связана с проведением трёх КЭ, связанных с запуском микроспутников с борта РС МКС и является продолжением работ, начатым КЭ «РадиоСкаф», который проводится с 2006 г. Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С. П. Королёва при участии ряда университетов, в том числе и МАИ.

МАИ является участником консорциума по проведению КЭ «РОЙ», отвечая в нём за создание пускового устройства для МКА типа CubeSat.

Целью запланированного КЭ «Инспектор – МКА» является исследование возможности применения малых космических аппаратов для инспекции низкоорбитальных космических объектов (КО) и разработка предложений по мониторингу космической обстановки в окрестности низкой околоземной орбиты (НОО) с использованием космического аппарата — инспектора с бортовой оптической системой поиска, идентификации и сближения. КЭ «Инспектор – МКА» включает четыре последовательного этапа исследований.

Первый этап — с информационной связью МКА-инспекторов с базовым МКА и с МКС по радиоканалу с формированием траекто-

рии группового полёта за счёт прецизионного отделения субспутников от базового МКА. Второй этап — с возможностью управляемого группового полёта субспутников с поддержанием их строя в составе с базовым МКА с использованием двигательных установок МКА и субспутников. Третий этап — выполнение целевой задачи отработки оптико-электронных средств при возможности взаимного наблюдения между МКА при групповом полёте. Четвёртый этап — эксперимент с тросово-кабельной привязкой МКА-инспекторов к материнскому аппарату.

Схема проведения КЭ с использованием базового МКА — «матки» обеспечивает безопасность полёта МКС.

Целью КЭ «Аэрокосмос – МАИ» является экспериментальная отработка и получение данных об особенностях функционирования малоразмерных космических аппаратов с использованием надувных конструкций при торможении в условиях космоса и спуска в атмосфере Земли.

КЭ «Аэрокосмос – МАИ» включает три этапа.

Первый этап — при торможении экспериментального МКА типа CubeSat с тонкопленочным надувным шаром до входа в атмосферу и в верхних её слоях. *Второй этап* — при спуске в атмосфере Земли экспериментального инновационного спускаемого аппарата (ИСА), научная аппаратура (НА) которого устанавливается на срезе люка ТГК «Прогресс». *Третий этап* — при управлении торможением экспериментального ИСА для посадки его в заданный район поверхности Земли с помощью установленных на нем нескольких аппаратов типа CubeSat с тонкоплёночными надувными шарами (используемых до входа в атмосферу и в верхних её слоях) и с использованием надувных конструкций ИСА при спуске в атмосфере.

Использование надувных конструкций при торможении космических объектов в условиях космоса и при спуске в атмосфере Земли позволяет не просто доставлять их на поверхность Земли, но управлять ими при входе и спуске в атмосфере. Поэтому создание, освоение и эксплуатация перспективных технологий использования надувных конструкций при торможении космических объектов в космосе и при спуске в атмосфере Земли является актуальной задачей для организации удаления с орбиты «космического мусора».

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ СТУДЕНЧЕСКИХ СПУТНИКОВ В МОСКОВСКОМ АВИАЦИОННОМ ИНСТИТУТЕ

С. О. Фирсюк, Ю. Г. Егоров, В. М. Кульков, А. Н. Чернышов
Московский авиационный институт, Москва,
e-mail: iskramai@gmail.com

Московский авиационный институт (МАИ) обладает 50-летним непрерывным опытом разработки научно-образовательных спутников и аппаратуры для научных исследований в космосе. 26 октября 1978 года был запущен разработанный и изготовленный в МАИ спутник «Радио-2» — первый в мире университетский космический аппарат (КА). Всего на сегодняшний день запущено семь спутников, созданных в МАИ, реализовано несколько международных проектов, таких как X-Mir-Inspector и Skipper. Изготавливалась научная аппаратура и проводились космические эксперименты на пилотируемых орбитальных станциях серии «Салют», «Мир» и российском сегменте Международной космической станции (МКС).

Осенью 1967 года на кафедре 102 (с 1968 г. — 601) созрело решение о создании студенческого конструкторского бюро для разработки малых спутников. Научным руководителем космического СКБ, получившем название «Искра», стал профессор кафедры, соратник С. П. Королёва, «гирдовец» (Группа изучения реактивного движения — ГИРД) первого набора, М. К. Тихонравов.

Основная идея, выдвинутая М. К. Тихонравовым, заключалась в создании малого негерметичного (впервые в СССР) спутника, запускаемого в космос попутно с основным объектом, и оснащённого радиоаппаратурой радиолюбительского диапазона.

Переход от идеи до лётного воплощения КА занял достаточно длительное время и потребовал достаточно широкой кооперации с другими организациями. В 1975 г. при журнале «Радио» был организован Общественный координационный комитет по созданию и запуску радиолюбительских спутников связи. Председателем Комитета стал бывший главный редактор журнала «Радио» А. В. Гороховский. Совместными усилиями удалось преодолеть скептическое отношение к данным работам, и 28 апреля 1976 г. вышло Постановление Правительства СССР о создании учебно-экспериментальных искусственных спутников Земли (ИСЗ).

Для организации работ по созданию радиолюбительских спутников ДОСААФ сформировало Общественную лабораторию космической техники (ОЛКТ) (в настоящее время Научно-исследовательская лаборатория аэрокосмической техники, НИЛАКТ). Главным конструктором радиоаппаратуры был известный радиолюбитель Л. М. Лабутин, большое участие в работе по первому и последующим маёвским спутникам принимал нынешний руководитель НИЛАКТ А. П. Папков.

В Специальном конструкторском бюро (СКБ) «Искра» МАИ под научным руководством зав. кафедрой 601 академика В. П. Мишина под эту программу создавался четвёртый вариант конструкции микроспутника (И-4А), которому суждено было стать первым в мире университетским космическим аппаратом. Большой вклад в практическую реализацию проекта внесли профессор кафедры 601 Е. Ф. Каменков, начальник СКБ С. Б. Мостинский и главный конструктор спутника С. В. Дорошев.

26 октября 1978 г. успешно запущен микроспутник «Радио-2» (И-4А) — первый в мире университетский спутник, первый в СССР негерметичный КА (попутный запуск на ракетоносителе (РН) «Циклон-3» совместно с ИСЗ «Космос-1045»). Далее 10.07.1981 последовал следующий спутник «Искра» (И-5). Аппараты второго

поколения предназначались для запуска с борта орбитальной станции «Салют-7». Всего запущено два спутника типа И-6: «Искра-2» — 17.05.1982 — первый в мире спутник Земли, запущенный с борта пилотируемого корабля, и «Искра-3» — 18.11.1982.

С середины 80-х годов прошлого века работа по созданию микроспутников была продолжена под руководством профессора кафедры 601 Г. В. Малышева. В начале 1990-х с борта ОС «Мир» были запущены два МКА «МАК-1» (17.06.1991) и «МАК-2» (20.11.1992). Много интересных проектов, таких как спутник с тросовой системой, аэродинамическим тормозным устройством и ряд других, в то время не удалось реализовать из-за ухудшения экономической ситуации в России.

С середины 2000-х гг. на 6-м (Аэрокосмическом) факультете МАИ разрабатывалась программа дальнейшего развития, призванная решить основные проблемы и обеспечить планомерное развитие как учебной, так и научной деятельности по профилю факультета. При этом условия, в которых работает университет, оставались достаточно тяжёлыми. До 2008 г. практически не финансировалось расширение экспериментальной базы факультета. Наличие признанных ведущих научных школ и научно-педагогических кадров высшей квалификации служит хорошей базой для практической работы, но, как и все наукоёмкие отрасли в России, МАИ в заметной степени потерял «среднее поколение» специалистов. В результате проработки была предложена новая форма организации научно-образовательной деятельности факультета.

Программой развития 6-го факультета на 2009–2013 гг. предусматривалось создание Ресурсного центра ракетной и космической техники — научного, экспериментального и производственного комплекса, оснащённого современным оборудованием. При этом в качестве «целевого» объекта деятельности Ресурсного центра «Ракетно-космическая техника» (РЦ РКТ) выбран полный жизненный цикл малоразмерного космического аппарата, чем достигается синергетический эффект в качестве подготовки специалистов по различным специальностям и программам. Основу РЦ РКТ составило СКБ «Искра».

Благодаря реализации программы развития в МАИ обеспечен полный цикл создания малых спутников (массой до 100 кг): цифровое проектирование, изготовление, испытания и управление в полёте. Возможности обновлённой инфраструктуры были подтверждены запуском 14 июля 2017 г. и последующей эксплуатацией МКА «Искра – МАИ-85», выполненного в стандарте CubeSat 3U (начальник СКБ С. О. Фирсюк, главный конструктор спутника А. Н. Чернышов).

Следующим этапом работ по спутниковой тематике в МАИ является создание Центра проектирования и производства МКА (ЦПП МКА) как учебно-производственной базы 6, 3, 4 институтов по подготовке специалистов в области комплексного проектирования МКА, интеграции космических аппаратов и систем. Предполагается разработка не только собственно МКА, но и ключевых бортовых систем (управляющие двигатели-маховики, аккумуляторные батареи, антенно-фидерные устройства (АФУ) и т. д.) с передовыми характеристиками.

Основными реализуемыми проектами центра являются работы по комплексной программе «Арктика – Севморпуть» (разработка перспективных МКА дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)) и реализация ряда космических экспериментов на РС МКС, в частности «Инспектор – МКА» и «Аэрокосмос – МАИ».

ЦЕНТР ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ МАИ

С. О. Фирсюк, С. С. Лопатин, А. Н. Федорук, А. М. Юров
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, e-mail: iskramai@gmail.com

Московский авиационный институт (МАИ) обладает непрерывным опытом разработки, изготовления, испытаний и лётной эксплуатации МКА с 1967 года [1]. Первый в мире университетский спутник «Радио-2» был запущен 26.10.1978. Будучи первым в СССР негерметичным космическим аппаратом (КА), он потребовал создания новой методики наземной экспериментальной отработки, обеспечившей его успешное функционирование на орбите сроком более года.

Начиная с 2008 года по различным программам Министерства и образования РФ в МАИ значительно расширена экспериментальная стендовая база. Упор сделан на возможность полного цикла создания малых космических аппаратов (МКА) массой до 100 кг научно-учебного и прикладного назначения.

Вновь созданы и оснащены современным экспериментальным оборудованием лаборатория динамических испытаний МКА, безэховая камера для отработки антенно-фидерных устройств (АФУ) и радиосистем МКА. Разработан и изготовлен непосредственно в МАИ уникальный высокоточный стенд отработки систем ориентации и стабилизации МКА [2].

Новые экспериментальные установки наряду с существующими уникальными стендами, такими как бросковые башни (в том числе для отработки входа в различные грунты КА-пенетраторов), акустическая камера, тепловакуумные стенды, включая высокотемпературные, предназначенные для отработки теплозащитных покрытий, позволяют решать в комплексе нестандартные задачи отработки МКА новых типов.

Центр управления полётами МКА, созданный в МАИ, обладает широкими возможностями как по одновременному управлению не только одиночными МКА, но и многоспутниковыми группировками. Приём данных возможен в широком диапазоне частот от общепринятых радиолюбительских УКВ-диапазона до 22 ГГц.

Принятый подход полностью оправдал себя при создании МКА «Искра-МАИ-85» стандарта CubeSat, запущенного 14.07.2017 и при выполнении проекта создания инновационного спускаемого аппарата (ИСА) по заказу Научно-производственного объединения им. С. А. Лавочкина в рамках Постановления Правительства № 218.

Следующим этапом работ по спутниковой тематике в МАИ является создание Центра проектирования и производства МКА (ЦПП МКА) как учебно-производственной базы 6, 3, 4 институтов по подготовке специалистов в области комплексного проектирования МКА, интеграции космических аппаратов и систем.

Основными реализуемыми проектами центра являются работы по комплексной программе «Арктика-Севморпуть» (разработка перспективных МКА ДЗЗ) и реализация ряда космических экспериментов на российском сегменте Международной космической станции, в частности «Инспектор-МКА» и «Аэрокосмос-МАИ».

Проектное обучение в том или ином виде существует в структуре МАИ достаточно давно в форме практики на предприятиях, научно-исследовательской работы отдельных студентов как непосредственно с научными руководителями из числа профессорско-преподавательского состава, так и в различных специальных конструкторских бюро. Однако, показывая в целом неплохие результаты в плане индивидуальной подготовки по выбранному направлению, такая деятельность

зачастую осуществляется бессистемно, за счёт других дисциплин и имеет в целом недостаточный охват студентов.

В связи с этим предлагается при организации проектного обучения на базе ЦПП МКА придерживаться следующих принципов:

1. Проектное обучение должно быть организовано как часть обязательной учебной программы.
2. В проектном обучении должны задействоваться выбранные учебные группы целиком.
3. Учебный процесс должен быть обеспечен штатными преподавателями и учебно-вспомогательным персоналом по принятым в МАИ нормативам.
4. Учебный процесс должен проводиться в основном на базе специальных учебных лабораторий ЦПП МКА.

Такая организация проектного обучения требует соответствующей инфраструктуры, которая создаётся в ЦПП МКА и будет опробована на реальных проектах создания МКА.

Литература

1. *Алифанов О. М.*, *Медведский А. Л.*, *Фирсюк С. О.* Космические аппараты Московского авиационного института // Космодром «Восточный» — будущее космической отрасли России: материалы 2-й Всерос. научно-практ. конф. Благовещенск. 2013. С. 44–49.
2. *Кульков В. М.*, *Медведский А. Л.*, *Терентьев В. В.*, *Фирсюк С. О.*, *Шемяков А. О.* Моделирование динамики углового движения космических аппаратов с магнитной системой ориентации на основе экспериментальных исследований и динамического подобия // Докл. Акад. наук. 2017. Т. 477. № 4. С. 421–424.

ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ КОСМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ «УНИВЕРСАТ», ОСУЩЕСТВЛЯЕМОЕ В АМУРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Д. В. Фомин, А. Д. Титова, С. А. Яненко, А. В. Лейфа, А. Д. Плутенко
Амурский государственный университет, e-mail: e-office@yandex.ru

Проектная технология обучения не является принципиально новой в мировой педагогике, однако сегодня она приобретает новый смысл для формирования профессиональных компетенций у будущих специалистов космической отрасли. Метод проектов возник ещё в начале прошлого столетия в США. Его называли также методом проблем, и связывался он с идеями гуманистического направления в философии и образовании, разработанными американским философом и педагогом Дж. Дьюи, а также его учеником У. Х. Килпатриком [1]. Дж. Дьюи перечислил свои идеи относительно образования следующим образом: «Учитель в образовательном учреждении не для того, чтобы навязать определённые идеи или сформировать у ученика определённые привычки, а для того, чтобы в качестве члена сообщества выбрать способ влияния на ученика и помочь ему правильно реагировать на него» [2]. Авторы полагали, что обучение должно быть ориентировано на соответствующую деятельность учащихся в соответствии с их личным интересом. Метод проектов всегда предполагает решение какой-то проблемы, предусматривающей, с одной стороны, использование разнообразных методов, средств обучения, а с другой — интегрирование знаний, умений из различных областей науки, техники, технологии, творческих областей. Результаты выполненных проектов должны быть «осязаемыми», т. е., если это теоретическая проблема, то конкретное её решение, если практическая — конкретный результат, готовый к внедрению. Таким образом, проектная деятельность является важным связующим звеном между теорией и практикой в обучении студентов [3].

Основными целями проектно-ориентированного обучения студентов в Амурском государственном университете (АмГУ) стали:

- ориентация на самостоятельную деятельность студентов в составе проектных групп;
- учёт принципов гуманизации, коммуникации, индивидуализации, подхода к действию;
- формирование не только профессиональных компетенций студентов, но и самореализация их личности;
- развитие и углубление сотрудничества, включая международное, в области проектов космического направления.

Для реализации проектного метода обучения в Амурском государственном университете была подготовлена материально-техническая база на основе существующих подразделений:

- студенческое конструкторское бюро и «чистая комната», оснащённые паяльным оборудованием, осциллографами, мультиметрами; 3D-принтером; компьютерами; программным обеспечением, таким как SolidWorks; Altium Designer и пр.
- студенческий центр управления полётами, имеющий в своём распоряжении трансивер ICOM IC-9100, направленные антенны с круговой поляризацией для диапазона длин волн 2 м и 70 см, контролируемые по азимуту и высоте, антенны для коротких диапазонов волн, персональные компьютеры.
- лаборатории Научно-образовательного центра, в распоряжении которых имеются сверхвысоковакуумная камера,

сканирующий электронный микроскоп, сканирующий зондовый микроскоп, Оже-электронный спектрометр и другое научное оборудование.

На базе вышеуказанных структур, в рамках реализации проектов по созданию спутников нано класса, были созданы четыре укрупнённые группы студентов, распределённые по направлениям их деятельности. Каждая группа отвечает за определённую спутниковую подсистему, либо полезную нагрузку и позволяет студентам концентрированно решать поставленные задачи. Первая — это группа студентов, занимающаяся разработкой и созданием электронных схем для наноспутников и отдельных модулей к ним. В группе № 1 на первом этапе идёт проектирование электронных схем модулей наноспутников и создание пакета сопровождающей документации. Затем осуществляется изготовление электронного образца от печатной платы до готового изделия. После проводится тестирование и устранение ошибок. Параллельно первой группе работает группа № 2, занятая созданием 3D-моделей и прототипов на их основе. Здесь студенты на первом этапе создают 3D-модель, которая основывается на стандартах, принятых в космической отрасли, а следующим шагом этой группы является использование аддитивных технологий, которые позволяют наглядно оценить качество разработанной модели. Изготовленные модели используются для прототипирования малых космических аппаратов. Студенты группы № 3, участвующие в проекте, занимаются отработкой получения телеметрической информации с доступных спутников в Центре управления полётами. В этой группе уделяется особое внимание настройке оборудования, участию в радиолюбительской практике и соревнованиях, стимулирующих интерес студентов к научной деятельности в этой области. Группа № 4 является научной, в неё входят молодые учёные Научно-образовательного центра, она рассматривается в качестве поставщика материалов для проведения научных экспериментов. Данная группа занимается исключительно проектированием и созданием образцов для модулей полезной нагрузки малых спутников. Одним из таких направлений является создание новых фотоэлектрических преобразований для солнечных батарей. Эти приборы планируется использовать в экспериментах с модулем полезной нагрузки, который был разработан специально для программы «УниверСат» [4].

С 2015 по 2019 г. методом проектно-ориентированного обучения были охвачены более 20 студентов — бакалавров по таким направлениям подготовки как «Физика» и «Ракетные комплексы и космонавтика», ещё 10 студентов-специалитета и 3 магистранта. Сами студенты и будущие работодатели дают только положительные отзывы о проектной деятельности.

Изначально внедрение метода проектно-ориентированного обучения осуществлялось в рамках внеучебной деятельности студентов. Реализация студенческих проектов в группах проходит параллельно с освоением стандарта программы высшего образования. В такой практике есть как отрицательные, так и положительные стороны. Отрицательной стороной является то, что совмещение основного образовательного процесса с дополнительной внеурочной деятельностью является весьма трудоёмкой задачей. Однако это позволяет преподавателям отделить студентов осознанно заинтересованных в повышении и совершенствовании профессиональных навыков в сфере космических технологий, что, несомненно, является положительной стороной такой практики. С недавнего времени и по настоящий момент ведётся поэтапное внедрение элементов предметно-ориентированного обучения непосредственно в образовательный процесс: первым этапом явилось то, что часть проектной работы стала отрабатываться студентами в рамках их производственной практики.

Важно отметить, что наличие гражданского космодрома на территории региона, где расположен Амурский государственный университет и крупного заказчика кадров в лице Госкорпорации «Роскосмос», а также тенденции к увеличению запуска малых космических аппаратов, обуславливают необходимость развития проектно-ориентированного метода обучения в Амурской области. Возможность реализовать студенческие космические проекты появилась после объявления о начале осуществления Программы Госкорпорации «Роскосмос» по разработке и запуску малых научно-образовательных спутников с использованием российских средств выведения в рамках Федеральной космической программой России (ФКП) России на 2016–2025 гг. — «УниверСат». В 2018 г. АмГУ было принято решение о подаче заявки на участие в этой Программе, поскольку её участником может стать любое образовательное учреждение, учащиеся и представители которого способны разработать МКА, отвечающий необходимым требованиям, с научной и практической нагрузкой по тематикам, утверждённым Комиссией Госкорпорации «Роскосмос».

Была поставлена задача по созданию наноспутника на основе наработок проектных групп АмГУ. В реализации столь амбициозной и сложной задачи техническим и научным партнёром для АмГУ выступил Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ). Этот институт на сегодня является одним из крупнейших центров в России по разработке малых космических аппаратов и целевых приборов, имеющий реальный опыт подготовки и запуск космических аппаратов, в том числе с космодрома «Восточный» (в апреле 2016 г. с космодрома «Восточный» был запущен космический аппарат (КА) «Ломоносов»). В результате обозначенной кооперации был создан малый космический аппарат (МКА) «АмГУ-1» («АмурСат») — первый спутник Дальнего Востока и Амурского государственного университета, малый космический аппарат формата 3U CubeSat (100×100×340,5 мм), весом 3 кг. Помимо прибора собственной разработки АмГУ «Фотон-Амур» [4] приборный состав МКА включает в себя детектор заряженных части «ДеКор» разработки НИИЯФ МГУ (обеспечивает мониторинг космической погоды на низких околоземных орбитах), и технологический демонстратор приёмника АЗН-В (обеспечивает приём сигналов с гражданских воздушных судов). Студенты и преподаватели АмГУ, входящие в группу разработчиков МКА «АмГУ-1» («АмурСат»), участвовали в практических работах по сборке и испытаниям спутника в г. Москва под руководством специалистов МГУ, а сотрудники НИИЯФ стали их наставниками, содействуя реализации совместного проекта. Успешный запуск МКА состоялся 5 июля 2019 г. в конфигурации попутной полезной нагрузки с КА «Метеор-М» № 2-2 на ракете-носителе (РН) «Союз-2.1б» с разгонным блоком (РБ) «Фрегат». МКА «АмГУ-1» («АмурСат») выведен на солнечно-синхронную орбиту высотой 530 км. В международной классификации спутник получил обозначение AMGU-1 (AMURSAT). Работы со спутником проводятся регулярно.

Анализ внедрения элементов проектно-ориентированного метода в обучение студентов инженерных специальностей АмГУ, достижение поставленной цели в виде создания и запуска университетского МКА, позволяют сделать выводы о том, что это инновационный способ развития образования:

- во-первых, проектные технологии обучения в представленном виде — это модернизированный подход к обучению востребованных междисциплинарных специалистов. Работа студентов над проектом создания малого космического аппарата, решает важную образовательную задачу — привлечение молодёжи к реальным проектно-конструкторским работам, позволяет

проводить испытания и отработку перспективных технологий по созданию принципиально новых космических устройств;
- во-вторых, посредством внедрения данной технологии создаются оригинальные высокотехнологичные структуры в университете (например, сертифицированная «чистая комната», студенческий центр управления полётами и др.), представляющие из себя в совокупности уникальную базу по подготовке высококлассных специалистов;
- в-третьих, это появление регулярной возможности студентов проверять свои навыки и наращивать компетенции, участвуя в реализации таких космических проектов в кооперации с высококлассными специалистами.

Литература

1 *Мендель Б. Р.* Профессионально-ориентированное обучение: проблематика и технологии: учеб. пособие для обучающихся в магистратуре. Берлин: Директ-Медиа, 2016. 145 с.

2 *Dewey J.* Education and Experience. N. Y.: Touchstone, [1938]. 1997.

3. *Антюхов А. В.* Проектное обучение в высшей школе: проблемы и перспективы // Высшее образование в России. 2010. № 10. С. 26–29.

4. *Фомин Д. В.*, *Струков Д. О.*, *Герман А. С.* Универсальная платформа полезной нагрузки для малых спутников стандарта CubeSat // Изв. вузов. Приборостроение. 2018. Т. 61, № 5. С. 446–449. DOI: 10.17586/0021-3454-2018-61-5-446-449.

МАЛЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ ЮГО-ЗАПАДНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА. ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ

С. Н. Фролов, Е. А. Титенко, Д. Г. Добросердов, А. Н. Щитов

Юго-Западный государственный университет, e-mails: snfrolov@bk.ru; johntit@mail.ru; Dobroserdov.ru; a.n.schitov@mail.ru

Развитие малых космических аппаратов (МКА) позволяет планировать и ставить научные эксперименты силами организаций высшего образования. Низкая орбита позволяет отказаться от использования радиационно-стойкой элементной базы. Мощность передачи цифрового сигнала на порядок ниже геостационарных трансиверов. Небольшие размеры малых космических аппаратов позволяют выводить на орбиту такие аппараты с различной видео, фото и другими типами аппаратуры в интересах исследования свойств космоса, сбора и трансляции данных, установления радиосвязи с наземными пунктами в различных географических точках Земли.

Космические исследования — неотъемлемая часть научной деятельности Юго-Западного государственного университета (ЮЗГУ). Более чем за десятилетие учёными ЮЗГУ создан ряд малых космических аппаратов, обеспечивших проведение экспериментальных исследований. Запуск каждого аппарата проходит при непосредственной поддержке Ракетно-космической корпорации «Энергия» имени С. П. Королёва, что гарантирует успешный вывод спутника на орбиту.

Проект молодых учёных Юго-Западного государственного университета по созданию группировки из МКА, поддержанный федеральной и областной властью, открывает буквально космические перспективы для развития региональной экономики и социальной сферы, позволяет направить самые современные технологии на улучшение жизни курян.

Юго-Западный государственный университет обладает лицензией на проведение исследований и экспериментов с применением космической деятельности (рис. 1).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО

ЛИЦЕНЗИЯ

№ 1108К от 4 мая 2009 г.

На осуществление космической деятельности

Виды работ (услуг), выполняемых (оказываемых) в составе лицензируемого вида деятельности: согласно приложению

Настоящая лицензия переоформлена Федеральному государственному бюджетному образовательному учреждению высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Юго-Западный государственный университет, ФГБОУ ВО «ЮЗГУ», ЮЗГУ)

ОГРН - 1034637015786, ИНН - 4629029058

Место нахождения г. Курск

Адреса мест осуществления лицензируемого вида деятельности Курская область, г. Курск, ул. Челюскинцев, дом № 19; Курская область, г. Курск, ул. 50 лет Октября, дом № 94;

Настоящая лицензия переоформлена на срок бессрочно на основании решения Федерального космического агентства - приказа от 24 ноября 2015 г. № 214

Настоящая лицензия имеет приложение, являющееся её неотъемлемой частью на 1 листе

Врио руководителя А.Н. Иванов

М.П.

№ 003139

ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО

ПРИЛОЖЕНИЕ

к лицензии № 1025К от 29 декабря 2008 г.

Виды выполняемых работ и оказываемых услуг Проведение исследований и экспериментов с применением космической техники, в части подготовки и проведения космического эксперимента «РАДИОСКАФ-В»

Руководитель А.Н.Пермитов

М.П.

№ 000734

Рис. 1. Лицензия на проведение космической деятельности ЮЗГУ

Исторически можно указать на следующие запуски аппаратов и их назначение.

МКА «Радиоскаф» первой модификации — микроспутник «РадиоСкаф» № 1 был запущен с борта РС МКС 02.02.2006 экипажем Международной космической станции (МКС-12) в процессе внекорабельной деятельности (ВКД № 14). В последующем автономном полёте проводилась экспериментальная отработка аппаратуры микроспутника, приём служебной и целевой информации со спутника на наземные пункты радиолюбительской связи всего мира (рис. 2).

Рис. 2. Космический эксперимент «Радиоскаф 1»

Целью данного эксперимента являлась отработка технологии создания на базе выработавших свой ресурс скафандров «Орлан-М» малых космических аппаратов типа «Радиоскаф» различного целевого применения, а также экспериментальная отработка аппаратуры микроспутника в последующем автономном полёте, приём служебной и целевой информации со спутника на наземные пункты радиолюбительской связи.

МКА «Радиоскаф» второй модификации — микроспутник «Радиоскаф» № 2 был запущен с борта РС МКС 03.08.2011 экипажем МКС-27 в процессе ВКД № 29. Запуск был посвящён 50-летию полёта первого человека в космос и спутник получил собственное имя «Кедр». Радиолюбители на Земле принимали голосовые приветствия спутника, цифровые изображения от четырёх камер, служебную и научную телеметрию спутника (рис. 3).

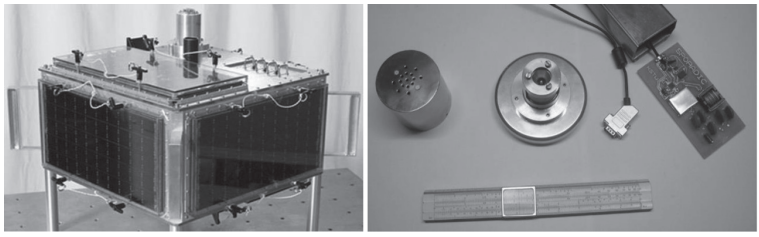


Рис. 3. Спутниковый аппарат ARISSat-1 «Кедр» и датчик плотности вакуума

ЮЗГУ совместно с РКК «Энергия» участвовал в создании любительского спутника ARISSat-1. Этот спутник — совместный проект России и США. Курские студенты разработали и изготовили измеритель вакуума для проведения научного эксперимента в открытом космосе. Задача эксперимента — исследование влияния потоков заряженных частиц в космическом пространстве на показания ионизационного вакуумметра.

В период третьего этапа эксперимента «Радиоскаф» № 3 был разработан и изготовлен в Юго-Западном государственном университете наноспутник НС-1, предназначенный для испытания и отработки базовой платформы и основных электронных модулей аппаратов нанокласса по космической образовательной программе «РадиоСкаф» (рис. 4).

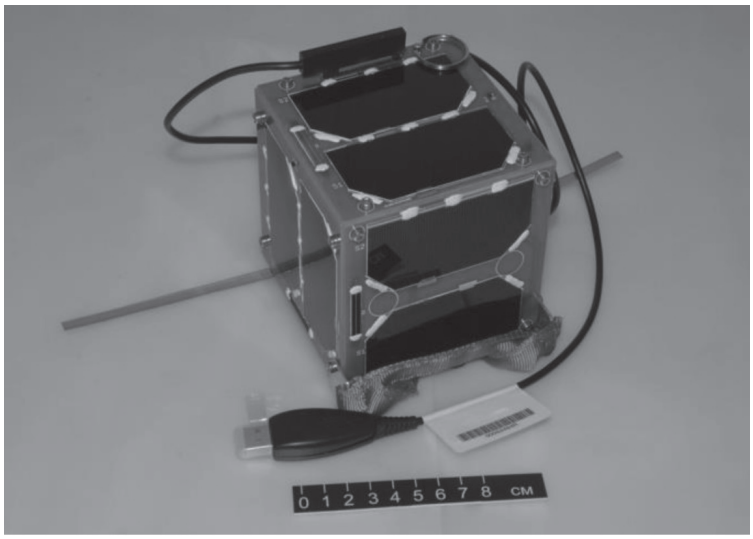


Рис. 4. Спутниковый аппарат «CHASQUI» («Часки»)

Запуск НС-1 («Часки») был осуществлён 18.08.2014. Наноспутник получил радиолюбительский позывной RS2S и собственное имя «Часки-1».

Наноспутник обеспечивает передачу на Землю информационных сообщений в виде:

- телеграфного сигнала опознавания «RS02S/CHASQUI», передаваемого телеграфным кодом Морзе;
- фотографий, записанных в памяти спутника (эмблемы UNI, РКК «Энергия», ЮЗГУ, фотографий детских рисунков);
- фотографий с фотокамер спутника из космоса по запросу с Земли;
- телеметрии (напряжение, токи, температура всех блоков наноспутника).

Задачей эксперимента являлось получение служебной и целевой информации от «Часки-1» во время автономного полёта.

В период МКС-47 был проведён четвёртый этап эксперимента со спутником «Томск-ТПУ-120». Спутник «Томск-ТПУ-120» является наноспутником серии «CubeSat-3U». Элементная электронная база спутника «Томск-ТПУ-120» (рис. 5) аналогична элементной электронной базе спутника НС-1, запущенного с борта МКС в августе 2014 года.

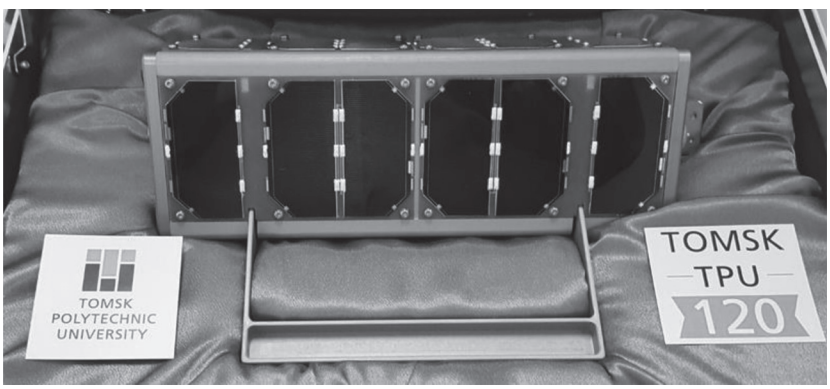


Рис. 5. Спутниковый аппарат «Томск-ТПУ-120»

Применяемые солнечные элементы AZUR SPACE Solar Power GmbH, тип 3G и блок питания, состоящий из четырёх аккумуляторных батарей lslp MP 174865 IS, также были сертифицированы для использования на спутнике НС-1. Спутник «Томск-ТПУ-120» передавал только голосовые сообщения. Передатчик работает в импульсном режиме: 20 секунд передача сообщения, 60 секунд пауза, затем цикл повторяется. Частота передачи 437,02 МГц.

Целью запуска спутника являлась оценка возможностей подобных аппаратов стабильно работать на орбите: спутник «Томск-ТПУ-120» за свой жизненный цикл производил фиксацию температуры внутри и снаружи, а также параметров электроники и передавал их на Землю.

В рамках 5-го космического эксперимента «Радиоскаф-5» было создано два космических аппарата которые передавали звуковой сигнал приветствия на четырёх языках: русском, испанском, английском и китайском, позывные сигналы спутников RS6S, RS7S (рис. 6).

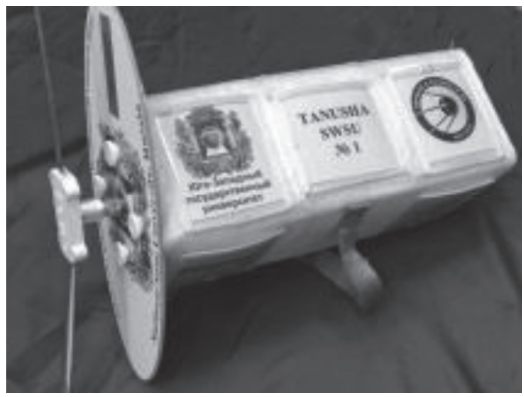


Рис. 6. Спутниковый аппарат «Танюша-1, -2» (RS6S, RS7S)

Основной задачей двух аппаратов являлось создание одноранговой информационной сети, позволяющей производить адресацию вновь прибывших аппаратов и исключать вышедшие из строя без удалённого управления. Внутри сети была организована ретрансляция и параллельная передача сообщений на наземный пункт мониторинга. А так же установлена инерциальная навигационная система для определения углов поворота в трёх осях: рысканья, тангажа и вращения. Каждый аппарат имел в своём составе вакуумметр.

В рамках космического эксперимента «Радиоскаф-6» были созданы 4 космических аппарата, 2 лётных образца, 2 резервных (рис. 7).

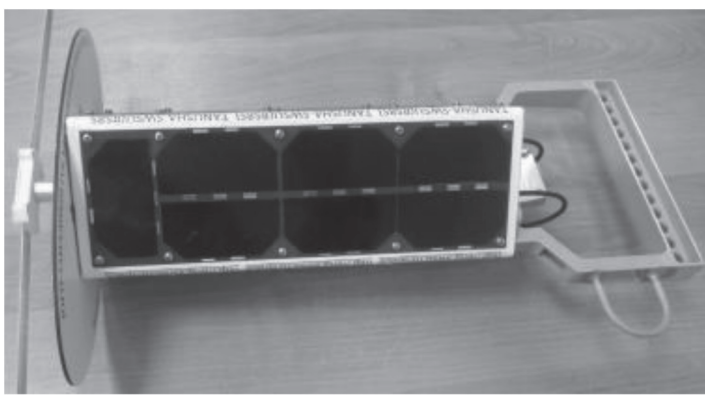


Рис. 7. Космический аппарат «Танюша-3, -4» (RS8S, RS9S)

Основной целью эксперимента являлась отработка системы активного ориентирования на основе четырёхосевого гиродина в составе интеллектуальной группировки. Синхронизация во времени и положения в пространстве. Параллельная направленная передача данных. Дистанционное изменение полётного задания и программного обеспечения.

В 4-м полугодии 2019 года предполагается запуск МКА «Танюша-5, -6» с позывными сигналами (RS10S, RS11S) миссией которых станет наблюдение за земной поверхностью, построение карты глубины и разнесённый в пространстве эксперимент.

Также 5 июля 2019 года в 08:41 МСК (05:41 UTC) с космодрома «Восточный» был запущен МКА формата CubeSat 3U (рис. 8), который является совместной разработкой Юго-Западного государственного университета и Эквадорского технологического университета «Экиноксиаль».

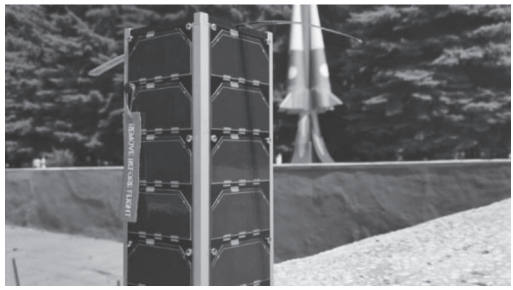


Рис. 8. Спутник «Эквадор – UTE»

Конструкция малого космического аппарата представляет собой алюминиевый моноблок в форме параллелепипеда с размерами 100×100×340,5 мм. На длинных гранях расположены четыре солнечные панели, содержащие по семь солнечных элементов — фотоэлектрических преобразователей. В верхней части конструкции расположено антенно-фидерное устройство (АФУ), изготовленное из упругой стали и разворачиваемое при выводе аппарата из пускового устройства.

Программа полёта предусматривает автономное функционирование системы энергообеспечения и информационного канала связи для двустороннего обмена информацией с наземным Центром управления полётами (ЦУП), расположенном в городе Кито, республика Эквадор. Восходящий канал предназначен для управления МКА, нисходящий — для передачи экспериментальных данных и телеметрии. Срок жизни спутника составляет один год, высота орбиты 530 км.

Спутник предназначен для проведения космических экспериментов в условиях реального автономного полёта, в частности для наблюдения за космической погодой и исследования ионосферы Земли. Аппарат является космической минилабораторей и имеет на борту модуль целевой нагрузки: прецизионный магнитометр, измеряющий магнитное поле Земли. Результаты измерений используются для изучения свойств и состояния околоземной среды.

Работы по созданию сателлитов ведутся в прямом контакте с отрядом космонавтов «Роскосмоса». Учитывается многолетний опыт экспедиций на Международную космическую станцию и станцию «Мир». Особенно ценными для нас являются наставления космонавтов, проводивших работы в открытом космосе. Перспективные направления исследований мы обсуждаем совместно с ведущими вузами и организациями по всему миру. Всё это позволяет нам успешно развивать технологии космического приборостроения. На текущий момент созданы и запущены девять малых космических аппаратов,

два из которых ожидают своего запуска и предположительно будут запущенны во второй половине 2019 года.

Литература

1. *Самбуров С. Н.*, *Колмыкова Т. С.*, *Шиленков Е. А.* Развёртывание автономной интеллектуальной группировки наноспутников, запущенных с борта МКС // Материалы 53-х Научных чтений памяти К. Э. Циолковского: Идеи К. Э. Циолковского в контексте современного развития науки и техники. 2018. С. 26–27.
2. *Шиленков Е. А.*, *Самбуров С. Н.*, *Колмыкова Т. С.* Разработка автономной интеллектуальной группировки малых космических аппаратов // Материалы 52-х Научных чтений памяти К. Э. Циолковского: Идеи К. Э. Циолковского в контексте современного развития науки и техники. 2017. С. 62–64.
3. *Воробьев К. А.*, *Косилов И. С.*, *Лобов Е. М.*, *Шиленков Е. А.* Широкополосные многочастотные сигнально-кодовые конструкции для передачи информации через ионосферный канал // Изв. Юго-Западного гос. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2012. № 2–3. С. 41–46.
4. *Цыплаков Ю. В.*, *Шиленков Е. А.* Сравнительный анализ специальных средств для измерения реального затухания электромагнитных волн и контроля качества средств экранирующей групповой защиты // Изв. Юго-Западного гос. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2012. № 2–3. С. 32–37.
5. *Титенко Е. А.* и др. Многоагентные системы в технической диагностике сложных технических объектов // Изв. Юго-Западного гос. ун-та. 2015. № 3(60). С. 18–25.

К ВОПРОСУ О ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАТИВНОГО ПОДХОДА

Т. В. Халецкая

Амурский государственный университет, Благовещенск,
e-mail: xa191288@mail.ru

На сегодняшний день, наша страна обладает уникальным потенциалом космической техники, она имеет многолетний опыт эксплуатации космических комплексов, участвует в международном сотрудничестве по исследованию и практическому использованию космического производства в сочетании с космической инфраструктурой. Однако несмотря на это, российская космическая отрасль испытывает острейший дефицит высокопрофессиональных специалистов. Правительство Российской Федерации всерьёз озаботилось проблемой подготовки профессиональных кадров для космической промышленности, результатом решения которой стал ряд мер и нормативных документов по созданию современной системы вузовской и послевузовской подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров.

Интегративный подход к подготовке высококвалифицированных специалистов в современных условиях становится ключевым, на наш взгляд, при решении существующей проблемы. Интеграция в сфере космического образования, обусловленная логикой развития науки и техники, связана с активным проявлением тенденции к интеграции научных знаний, специальных умений и трудовых действий на современном этапе и является одним из наиболее продуктивных и перспективных направлений. Именно интеграция рассматривается как условие обобщения научных знаний, повышения их комплексности, системности и непрерывного их применения на практике.

В Амурском государственном университете (АмГУ) построена и успешно реализуется интегрированная система подготовки высококвалифицированных специалистов по направлению подготовки 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика» (бакалавриат) и специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» (специалитет).

В 2016 г. в АмГУ совместно с Центром эксплуатации наземной космической инфраструктуры (ЦЭНКИ) создана на инженерно-физическом факультете базовая кафедра — «Эксплуатация объектов наземно-космической инфраструктуры».

Интегрированная система подготовки инженерных кадров включает в себя следующие задачи:

- уточнение профессиональных компетенций необходимых к содержанию и уровню подготовки будущих специалистов, а также совместная разработка учебных планов и образовательных программ дисциплин.
- погружение обучающихся в рабочую среду, в коллектив в период прохождения ими учебной и производственной практик на космодроме;
- закрепление за обучающимися наставников со стороны предприятия;
- совместные с представителями предприятия научно-практические исследования и др.

Построение профессиональной подготовки инженерных кадров в вузе на основе интегративного подхода для ФГУП «ЦЭНКИ» можно рассмотреть на примере направления 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика».

Так, для студентов направления подготовки 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика» на первом курсе читается дисциплина «Введение в ракетно-космическую технику» специалистом космодрома «Восточный». Затем на втором курсе студенты получают и систематизируют знания в области служебной аппаратуры космических аппаратов, технических данных и служебных систем, принципов выбора их параметров и характеристик и связям с другими системами, траекторией и конструкцией аппарат в рамках дисциплины «Комплексы наземного оборудования летательных аппаратов».

На старших курсах студенты получают знания в области проектирования и управления функциональными элементами аналоговой и цифровой обработки информации для универсальных компонентов современных радиотехнических устройств посредством дисциплины «Основы технологий создания электронных бортовых систем». При этом изучение данной дисциплины включает в себя написание курсового проекта по темам, которые утверждаются совместно со специалистами космодрома «Восточный».

Полученные знания в аэрокосмической тематике студенты закрепляют в ходе прохождения практики.

Учебная практика у студентов проводится на втором курсе обучения в Амурском государственном университете. В ходе практики специалисты космодрома проводят беседы с обучающимися. На данном этапе студенты получают общие представления об объектах профессиональной деятельности; знакомятся с основами будущей профессиональной деятельности, получают сведения о направлении подготовки 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика»; знакомятся с основными навыками работы с ракетно-космической техникой.

По окончании третьего курса студенты направляются на космодром «Восточный» для прохождения производственной (технологической) практики, где у будущих инженеров формируется единство теоретической и практической подготовки, происходит комплексное формирование системы знаний и организационных умений для становления профессиональных компетенций инженера.

На завершающем этапе студенты выполняют выпускные квалификационные работы, которые выполняются под руководством научного руководителя, им может являться непосредственно специалист космодрома. Кандидатуры руководителей утверждаются на заседании выпускающей кафедры.

Тематика выпускных работ разрабатывается и утверждается ЦЭНКИ. Примерная тематика выпускных квалификационных работ: «Проектная разработка разгонного блока с дополнительным топливным баком», «Проектная разработка комплексной двигательной установки для перспективных космических аппаратов» и др.

Студенты, обучающиеся по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», первые три года обучаются в АмГУ, далее направляются в Самарский государственный аэрокосмический университет (СГАУ) для продолжения обучения. После возращения из СГАУ студенты выполняют дипломную работу на базовой кафедре «Эксплуатация объектов наземно-космической инфраструктуры» и получают диплом специалиста государственного образца об образовании АмГУ.

Таким образом, интегрированная система подготовки высококвалифицированных специалистов Амурского государственного университета становится ключевым моментом в подготовке качественных инженерных кадров для космической отрасли.

Литература

1. *Гончарова К. Л.* К вопросу об интеграции образования, науки и производства в системе непрерывной подготовки инженерных кадров // Современные проблемы высшего образования. Курск, 2015. С. 111–115.
2. *Плутенко А. Д.*, *Лейфа А. В.*, *Козырь А. В.*, *Халецкая Т. В.* Профессиональная подготовка инженерных кадров для высокотехнологичных предприятий // Педагогика. 2018. № 3. С. 86–91.
3. *Плутенко А. Д.*, *Лейфа А. В.*, *Еремина В. В.*, *Халецкая Т. В.* Многоуровневая подготовка инженерных кадров в контексте непрерывного образования. Секция: Педагогика // Вестн. Томского гос. ун-та, 2019. № 439. С. 178–184.
4. *Plutenko A. D.*, *Leyfa A. V.*, *Kozyr A. V.*, *Haletskaya T. V.* Specific features of vocational education and training of engineering personnel for high-tech businesses // European J. Contemporary Education. 2018. V. 7. No. 2. C. 360–371.

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ НА ДОВУЗОВСКОМ ЭТАПЕ

Т. В. Халецкая, А. В. Лейфа, В. В. Еремина
Амурский государственный университет, Благовещенск,
e-mail: xa191288@mail.ru

В настоящее время российская космическая отрасль по-прежнему занимает лидирующие позиции на мировом рынке космонавтики. Но ещё есть направления, которые необходимо серьёзно развивать. К ним можно отнести спутниковые фотосъёмки Земли, производство спутников, телекоммуникационные услуги и другое. В связи с этим возникает потребность в квалифицированных кадрах.

Как правило, с подобной задачей можно справиться при чётко выстроенной дифференцированной и непрерывной системе подготовки квалифицированных кадров для ракетно-космической отрасли.

Так, в Амурском государственном университете подготовка кадров для космической отрасли начинается с общеобразовательного лицея, затем — факультет среднего профессионального образования — университет (бакалавриат, магистратура, аспирантура) — дополнительное профессиональное образование (переподготовка, повышение квалификации).

Университет в 2015 г. стал победителем конкурса Минобрнауки России «Новые кадры для оборонно-промышленного комплекса». Поэтому на сегодняшний день вуз уделяет особое внимание космическому образованию. Особый упор делается на подготовку инженерных кадров для космодрома «Восточный».

Начиная ещё со школьной скамьи, ученики общеобразовательного лицея участвует во многих образовательных проектах. Одним из таких является инженерная школа CanSat. Выполнение заданий инженерной школы подразумевает овладение навыками в области программирования, прототипирования, авиа- и 3D-моделирования. Всё это способствует формированию основ знаний инженерной деятельности.

С 2015 г. Общеобразовательный лицей является площадкой для проведения многопрофильной инженерной олимпиады «Звезда», а также площадкой программы профессиональной подготовки и профориентации учеников JuniorSkills. Задания в естественно-научном и техническом направлениях позволяют развивать творческий потенциал в рамках решения инженерных задач космической отрасли.

Достаточно большое внимание в лицее уделяется дополнительным образовательным программам. Учащиеся занимаются в таких кружках как: программирование, 3D-моделирование, физико-математической школе, авиа моделировании. Дополнительные программы играют роль актуализации знаний, развития интереса к инженерной деятельности и ориентируют ребят в выборе будущей профессии.

АмГУ совместно с «Роскосмосом» уже дважды организовывали во Всероссийском детском центре «Океан» «космические» смены: «Восточный старт» и «Первый в космосе». Программа смен предусматривала следующие направления: робототехника, 3D-моделированием, ракето- и спутникостроение, осваивали дистанционное зондирование Земли.

Кроме этого, в августе 2018 г. вышло распоряжение № 1727-р Правительства Российской Федерации по подготовке кадров для ключевых отраслей экономки Дальневосточного федерального округа и поддержке молодёжи на рынке труда на период до 2025 г. В соответствии с распоряжением на базе Амурского государственного университета (АмГУ) создано структурное подразделение образовательной

организации высшего образования: «Научно-образовательный центр «Космические системы и ракетостроение» (Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)).

Студенты и ученики лицея под руководством преподавателей, а также специалистов космодрома «Восточный» проводят научные исследования и конструкторские разработки на базе лабораторий научно-образовательного центра АмГУ: лаборатории космического материаловедения, Студенческое конструкторское бюро «Радиоэлектроника», лаборатория механотроники и робототехники, Амурский центр управления полётами.

Результаты проведённых исследований докладываются на международных, региональных и внутривузовских научных конференциях. Ежегодно на базе Амурского государственного университета проходит Всероссийский молодёжный космический фестиваль «Космофест Восточный».

К особо важному достижению стоит отнести спутник «АмурСат» (он же «АмГУ-1»), разработанный совместно со студентами и преподавателями Амурского государственного университета, а также сотрудниками Центра эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры, который был запущен с космодрома «Восточный» в июле 2019 г. Следует отметить, что это первый университетский космический аппарат, разработанный на Дальнем Востоке.

Литература

1. *Плутенко А. Д.*, *Лейфа А. В.*, *Козырь А. В.*, *Халецкая Т. В.* Профессиональная подготовка инженерных кадров для высокотехнологичных предприятий // Педагогика. 2018. № 3. С. 86–91.
2. *Плутенко А. Д.*, *Лейфа А. В.*, *Еремина В. В.*, *Халецкая Т. В.* Многоуровневая подготовка инженерных кадров в контексте непрерывного образования. Секция: Педагогика // Вестн. Томского гос. ун-та, 2019. № 439. С. 178–184.
3. *Чапаев Н. К.* Генезис интеграции общего и профессионального образования // Акмеология профессионального образования: материалы 12-й Всерос. научно-практ. конф. 2015. С. 119–124.
4. *Plutenko A. D.*, *Leyfa A. V.*, *Kozyr A. V.*, *Haletskaya T. V.* Specific features of vocational education and training of engineering personnel for high-tech businesses // European J. Contemporary Education. 2018. V. 7. No. 2. C. 360–371.

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ КОСМОНАВТИКИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ НА БАЗЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ФЕДЕРАЦИИ КОСМОНАВТИКИ РФ

А. В. Хохлов

Государственный научный центр Российской Федерации «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики»,
e-mail: a.hohlov@rtc.ru

Федерация космонавтики СССР была создана в Москве в 1978 году, а в 1983-v образовался Ленинградский комитет. Заседания проходили в Планетарии. Велась работа с детьми, студентами, ветеранами. Организация устраивала встречи с космонавтами, отмечала дни космонавтики, проводила различные мероприятия.

После распада СССР городской и областной комитеты объединились и в ноябре 1997 год зарегистрировали Северо-Западную межрегиональную общественную организацию Федерацию космонавтики Российской Федерации (https://fkr.spb.ru/). Её президентами были космонавты Л. Д. Кизим, Г. М. Гречко, а с 2008 года неизменным руководителем остаётся космонавт С. К. Крикалёв. Штаб-квартира организации — научно-методический центр Музея космонавтики и ракетной техники имени академика В. П. Глушко.

На сегодняшний день организация ведёт образовательную и просветительскую работу со школьниками, студентами и общественностью города по популяризации космонавтики, организует выставки, участвует в фестивалях научной направленности. В течение всего года организуются встречи с космонавтами, ветеранами космической отрасли со школьниками и студентами. Ведётся работа со школьными музеями космонавтики, детскими библиотеками, учебными заведениями в плане консультативной и методической помощи, лекционной и выставочной деятельности. Проводятся городские и межрегиональные конкурсы для школьников совместно с городским дворцом учащейся молодёжи.

Основное городское мероприятие — День космонавтики в Петропавловской крепости. Праздник ориентирован на детей с родителями, школьников и студентов. Студенты «Военмеха» и Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (СПб ГУАП) принимают участие и как волонтёры. Уже более 30 лет в рамках праздника проходят показательные старты моделей ракет, сделанных детьми в кружках ракетомоделизма в системе дополнительного образования.

В 2013-17 годах на базе ТЦ «Радуга» работал центр космической связи, где учащиеся и студенты могли напрямую задать вопрос космонавту на Международной космической станции посредством радиолюбительской связи. Там же работала школа «Радуга», где бесплатно для школьников были организованы занятия по астрономии, истории космонавтики, робототехнике и популярной космонавтике. На сегодняшний день этот проект находится в стадии реорганизации.

Совместно с Музеем космонавтики и ракетной техники имени академика В. П. Глушко с 2015 года проводится научно-популярный лекторий для студентов и взрослых «Встречи в музее космонавтики» (первое название «Встречи в инженерном доме»).

В организации существуют секции: истории космонавтики под руководством В. Н. Куприянова, секция ракетомоделирования под руководством С. П. Гарезина и молодёжная секция под руководством А. В. Хохлова, члены которой принимают активное участие в научных фестивалях и деятельности Федерации.

В мае – июне 2018 г. представители организации (О. П. Мухин, И. Исаева, В. А. Тихомиров, А. Бодров, Н. Попов, М. Щербакова, Д. Зайцева) совершили автопробег «Звёздный путь» из Петербурга на Байконур и обратно. По ходу маршрута были проведены мероприятия «Дня открытого космоса» в Рязани, Самаре, Пензе, Калуге.

Федерация поддерживает отношения с вузами и с предприятиями города. На фестивали и лектории привлекаются специалисты конструкторского бюро «Арсенал», ЦНИИ РТК, КБ «Биофизприбор», ВНИИтрансмаш, Российского научного центра «Прикладная химия» (ГИПХ), НИИ телевидения.

С 2016 года организация является соорганизатором ежегодного молодёжного Всероссийского патриотического форума космонавтики и авиации «КосмоСтарт».

УЧЕБНЫЙ СИМУЛЯТОР СБОРКИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ СПУТНИКА

Г. А. Хромов, В. К. Бычков, В. А. Павлов, В. А. Балескин, А. В. Зарипова, Д. А. Абрамешин

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), Москва, e-mail: gakhromov@edu.hse.ru

Отличительными чертами современных малых космических аппаратов (МКА) является применение новых технологических подходов в проектировании, конструировании и эксплуатации. Задачи, которые ставятся перед МКА, варьируются от дистанционного зондирования поверхности и атмосферы Земли, до отработки систем связи и мониторинга космического пространства. Вследствие этого, обучение специалистов, обеспечивающих функционирование этих МКА, включает в себя ряд комплексных практических занятий для приобретения необходимых знаний и навыков в эксплуатации МКА.

Целью данной работы является демонстрация возможностей программы «Учебный симулятор сборки и программирования спутника» (УССПС) как средства обучения специалистов по эксплуатации МКА, а также обозначение возможных сфер её применения.

На текущий момент одним из способов обучения является применение макетов МКА. Как средство обучения, зачастую они имеют ряд критических недостатков: высокая стоимость, хрупкость, большие размеры. Также, в большинстве случаев, они являются не функциональными, а только демонстрационными. Альтернативой может служить компьютерная программа. В ней каждый обучающийся сможет самостоятельно провести космическую симуляцию, протестировав спроектированный МКА и написанную для него программу в виртуальной космической среде.

Основные особенности программы УССПС (сборка, программирование, симуляция) отражены в её названии. Программа позволяет виртуально собрать летательный аппарат из набора функциональных модулей космического аппарата, компоновку и комплектность которых выбирает пользователь. Работа собранного МКА впоследствии симулируется на виртуальной околоземной орбите. Параметры симуляции, такие как скорость течения времени, задаются пользователем в процессе симуляции через визуальный интерфейс. В нем же доступен вызов функций, связанных с модулями на МКА: включение/выключение модуля, сбор данных, отправка изображений с камеры на Землю, поворот МКА. Программное обеспечение также позволяет установить и сохранить набор команд через внутренний редактор кода и симулировать исполнение заданного алгоритма.

Помимо подготовки специалистов для работы с МКА, одним из вариантов применения программы является демонстрация работ алгоритмов стабилизации, процесса сбора данных датчиком и симуляции других сценариев. Использование заранее подготовленных шаблонов собранных аппаратов и готовых алгоритмов позволяет быстро настроить симуляцию в условиях презентации. УССПС также может быть использована в средних и средних специальных учебных заведениях. Адаптивный пользовательский интерфейс для вызова функций стандартного набора модулей позволяет обучающемуся начать работу с программой без больших затрат времени на разбор интерфейса. Другим применением этой программы является обучение старших классов средних учебных заведений и начальных курсов средних специальных физике и программированию. В перспективе, УССПС также может послужить инструментом первичного виртуального

тестирования новых алгоритмов, которые впоследствии будут дорабатываться на действующих макетах МКА.

Широкий спектр решаемых задач, многофункциональность и доступная визуализация процесса симуляции позволяет применять УССПС в качестве обучающего и демонстрационного программного обеспечения в различных типах учебных заведений.

СЕТЕВОЙ ПРОЕКТ «ШКОЛЬНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ТЕЛЕСКОП»

И. С. Царьков[1], А. Д. Бобырев[1], Н. Е. Самойлов[1,2], А. Ю. Шаенко[3]

[1] Школа № 29 имени П. И. Забродина, Подольск, Московская обл., e-mail: tsar@podastr.ru
[2] ООО «НТЦ «Промышленной Экологии»
[3] Сообщество «Твой сектор космоса»

Школа № 29 подмосковного Подольска известна своим астро-космическим комплексом, в состав которого входит, цифровой планетарий, автоматизированная обсерватория, центр космического мониторинга для приёма информации со спутников, лаборатория авиа- и ракетомоделирования, лаборатория космических исследований. Следующим логическим шагом развития данного образовательного направления становилось создание и запуск собственного малого спутника типа «кубсат» с какой-нибудь полезной нагрузкой, а может и без неё.

К этому проекту мы стали готовиться с 2017 г., а параллельно шло создание удалённой обсерватории, которая должна была управляться через всемирную паутину. Такие инструменты уже существовали в мире, но максим, что можно было сделать с помощью такой обсерватории — это получить астрофотографию заданного участка неба. Мы, сталкиваясь с объективными трудностями при проведении в школе астрономических наблюдений, решили пойти дальше в развитии концепции удалённой обсерватории и предоставить учащимся возможность самостоятельно управлять через интернет астрономическим инструментом после получения необходимых технических навыков.

И хотя производительность обсерватории существенно вырастет и число пользователей тоже, и работа в обсерватории теперь круглогодичная, но ведь количество ясных ночей в году увеличить не в наших силах, и сделать день ночью тоже, а живём мы не в пустыне Атакама, где 300 ясных дней из 365, а на русской равнине, где их всего 65 в году.

Поэтому два года назад в нашем школьном центре научного творчества «Поиск» родился очередной безумный проект: полезной нагрузкой на спутнике должен стать космический телескоп, потому что этот инструмент сможет работать по 24 часа 365 дней в году.

Работу над удалённой обсерваторией мы закончили в 2018 г., этот астрономический инструмент работает вполне приемлемо, и теперь кроме получения астрофотографий мы используем телескоп для отладки космического оборудования, испытаний разных объективов и цифровых камер, которые планируем установить на нашем спутнике.

19 января 2019 г. в Центре научного творчества школы № 29 Подольска состоялось важное событие, официальный стартап проекта «Школьный космический телескоп». Глобальная цель проекта — запуск космического телескопа на платформе кубсат U-3-1 для проектной деятельности учащихся школ России в области астрономии.

За прошедшее время разработан контур пятилетней программы, предусматривающий запуск трёх космических аппаратов. Именно третий спутник формата U3-1 Кубсат, будет нести в себе космический телескоп. Набрана команда учеников 8–10-х классов в количестве 20 человек, которая прошла первичную подготовку по основам устройства космической техники на базе онлайн курсов «Современная космонавтика» и «Конструирование космической техники». Команда разбита на десять подгрупп по различным функционалам спутника: руководитель проекта, конструктора, электронщики, радисты, энергетики, теплотехники, специалисты по ориентации,

оптики, программисты, баллистики. В данном сетевом проекте участвуют школьники из шести городов: Москвы, Подольска, Климовска, Владимира, Троицка, Ульяновска. Антенный пост для приёмо/передачи данных создан на базе школы № 29 Подольска. В Надыме и Южно-Сахалинске планируется строительство школьных станций по приёму информации, которая будет собираться и обрабатываться на серверах центра управления в Подольске с помощью платформы интернета вещей Greenpl.

Создан научно технический совет проекта из специалистов и учёных в области физики, информатики, радиосвязи, электроники, баллистики и т. д., которые будут выполнять роль научных консультантов и принимать окончательные решения по проектируемым спутниковым системам.

Проект разбит на три этапа таким образом, что каждый этап является определённым значимым достижением и ценен уже сам по себе вне зависимости от того, как сложится судьба проекта в будущем:

1) создание пробного спутника и центра космической связи в Центре научного творчества при школе № 29 (2019–2020);
2) создание и запуск спутника-прототипа космического телескопа (2021–2022);
3) создание, запуск и эксплуатация космического телескопа (2022–2023).

В данном докладе рассматривается алгоритм выполнения первого этапа проекта, который занимает два года и заканчивается запуском космического аппарата формата U1, для отладки спутниковых систем, систем наземной связи и управления. Цель первого этапа проекта создание спутника кубсат U-1-1 на базе платформы типа «Ардуино» для отработки программного обеспечения позволяющего задавать нужную ориентацию спутнику командами из центра управления, и осуществлять порционную выгрузку больших объёмов информации на наземные приёмные станции по гибкому алгоритму.

Задачи первого этапа:

1. Создание космического аппарата «1U Кубсат».
2. Создание центра управления полёта (ЦУП) и сети наземных станций приёма и передачи информации.
3. Обеспечение запуска созданного космического аппарата и отработка его систем.

Планируемая последовательность подзадач *задачи 1.*

1. Формирование научного совета проекта.
2. Разработка технического задания (ТЗ) на проект.
3. Разработка план-графика проекта.
4. Защита ТЗ и план-графика проекта перед научным советом проекта.
5. Разработка эскизного проекта.
6. Защита эскизного проекта перед научным советом проекта.
7. Разработка рабочего проекта.
8. Защита рабочего проекта перед научным советом проекта.
9. Производство макетов для наземной отработки.
10. Испытания макетов.
11. Защита результатов испытаний макетов перед научным советом проекта.
12. Производство лётных образов аппаратов.
13. Автономные испытания лётных образов аппаратов.
14. Испытания в составе системы «космический аппарат – ЦУП» (центр управления полётами).
15. Защита результатов испытаний макетов перед научным советом проекта.

В решение задачи 2 заложены следующие принципы разработки:

1. Работа приёмных и передающих средств системы в любительских диапазонах радиочастот.
2. Совместимость с сетью наземных станций приёма и передачи информации типа Infostellar или аналогичных с мировым охватом.
3. Работа разработчиков систем космического аппарата в качестве операторов по своим системам в ходе полёта.
4. Возможность проведения сеансов связи и управления в автоматическом режиме.

Планируемая последовательность подзадач *задачи 2*.

1. Сформулировать ТЗ на ЦУП и сеть наземных станций на основе ТЗ на проект в целом.
2. Сформировать проект ЦУП и сети наземных станций.
3. Подобрать комплектующие из имеющихся в наличии или разработать требования к комплектующим, требующим производства или закупки.
4. Сборка аппаратуры ЦУП.
5. Сборка локальной наземной станции.
6. Сопряжение аппаратуры ЦУП с локальной наземной станцией.
7. Сопряжение аппаратуры ЦУП с сетью наземных станций.
8. Испытания ЦУП и сети наземных станций со сторонними космическими аппаратами.
9. Испытания ЦУП и локальной наземной станции с макетом создаваемого космического аппарата.
10. Испытания ЦУП и локальной наземной станции с лётными экземплярами создаваемых космических аппаратов.

Задача 3 — обеспечение запуска спутника.

Запуск созданного космического аппарата предполагается осуществить с помощью АО «Главкосмос — пусковые услуги» по программе запуска университетских аппаратов.

В качестве резервного варианта запуска рассматривается возможность вывода космического аппарата на орбиту из российского сегмента Международной космической станции (МКС) в процессе выхода космонавтов в открытый космос.

Планируемая последовательность подзадач *задачи 3*.

1. Подготовка запуска (интеграция на космодроме, передача на запуск и т. п.)
2. Запуск спутника «1U Кубсат».
3. Установление связи с космическим аппаратом и ввод его в эксплуатацию.
4. Работа ЦУП с космическим аппаратом на орбите.

Во время эксплуатации спутника необходимо решить следующие задачи:

1. Обеспечить устойчивое управление ориентацией спутника с помощью электромагнитов и/или системы гироскопов.
2. Проверить качество сверхтонкой теплоизоляции «Броня классик», полученной с использованием нанотехнологий, для обеспечения стабильной температуры внутри спутника, необходимой для корректной работы систем телескопа.
3. Найти максимальную скорость передачи данных со спутника на приёмные станции в различных радиодиапазонах, которую позволяет реализовывать энергетическая установка спутника.

Для этой цели оборудование спутника оснащается системами датчиков (температуры, освещённости, тока и напряжения и т. п.) с возможностью накопления данных телеметрии и передачи их на Землю.

На настоящий момент успешно выполнен ряд пунктов первого этапа проекта, параллельно ведутся исследовательские работы, относящиеся ко второму этапу, а именно подбор и испытания полезной нагрузки, а именно телескопа работающего по схеме Шмидта – Кассегрена. К телескопу поставлены достаточно жёсткие требования, если учитывать его малую апертуру, тяжёлые условия космического пространства, ограничение по энергии.

Требования к космическому телескопу:

а) возможность съёмки астрономических объектов ближнего и дальнего космоса со звёздной величиной не менее 10;
б) время экспозиции снимка: от 1 до 30 с;
в) скорость перенацеливания телескопа: от 6° в минуту по любой из осей;
г) угол удаления от края Солнца, Луны, Земли — 20°;
д) размер одного изображения телескопа — 1 Мбайт);
е) возможность объединения на борту до 100 «сырых» снимков и передача на Землю одного итогового снимка в формате jpeg;
ж) длина бленды телескопа — 270 мм, внутренняя структура бленды — оптический замок.

КОМПЕТЕНЦИИ В ОБЛАСТИ ИНЖИНИРИНГА КАК ОСНОВА УСПЕШНОЙ ДИВЕРСИФИКАЦИИ

М. А. Чаруйская

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», Москва, e-mail: charuyskay@mail.ru

На текущий момент осуществляется переход промышленности на новые принципы функционирования, характерные для цифровой экономики. По состоянию на начало 2019 года доля цифровой экономики в России примерно в 2,5 раза меньше, чем США и Китае. Цифровизация обеспечивает экономически развитым западным странам высокий показатель добавленной стоимости в диапазоне 6–10 тыс. долл. и высокую производительность труда порядка 100 тыс. долл. на одного работающего. В отличие от России, показатель добавленной стоимости которой составляют 1,4 тыс. долл. и производительность труда находится на уровне 52 тыс. долл. на одного работающего.

Основными источниками прироста ВВП к 2025 году за счёт цифровизации являются организация производства и логистики, повышение производительности оборудования. Максимальное использование источников прироста может быть реализовано только за счёт применения инжиниринговых подходов к организации производственного процесса на разных стадиях жизненного цикла предприятия.

Принципы цифровой экономики не только требуют высокой динамической гибкости производства в ответ на быстрые изменения внешнего окружения, но и формируют вызовы для системы подготовки кадров:

- сокращение жизненных циклов технологий требует постоянного получения новых знаний;
- высокая турбулентность рынков требует высокой готовности персонала к изменениям и навыков управления ими;
- размывание границ между отраслями требует получения специалистами междисциплинарных компетенций;
- резкий рост объёмов информации требует совершенствования подходов к её анализу и обработке;
- глубокая интеграция фундаментальной науки и бизнеса требует от персонала обладанием, как знаниями технологий, так и повышения качества знаний в экономике.

Вышеуказанные тенденции формируют основную характеристику будущих предприятий — динамическую гибкость. Под динамической гибкостью подразумевается возможность изменения производственной системы в соответствии с требованиями рынка за короткий срок и с минимальными затратами.

Процесс трансформации производственной системы зависит от трёх факторов:

- динамичность — уровень изменений элементов и отношений;
- комплексность — способность производственной системы принимать различные состояния за минимально возможный промежуток времени;
- взаимодействие в сети — способность, позволяющая системе расти, сжиматься или оставаться в стабильном состоянии.

На основании данных факторов воздействия можно сформировать следующие требования к архитектуре предприятий будущего:

- высокая мобильность, характеризующая высокую способность предприятия к изменениям месторасположения и занимаемых площадей;

- модульность, характеризующая нейтральность по отношению к функционалу предприятия и методам организации материального потока;
- высокая способность к созданию кооперационных связей, дезинтеграция и интеграция в различные виртуальные сети.

Управление и организация диверсифицированных предприятий будет осуществляться инжиниринговыми командами прорыва, которые должны состоять из высококвалифицированных специалистов, обладающих уникальными компетенциями в области производственного инжиниринга.

Передовые европейские предприятия на сегодняшний день определяют роли сотрудников в соответствии с ориентацией на результат. При использовании данного подхода все сотрудники организации подразделяется на отдельные команды, как следствие формируются новые роли персонала — участник группы, лидер группы, руководитель процесса, руководитель сегмента. Появление новых ролей также обусловлено переходом предприятий к сегментированной форме и организации цепочки поставщиков.

Руководитель сегмента осуществляет координацию нескольких процессов, лидер каждого из которых в свою очередь управляет несколькими производственными группами. Ответственность в таком виде организационных структурах распространяется сверху вниз.

Трансформация предприятий в гибкие производственные сети, по мнению некоторых исследователей, повлечёт за собой развитие форм самоорганизации и формирование новых ролей сотрудников — менеджера по заказам, инноватора, конфигуратора, модератора и т. д. Менеджер по заказам будет нести ответственность за выполнение заказа, и действовать как подрядчик в рамках своего предприятия. И новаторы будут осуществлять поддержку менеджера по заказам посредством интеграционного развития новых продуктов и процессов совместно с конфигураторами, которые будут нести ответственность за архитектуру продукта в соответствии с требованиями клиентов. Роль модератора будет заключаться в контроле процесса изменений.

Самоорганизация подразумевает ответственность за процессы предприятия при одновременной ориентации на результат. Условием самоорганизации является высокая степень свободы принятия решений не только в процессе оперативного планирования производства, но и при организации и преобразовании рабочих мест и процессов производства. Данный подход позволит повысить вовлеченность сотрудников в инновационные процессы и повысить продуктивность производства и качество выпускаемой продукции.

Насколько данные роли будут приняты и успешно реализованы на конкретном предприятии, зависит от его готовности к преобразованиям и способности к повышению гибкости.

Проведённый анализ передовых университетов лучшей мировой практики, осуществляющих подготовку высококвалифицированных специалистов в области производственного инжиниринга в развитых странах, позволил сформировать ключевые компетенции специалистов для инжиниринговых команд прорыва:

- комплексный инжиниринг цифровых производств,
- формирование информационной инфраструктуры цифрового производства,
- организация систем параллельного инжиниринга,
- управление распределительными сетями,
- управлением материальными и информационными потоками, производственной логистикой цифрового производства,
- контроль качества и издержек,
- оптимизация технологических процессов,
- управление сложными проектами с множеством заинтересованных сторон,

- принятие решений в технологической среде с высокой степенью неопределённостью.

Подготовку команд прорыва следует осуществлять по 24 модулям, составляющих основу процесса инжиниринга производственных систем, среди которых центральное место занимают модули постановки целей предприятия, планирование технологической стратегии и разработка продукта.

Механизм сборки инжиниринговых команд следует осуществлять на основе заказа предприятия. Такие команды формируются из перспективных специалистов предприятия, студентов магистерских программ и научных руководителей со стороны профессорско-преподавательского состава, при условии наличия у них практического опыта.

Подготовка кадров для таких команд должна осуществляться по дуальному принципу, в соответствии с которым слушатели под руководством научного руководителя и наставника от предприятия немедленно применяют полученные в ходе обучения знания на практике.

Таким образом, на базе сформированных требований можно разработать образ «архитектуры фабрики будущего», который представляет собой гибкое ресурсосберегающее предприятие, включённое во множественные виртуальные предпринимательские сети, ориентированное на достижение лучших мировых практик и предельные величины производственных показателей, ориентированное на максимальное удовлетворение требований потребителя, здание которого имеет нейтральное назначение. Кроме того, предприятие будущего должно проводить политику устойчивого развития в экономике, экологии и социальной среде.

Обеспечить получение вышеуказанных компетенций инженерными специалистами возможно с помощью интеграции различных подходов к образовательному процессу дополнительного профессионального образования (ДПО) с учётом специфики промышленных отраслей, применяемых инновационных технологий и требований бизнеса к квалификации специалистов.

Разработка программ ДПО с целью формирования инжиниринговых команд в условиях внедрения инноваций обеспечит слушателей навыками мобилизации квалификаций и компетенций, необходимых для решения прорывных технологических задач с учётом реалий современного наукоёмкого производства; усилит прикладную направленность системы подготовки и повышения квалификации специалистов в области инжиниринга продукта и технологий, её сближение с насущными требованиями рынка труда.

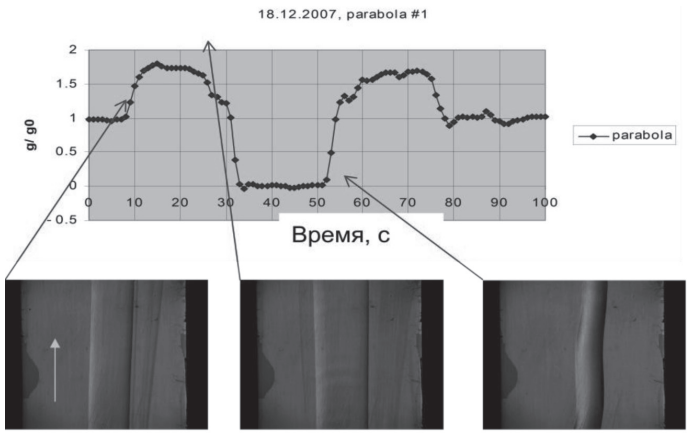
ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА С ЕВРОПЕЙСКИМ КОСМИЧЕСКИМ АГЕНТСТВОМ

В. В. Чеверда

Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, Новосибирск
e-mail: slava.cheverda@gmail.com

В связи с освоением космоса — пилотируемые и автоматические экспедиции на орбиту, а в перспективе и полёты на другие планеты является перспективным проведение экспериментов на земле, в условиях невесомости. Это необходимо для отладки оборудования и подбора оптимальных параметров его работы.

В рамках международного проекта на борту Международной космической станции (МКС) планируется исследовать теплообмен при двухфазном течении в условиях невесомости. Для этого с 2006 по 2011 г. было проведено несколько параболических полётов Европейского космического агентства (EKA). Экспериментально исследовалось влияние уровня ускорения свободного падения на динамику и теплообмен при ручейковом течении жидкости в миниканале под действием потока газа. Показано, что уменьшением ускорения от 17,6 до 0,01 м/с ширина ручейка уменьшается до двух раз из-за существенного влияния поверхностного натяжения в условиях невесомости [1].



Re_g=240, Re_l=6, $T_п$=30° C

Изменение ширины ручейка при изменении уровня ускорения

Литература

1 *Cheverda V.*, *Glushchuk A.*, *Queeckers P.*, *Chikov S. B.*, *Kabov O. A.* Liquid rivulets moved by shear stress of gas flow at altered levels of gravity // Microgravity Science and Technology. 2013. V. 25. Iss. 1. P. 73–81.

ЦИФРОВЫЕ СЕРВИСЫ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ КОМПАНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

П. Г. Черенков

АО «Спутниковая система «Гонец», генеральный директор,
e-mail: i.ziborova@gonets.ru
Московский государственный технический университет
им. Н. Э. Баумана, преподаватель кафедры автоматизированного проектирования

Зачастую, под цифровизацией образования понимается использование и применение в образовательном процессе различного рода гаджетов: электронные доски, дневники, планшеты и т. д. Например, ключевые показатели национального проекта «Образования» в части цифровой модернизации выражены в таких показателях как количество школ подключённых к высокоскоростному интернету, предметов, по которым исчезли бумажные учебники, процент учителей и преподавателей, использующих в учебном процессе цифровые технологии.

Создание цифровой инфраструктуры в системе образования важный, но, возможно, не ключевой вопрос, связанный с подготовкой специалистов, востребованных цифровой экономикой в целом и высокотехнологичными компаниями космической отрасли в частности.

С точки зрения работодателя важны, в первую очередь, возможности, которые могут быть получены от использования цифровой инфраструктуры в целях вовлечения молодых людей уже со школьной и студенческой скамьи в деятельность компаний. Речь идёт об интеграции образовательной инфраструктуры на базе цифровых сервисов, предоставляемых высокотехнологичными компаниями, в реально существующие процессы по решению как практических, так и научно-технических задач.

Хорошим примером такой интеграции могут служить открытые для пользователей данные мониторингов дистанционного зондирования земли. Например, случившиеся этим летом лесные пожары стали предметом исследования в рамках сетевого взаимодействия между различными образовательными учреждениями и исследовательскими группами. Функциональное значение данного сервиса связано как с вовлечением молодёжи в процесс решения практических задач, так и с расширением возможностей профессиональной экспертизы на основе их широкого общественного обсуждения.

Компании, предоставляющие услуги подвижной спутниковой связи, также могут рассматриваться как источник цифровых сервисов для образовательной среды. Прежде всего, это касается возможностей, которые открывают сети интернета вещей, межмашинного взаимодействия и т. д.

Развитию такого подхода к цифровизации образовательного процесса мешают сегодня, присущая космической отрасли закрытость, связанная с решением не только гражданских, но и значительного объёма специальных задач, а также традиционная обособленность профессиональных экспертных сообществ, осуществляющих свою деятельность в рамках профильных научных институтов и научно-исследовательских подразделений компаний.

Высокотехнологичные компании космической отрасли должны быть заинтересованы в высокой степени открытости и возможности вовлечения молодёжи в сферу своей деятельности. Предоставление цифровых сервисов для образовательной среды необходимо рассматривать как одно из приоритетных направлений деятельности в сфере подготовки кадров, владеющих цифровыми навыками

и компетенциями. Поэтому актуальной задачей представляется решение вопросов, связанных технологическими и правовыми основаниями внедрения образовательных цифровых сервисов компаниями космической отрасли.

Кроме того, открытые цифровые сервисы могут рассматриваться как альтернатива или дополнение к институту венчурного инвестирования. В условиях ограниченного доступа к ресурсам цифровые сервисы могут расширить возможности отрасли по вовлечению различных сред за пределами профессионального экспертного сообщества в инновационную деятельность.

ПРЕПОДАВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРАВА НА КАФЕДРЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРАВА РУДН

И. А. Черных

Российский университет дружбы народов, Москва, кафедра международного права, e-mail: chernykh-ia@rudn.ru

Освоение человеком космического пространства с момента запуска первого искусственного спутника Земли в 1957 г., первого полёта человека в космос в 1961 г., а также ряда других событий оказали значительное влияние на все уровни образования 50–60-х годов XX века. Как пишет О. М. Белоцерковский в статье 1972 г. «Космос и образование»: «Исследования космического пространства послужили мощным стимулом к прогрессу в целом ряде областей науки и техники: электроники, вычислительной техники, кибернетики, телеуправления, газовой динамики, магнитной гидродинамики, прикладной математики и др. Происходит все более тесное переплетение различных областей знаний <...>. Происходит все более глубокое проникновение фундаментальных наук <...> в сферу инженерных и прикладных исследований. Будучи современником этих выдающихся открытий, нам подчас трудно бывает сразу оценить их последствия и влияние на все сферы человеческой деятельности». Данная цитата приведена не случайно, так как действительно невозможно сразу оценить влияние того или иного события или процесса на текущую жизнедеятельность, что и произошло после начала исследования и использования человечеством космического пространства, Луны и других небесных тел.

Во-первых, появились новые научные направления, такие как космическая биология, космическая радиосвязь, телемедицина, астрофизика, сегодня это ракетостроение, гидроаэроупругость и др. Во-вторых, космические исследования обуславливают появление таких дисциплин, как экономика космической деятельности, космос и дипломатия, основы менеджмента и маркетинга в сфере ракетостроения, международное и национальное космическое право, о преподавании которых и пойдет речь.

Необходимость регулирования космической деятельности возникла в 1960-е годы изначально именно на международном уровне, когда в 1963 г. была принята Декларация правовых принципов, регулирующих деятельность государств по исследованию и использованию космического пространства, затем были приняты пять основных международных договоров (Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела от 27 января 1967 г., Соглашение о спасании космонавтов, возвращении космонавтов и возвращении объектов, запущенных в космическое пространство от 22 апреля 1968 г., Конвенция о международной ответственности за ущерб, причинённый космическими объектами 1972 г., Конвенция о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство от 14 января 1975 г., Соглашение о деятельности государств на Луне и других небесных телах от 5 декабря 1979 г.), принципы, резолюции и другие документы «мягкого права» в области космической деятельности. Национальное космическое законодательство стало появляться позже и только в тех государствах, которые занимались космической деятельностью, т. е. в России и в США. С течением времени, появлением новых технологий и новых возможностей в использовании и исследовании космического пространства количество участников космической деятельности стало увеличиваться, на арену вышли такие государства, как КНР, Индия, Бразилия, государства Европейского союза. Также неправительственные юриди-

ческие лица стали принимать участие в космической деятельности. Обозначенные изменения в субъектном составе обусловили разработку национального космического законодательства, регулирующего в соответствии нормами и принципами международного космического права, национальную космическую деятельность. Все обозначенные изменения обусловили появление такой профессии, как юрист и юрист-международник в области космического права, что, в свою очередь, привело к появлению учебной дисциплины — международное космическое право для преподавания в вузах.

Российский университет дружбы народов (РУДН) накопил неоценимый опыт обучения по программам уникальных спецкурсов, основанных на междисциплинарном подходе и сравнительном правоведении, одним из которых является именно международное космическое право. Достойной оценкой сказанного на глобальном уровне является, в частности тот факт, что РУДН включён в список профильного образования Управлением Организации Объединённых Наций по вопросам космического пространства (Управление ООН по космосу).

В целях содействия фундаментальному изучению международно-правовых основ космической деятельности на базе кафедры международного права РУДН в 2011 году функционирует Центр международного космического права, который содействует расширению и углублению понимания правовых основ космической деятельности. У истоков создания Центра стояли заведующий кафедрой, профессор, доктор юридических наук А. Х. Абашидзе и отец-основатель международного космического права Г. П. Жуков.

Сфера деятельности Центра международного космического права весьма широка: проведение научных конференций и круглых столов, посвящённых актуальным проблемам международного космического права с участием ведущих российских и зарубежных учёных, специалистов в области космической деятельности, а также студентов и аспирантов российских и зарубежных университетов; подготовка к изданию научных работ; организация научно-исследовательской работы студентов, аспирантов и молодых учёных кафедры; участие в международных конкурсах, в том числе в Международном конкурсе имени Манфреда Ляхса и Летней школе по космическому праву и политике Европейского центра космического права. Важной составляющей работы Центра является выполнение научно-исследовательских проектов по международному космическому праву и национальному космическому законодательству для различных ведомств и организаций, а также экспертиза нормативных правовых актов в сфере космической деятельности и в смежных с ней отраслях, правовое обеспечение реализации коммерческих космических проектов.

Центр международного космического права активно сотрудничает с МИД России, «Роскосмосом», Центральным научно-исследовательским институтом машиностроения, Международной организацией космической связи «Интерспутник», Межпарламентской ассамблеей СНГ, Институтом космических исследований РАН, а также с международными неправительственными организациями, в том числе с Международным институтом космического права (МИКП), Европейским центром космического права, Международным институтом воздушного и космического права Лейденского университета (Нидерланды, Universiteit Leiden), Институтом воздушного и космического права Университета Макгилла (Канада, McGill University), Китайским институтом космического права и др.

Центр гордится единственной в СНГ библиотекой по международному космическому праву, организованной на кафедре международного права РУДН имени Г. П. Жукова. Её основу составило уникальное собрание книг, учебников на русском, английском, французском, немецком и польском языках, принадлежавшее заслуженному юристу Российской Федерации, профессору кафедры

международного права РУДН, доктору юридических наук, академику Международной академии астронавтики и Академии проблем дипломатических наук и международных отношений. Именно ему принадлежит заслуга в том, что студенты РУДН-выходцы из разных стран защищали и продолжают защищать выпускные квалификационные работы и кандидатские диссертации, посвящённые актуальным правовым вопросам освоения космического пространства.

В 2014 г. кафедра международного права РУДН издала свой собственный учебник по международному космическому праву, который стал первым опубликованным в России в XXI веке учебником. Выход учебника по международному космическому праву — всегда большое событие в юридической науке. В написании учебника участвовали представители разных поколений юристов, занимающихся преподаванием, научной разработкой и применением на практике космического права: учёные и специалисты РУДН, «Роскосмоса», Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Московского государственного юридического университета имени О. Е. Кутафина, Санкт-Петербургского научно-исследовательского центра экологической безопасности РАН. Предисловие к учебнику написал мэтр международного космического права, судья Международного Суда ООН в 1995–2006 годах, арбитр по космическому праву Постоянной палаты третейского суда (Гаага), доктор юридических наук, профессор В. С. Верещетин. Он, в частности, отметил: «Мировая литература по космическому праву насчитывает тысячи наименований. Публикуются специализированные журналы, труды ежегодных международных коллоквиумов по космическому праву, монографии и статьи. Однако среди этого множества научных источников появление учебника по космическому праву остаётся скорее исключением, чем правилом. Поэтому публикация нового учебника по международному космическому праву в нашей стране станет заметным событием и послужит дальнейшему развитию интереса к этой важной области правовой науки и практики». Учебник состоит из 11 глав, в приложении даются тексты международных документов по космическому праву.

Этот учебник был дополнен и переиздан в 2018 г. и сейчас готовится новая версия, 3-е издание по счёту. В учебнике даётся целостное, систематическое изложение всех основных элементов, образующих международное космическое право. Рассматриваются как классические, так и современные проблемы, которые стоят в повестке соответствующих органов ООН и других международных организаций.

В рамках обновлённой программы магистратуры кафедры международного права РУДН международное космическое право с 2019 г. будет преподаваться совместно с международным воздушным правом, учитывая разные юрисдикции и ряд важных пересекаемых международно-правовых аспектов. В этом контексте следует отметить, что кафедрой международного права РУДН издан учебник «Международное воздушное право». Модульная система данной магистерской программы также обеспечивает преподавание отдельных важных аспектов международного космического права в рамках других дисциплин, например, специфики ответственности в международном космическом права в курсе «Ответственность в международном праве».

Также РУДН активно участвует в международных мероприятиях, посвящённых вопросам космоса. Например, в прошлом году (2018) сотрудники кафедры международного права приняли участие в 69-м Международном астронавтическом конгрессе (1–5 октября 2018 г., Бремен, Германия), проводимом Международной астронавтической федерацией, и в Первой конференции ООН по космическому праву и политике (11–13 сентября 2018 г., Москва, Россия), организованной совместно Управлением ООН по космосу, МИД

России и Госкорпорацией «Роскосмос». На этой конференции в рамках секции «Укрепление деятельности по наращиванию потенциала в области космического права и космической политики» было отмечено, что «следует и далее укреплять и поощрять усилия по наращиванию потенциала в области космического права и космической политики, опираясь при этом на учебные программы в университетах и региональных центрах подготовки в области космической науки и техники, связанных с Организацией Объединённых Наций, а также на техническую правовую помощь и другие инструменты и документы». Также была отмечена важность по участию молодого поколения в мероприятиях, проводимых по международному космическому праву.

Так, например, студенты кафедры регулярно представляют Россию на Международном конкурсе по космическому праву им. Манфреда Ляхса, который ежегодно проводит Международный институт космического права (МИКП). Его история берет начало в 1992 году, когда члены Международного института космического права предложили трём университетам США отправить по две команды для участия в имитации судебного разбирательства по вопросам космического права. Событие было приурочено к ежегодному Международному астронавтическому конгрессу. Так был организован Американский региональный раунд. В 1993 году состоялся Европейский региональный раунд, а в 2000 году — Азиатско-Тихоокеанский. В 2010 году в конкурсе приняли участие более 60 университетов из всех стран мира. Конкурс посвящён профессору Ляхсу — судье Международного суда ООН и председателю Юридического подкомитета Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях. Этот польский дипломат и юрист оказал значительное влияние на развитие международного права после Второй мировой войны.

Работа по подготовке к конкурсу начинается в августе каждого года с того, что специалисты в области космического права разрабатывают теоретическую ситуацию в качестве задания для участников. Затем дело публикуется на сайте конкурса (www.iislweb.org), и университетские команды подают заявки на участие в региональных раундах. Регистрация длится до конца января. Зарегистрированные команды обязаны до начала марта предоставить письменные меморандумы, заключающие позицию и истца, и ответчика. По результатам письменных работ отбираются команды для участия в непосредственном устном разбирательстве дела, которое проходит в мае. Каждый региональный этап заканчивается выбором команды-финалиста, которая соревнуется с командами, победившими в двух других региональных раундах. Финальная часть конкурса проводится в октябре. Таким образом, конкурс длится целый год. Победителя выбирают трое действующих судей Международного суда ООН.

Российские команды до 2010 года не участвовали в конкурсе. Профессор Г. П. Жуков инициировал российское участие в этом международном конкурсе, и была сформирована команда от РУДН. С тех пор в рамках Центра ежегодно готовятся студенческие команды для участия в этом престижном международном конкурсе.

Стоит также отметить, что ряд преподавателей кафедры являются индивидуальными членами МИКП, а в 2017 г. РУДН стал первым институциональным членом данного Института из России. Вот уже несколько лет на базе РУДН проходят ежегодные всероссийские встречи членов и сторонников МИКП.

Одним из главных партнёров кафедры международного права РУДН по международному космическому является Международная организация космической связи «Интерспутник». В рамках соглашения, подписанного в 2014 г., РУДН и Интерспутник ведут плодотворное сотрудничество по ряду направлений. Прежде всего, студенты и аспиранты кафедры международного права РУДН проходят

практику в международно-правовой службе Интерспутника, получая ценные теоретические знания и приобретая практические навыки в сфере космического права и других направлений деятельности Интерспутника.

Каждый год в рамках международного конгресса «Блищенковские чтения» проводится специальная секция, посвящённая актуальным правовым вопросам исследования и использования космического пространства, в которой принимают участие молодые учёные и практики, занимающиеся вопросами международного космического права, такими как: ответственность в международном космическом праве, правовой статус космических объектов, международно-правовой режим различных видов космической деятельности, мирное использование космического пространства, а также такими актуальными вопросами на сегодняшний день, как космический туризм, управление космическим движением, добыча, использование и исследование природных ресурсов небесных тел, устойчивость космической деятельности и т. д.

ЗАДАЧИ С АСТРОНОМИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ НА УРОКАХ ФИЗИКИ КАК ЭЛЕМЕНТ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А. Б. Чигасова

Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина,
e-mail: chighasova99@mail.ru

В настоящее время очень актуально космическое образование, включающее в себя ознакомление учащихся с процессом и результатами исследования и освоения космоса [1]. Частично это образование реализуется в курсе астрономии. Знания о Вселенной являются неотъемлемой частью образования современного человека в силу тех необходимых социальных функций, которые осуществляет астрономия на протяжении всей истории человечества, и в которые нынешняя эпоха вносит новые грани. Основные из этих функций: прикладная (в прошлом — разработка методов ориентации во времени и пространстве, в настоящее время — системы навигации, исследование природных ресурсов из космоса, слежение за погодой и т. п.) и общекультурная (определение места и роли человека во Вселенной).

Таким образом, основу космических знаний — как устроена Вселенная, какие законы определяют строение и эволюцию небесных тел, природу небесных тел — учащиеся получают на уроках астрономии. Но для изучения деятельности человека в космосе необходимо также иметь представления и о космических полётах, и о том, что ожидает астронавтов на других планетах и небесных телах, и т. п.

Одним из способов сообщения знаний о космосе и космической деятельности человека на уроках физики могут являться задачи, при решении которых учащиеся самостоятельно определяют различные характеристики небесных объектов (массу, ускорение свободного падения, элементы орбит, расстояния, и т. п.), определяют условия и характеристики движения искусственных небесных тел. Подобные задачи можно найти в учебниках физики, например, в учебнике О. Ф. Кабардина [2]. Так, при изучении темы «Первый закон Ньютона» учащиеся могут определить, во сколько раз масса Луны меньше массы Земли. Кроме того, из условия задачи учащиеся узнают, что «в астрономии массу Луны измерили на основе центростремительных ускорений Земли и Луны при обращении под действием сил гравитационного притяжения с одинаковым периодом обращения T вокруг общего центра масс Земли и Луны» [2]. Полагая, что траектории движения центров Луны и Земли являются окружностями радиусами $R_Л = 377\,753$ км и $R_З = 4635$ км, учащиеся сравнивают ускорения Луны и Земли и определяют соотношения их масс.

При изучении закона всемирного тяготения школьники можно предложить следующую задачу:

«На прямой, соединяющей Солнце и Землю, имеется точка, в которой сила гравитационного притяжения Солнца равна силе притяжения Земли. На каком расстоянии от Земли находится эта точка? Масса Солнца примерно в 333 000 раз больше массы Земли, расстояние от Солнца до Земли 150 000 000 км» [2].

Рассматривая движение тел по окружности, можно предложить для решения следующую задачу:

«Солнце движется по почти круговой орбите вокруг центра Галактики на расстоянии 26000 световых лет от него. Орбитальная скорость составляет около 220 км/с. Вычислите орбитальный период Солнца и центростремительное ускорение» [3]. Применив закон всемирного тяготения, можно оценить массу Галактики.

Приведённые задачи являются информативными, так как из условия учащиеся узнают новые для них сведения о космических объектах.

После изучения темы «Движение тел под действием сил тяжести» целесообразно познакомить школьников с методом определения массы Солнца по известным значениям периода обращения Солнца и расстояния от него до Земли [2]. Полезно отметить, что такой метод используется для определения масс других небесных тел Солнечной системы.

В курсе физики 9-го класса учащиеся знакомятся с понятием «космическая скорость», вычисляют 1-ю и 2-ю космические скорости для Земли. Полезно расширить представления школьников о границах применимости законов физики и предложить им рассчитать космические скорости для Луны, Марса, Солнца, других небесных тел и сделать выводы.

На важность космического образования указывает тот факт, что задачи об искусственных спутниках, небесных телах входят в задания ЕГЭ по физике.

Известно, что первые расчёты скорости света произвёл в 1676 г. Олаф Ремер, анализируя движение спутников Юпитера. Учащиеся могут повторить эти исторические расчёты, решая следующую задачу:

- Промежуток времени между двумя последовательными затмениями спутника Юпитера Ио в течение года изменяется от минимального значения $t_1 = 422821$ до максимального $t_2 = 422851$. Определите по этим данным скорость света [3].

При изучении оптики (11-й класс) целесообразно рассказать ученикам о телескопах и предложить им следующие задачи из учебного пособия [3]:

- Определите максимальное разрешение Большого Канарского телескопа, (диаметр зеркала 10,4 м), работающего в оптическом диапазоне на длине волны $\lambda = 6 \cdot 10$ м.
- Две одинаковые звезды, расстояние между которыми 2 а.е., обращаются вокруг друг друга по круговой орбите. Система удалена от Земли на 200 световых лет и расположена перпендикулярно лучу зрения. Телескоп с зеркалом какого диаметра нужно использовать, чтобы наблюдать эти звёзды как отдельные источники на длине волны $\lambda = 2$ мкм?
- 1,7-метровый телескоп проводит наблюдения небесного объекта в течение 1 часа. При тех же условиях наблюдения какое время потребуется 5,6-метровому телескопу, чтобы выполнить то же самое задание (получить аналогичную фотографию)?
- Определите разрешающую способность космического радиоинтерферометра, работающего в метровом диапазоне длин радиоволн, если одна из антенн находится на Земле, а вторая в космосе на расстоянии 326 000 км от планеты.

Решая эти задачи, школьники получают представление о параметрах телескопов, узнают о принципах интерферометрии в астрономии.

Таким образом, при изучении физики не только можно, но и нужно знакомить учащихся с деятельностью человека по исследованию и освоению космоса. На наш взгляд, прекрасным средством для этого является решение задач с астрономическим и космическим содержанием. При их решении ученики самостоятельно вычисляют некоторые характеристики небесных объектов, оценивают расстояния между небесными телами в космосе, рассчитывают параметры орбит космических аппаратов и другие их характеристики, а также узнают новые для них сведения о космосе, космических аппаратах, телескопах. Они убеждаются, что законы физики, открытые на Земле, работают и в космосе. Возможно, для некоторых учеников решение данных задач окажется стимулом к выбору профессии, связанной с освоением и изучением космоса.

Литература

1. Резолюции конференции «Космическое образование детей: проблемы и перспективы». URL: http://fpvestnik.ru/obrazovanie-i-nauka/rezolyuciya-konferencii-kosmicheskoeobrazovaniedetejj-problemy-i-perspektivy/.
2. *Кабардин О. Ф.* Физика. 9 класс: учебник для общеобразоват. организаций. М.: Просвещение, 2018.
3. *Кондакова Е. В.* Астрофизика. Подготовка к практическим занятиям: учеб. пособие. Елец, 2016.

ОПЫТ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕЖВУЗОВСКИХ СТУДЕНЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

С. А. Чириков[1], **М. Н. Охочинский**[1], **А. Г. Зубов**[2]

[1] Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург, e-mail: a1chs@yandex.ru

[2] Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

Первые эксперименты в направлении организации взаимодействия студентов старших курсов инженерных и творческих специальностей были проведены уже более 15 лет назад.

В 2000–2004 гг. Балтийский государственный технический университет (БГТУ) «Военмех» и Санкт-Петербургская художественно-промышленная академия (ХПА) провели эксперимент, основной задачей которого было подготовить студентов инженерных и творческих и специальностей к совместному решению сложных проектных задач. В ходе эксперимента его участникам удалось:

- разработать учебную модель взаимодействия инженера-конструктора и дизайнера при разработке технически сложных инженерных объектов;
- выработать единые подходы и требования к результатам, получаемым в ходе решения студентами технического и творческого вузов учебно-методических задач курсового и дипломного проектирования на базе учебной модели;
- создать научно-методическую базу, в перспективе позволяющую решать вопросы проектирования и макетной отработки реальных объектов по заказам предприятий промышленности.

Эксперимент проводился на базе профилирующих кафедр вузов-участников — «Ракетостроения» БГТУ «Военмех» и «Промышленного дизайна» ХПА. Научное руководство со стороны БГТУ осуществлялось доцентом М. Н. Охочинским и старшим преподавателем С. А. Чириковым, а со стороны академии — доцентом указанной кафедры В. В. Терешиным. К участию в эксперименте была привлечена группа студентов старших курсов, проходящих обучение на указанных кафедрах (общая численность — 11 человек).

Для дипломных проектов этих студентов выбиралось несколько единых тем, в качестве которых выступали, например, ранцевая индивидуальная реактивная система спасения. Проектирование велось с использованием современных и традиционных инженерных (функциональное описание, математическое моделирование и оптимизация параметров, 3D-CAD-CAM) и дизайнерских методов (объёмное макетирование в материале, использование техники мультмена и графических планшетов).

Следует отметить, что все разработки, выполненные студентами, признаны технически осуществимыми, что было подтверждено независимой экспертизой. Было отмечено соответствие всех объектов проектирования требованиям безопасности, технологичности, эргономики, технической эстетики и дизайна.

К сожалению, весьма перспективные совместные работы БГТУ и ХПА в середине 2000-х были свёрнуты.

Однако полученный практический опыт позволил в дальнейшем развернуть аналогичные совместные работы на базе кафедры «Инженерная графика и дизайн» Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого под общим руководством доцента кафедры А. Г. Зубова.

Среди наиболее интересных следует отметить следующие совместные проекты космической направленности, реализованные в курсовых и дипломных проектах БГТУ и СПБГПУ:

- проект гидрокостюма для спасения космонавтов в случае приводнения спускаемого аппарата космического корабля (исполнители: Н. Астафьев СПБ ГПУ, Г. Чакрян БГТУ);
- проект базового аварийного комплекта беспарашютной доставки грузов (исполнители: А. Богданович СПБ ГПУ, И. Головин БГТУ);
- индивидуальное реактивное средство эвакуации (исполнители: Е. Руотси СПБ ГПУ, Е. Тюрина БГТУ);
- стрелково-сигнальный комплекс космонавта (исполнители: У. Войко СПБ ГПУ, И. Головин БГТУ).

По результатам защиты выпускных квалификационных работ в БГТУ и СПБ ГПУ членами Государственных аттестационных комиссий вузов отмечался высокий научно-технический и дизайнерский уровень выполнения совместных проектов. В частности, большинство участников совместных проектов — выпускников кафедры «Инженерная графика и дизайн» СПБ ГПУ были рекомендованы для вступления в Союз дизайнеров Санкт-Петербурга.

При работе над учебными проектами роли студентов распределялись следующим образом:

- студенты БГТУ отвечали за работоспособность и реализуемость конструктивно-технологических решений совместно разрабатываемого объекта;
- студенты СПБ ГПУ предлагали художественно-конструкторскую концепцию и форму объекта, его цвето-графическое решение, проводили маркетинговую оценку перспективности изделия на рынке.

В течение всего времени работы над проектом в режиме диалога студенты-участники совместной разработки находили компромиссные решения как в части конструкторских, так и художественно-конструкторских решений. Необходимую методическую помощь при выполнении совместных проектов студентами оказывали ведущие преподаватели профильных кафедр БГТУ и СПБ ГПА. Для стимулирования совместной работы студентов для них организовывались посещение профильных организаций и предприятий промышленности, а также специальные занятия со специалистами и преподавателями. В частности выполнение проекта спасательного гидрокостюма космонавта консультировали Главный водолазный специалист Герой Российской Федерации А. Г. Храмов и лётчик-космонавт А. И. Борисенко. А в работе над проектом стрелково-сигнального комплекса космонавта студентам помогали лётчики-космонавты С. К. Крикалев и С. В Авдеев.

Некоторые совместные проекты вышли за рамки чисто теоретических исследований и были реализованы в макетных образцах, изготовленных при непосредственном участии предприятий промышленности. Так проекты нового гидрокостюма для спасения космонавтов и стрелково-сигнальный комплекс космонавта были доведены до макетных образцов и в настоящее время проходят оценочные испытания в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина.

Для консультаций по сложным вопросам создания новых технически сложных объектов на безвозмездной основе привлекались специалисты и сотрудники ведущих научно-исследовательских организаций и предприятий промышленности по профилю разработки.

В проводимых работах было занято более 30 студентов; они участвовали в нескольких конкурсах грантов, организованных Правительством Санкт-Петербурга, Минобрнауки России и РАН (получено более 10 грантов), выступали на ряде международных

и общероссийских научно-технических конференций, опубликовали более 20 работ сборниках трудов этих конференций и различных научных журналах.

Все выпускники-участники совместных проектов в настоящее время трудоустроены, и имеют весьма хорошие карьерные перспективы в профессиональной сфере.

Таким образом, авторскому коллективу преподавателей БГТУ «Военмех» имени Д. Ф. Устинова и СПБ ГПУ Петра Великого в течение ряда лет удалось разработать и практически реализовать методику совместной работы студентов старших курсов вузов инженерного и творческого профиля, в том числе при выполнении проектов ракетно-космической тематики. Как показывает анализ, участие студентов в совместном проекте положительно повлияло на их профессиональную подготовку, обеспечило предпосылки для лучшей адаптации на предприятиях промышленности, обеспечило самореализацию и карьерный рост в соответствующих предметных областях.

СПУТНИК «МАЯК» И ДРУГИЕ ПРОЕКТЫ СООБЩЕСТВА «ТВОЙ СЕКТОР КОСМОСА»

А. Ю. Шаенко

Сообщество «Твой сектор космоса»,
e-mail: ash@your-sector-of-space.org

Спутник «Маяк» [1] — первый российский космический аппарат, созданным методом краудфандинга, был запущен на орбиту 14 июля 2017 г. с космодрома Байконур на ракете-носителе «Союз-2.1а» с разгонным блоком «Фрегат».

Цель проекта заключалась в практический демонстрации возможности создания космического аппарата и запуска его на орбиту группой энтузиастов в современной России. Цель достигнута сообществом «Твой сектор космоса» [2] при поддержке Московского политехнического университета. Запуск был обеспечен компанией «Главкосмос», входящей в государственную корпорацию «Роскосмос».

Кроме того, предполагалось решить ряд технических задач, а именно:

- испытание в реальном полёте аэродинамического тормозного устройства, которое в дальнейшем будет использовано для сведения с орбиты космического мусора;
- мониторинг плотности верхних слоёв атмосферы Земли путём наблюдения эволюции орбиты спутника;
- создание эталонного отражателя для проверки расчётов видимой звёздной величины космических объектов.

Перечисленные задачи остались невыполненными из-за аварии, произошедшей при выведении космического аппарата. Тем не менее, цель проекта была достигнута и спутник, созданный руками энтузиастов, оказался на орбите.

Следует отметить, что космический аппарат «Маяк» послужил примером для Центра научного творчества средней школы № 29 им. П. И. Забродина города Подольска. Преподаватели и ученики школы решили разработать школьный космический телескоп в формате кубсата 3U и обратились за консультациями к сообществу «Твой сектор космоса» [3]. В настоящее время в проекте школьного космического телескопа ведётся разработка полезной нагрузки — оптического телескопа, бортовой цифровой вычислительной машины для обработки данных с полезной нагрузки, а также системы управления ориентацией и стабилизацией.

Литература

1. *Шаенко А. Ю.*, *Белокосков М. С.*, *Лавров М. П.*, *Ефремов Д. И.*, *Александров А. М.* Лётные испытания наноспутника «Маяк» класса cubesat с раскрывающимся солнечным отражателем // Решетневские чтения. 2017. Т. 1. С. 187–188.
2. Сообщество «Твой сектор космоса». URL: https://your-sector-of-space.org/ (дата обращения 29.08.2019).
3. Стартап проекта «Школьный космический телескоп». URL: http://school29.ru/2019/01/21/8711 (дата обращения 29.08.2019).

ОРГАНИЗАЦИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ ЭКИПАЖЕЙ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

А. Ю. Шаклеина, Л. П. Павлова

Научно-исследовательский институт пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии — филиал Федерального испытательного центра питания и биотехнологии
e-mail: cosmpit@gmail.com

Главным разработчиком продуктов для питания космонавтов является Научно-исследовательский институт пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии — филиал Федерального испытательного центра питания и биотехнологии.

При разработке продуктов для питания космонавтов необходимо учитывать особые факторы космического полёта и их воздействие на организм. К таким факторам относятся:

- перегрузки при взлёте и посадке, большая длительность пребывания в невесомости;
- полная автономность, замкнутый объём пространства корабля и станции;
- повышенная радиация;
- регулярная внекорабельная деятельность, опасность разгерметизации, выполнение сложных технологических операций.

Воздействие этих факторов приводит к изменению регуляции физиологических функций, психофизиологической напряжённости, снижению работоспособности и резервных возможностей, нарушению функций клеток и тканей и др. Факторы космического полёта и их воздействие на организм определяют основные требования к продуктам и рационам космического питания, такие как:

- сбалансированность рациона по основным незаменимым нутриентам и биологически активным веществам в соответствии с теорией рационального питания;
- простота в использовании и хранении в космическом аппарате;
- удобство приёма пищи в невесомости и её неприедаемость в течение длительного времени;
- минимальные затраты времени на приготовление блюд и возможность их использования как в горячем, так и в холодном виде;
- хорошая перевариваемость и высокая усвояемость продуктов рациона питания;
- микробиологическая безопасность продуктов в течение всего срока хранения в условиях космического объекта.

Также существует ряд специфических требований к продуктам и рационам питания для космонавтов:

- недопустимость крошливой консистенции, так как плавающие в условиях невесомости в воздушной среде крошки представляют опасность как для человека, так и для приборов и оборудования;
- минимальные вес и объём продуктов при сохранении биологической полноценности, отсутствие несъедобной части;
- соответствие возможностям (по массе и объёму), имеющимся на космическом аппарате для размещения продуктов и рационов;
- упаковка продуктов должна являться и посудой для приготовления и потребления пищи;

- сохранение исходных качеств и безопасности продуктов не менее 15 месяцев при нерегулируемом температурно-влажностном режиме.

Продукты для питания космонавтов представлены в большом ассортименте и их условно можно подразделить на следующие виды:

- термостабилизированные стерилизацией или пастеризацией;
- обезвоженные вакуумной сублимационной или тепловой сушкой;
- с промежуточной влажностью (вяленые фрукты, фруктово-ягодные концентраты);
- натуральные формы (хлеб, печенье, конфеты, орехи);
- различные напитки (за исключением газированных и алкогольных);
- свежие продукты (фрукты и овощи).

Всего разработано в настоящее время около 250 наименований продуктов спецназначения для космонавтов.

Среди людей, недостаточно интересующихся космическим питанием, преобладает мнение, что космонавты до сих пор питаются из туб. Такое мнение не совсем правильное, так как в тубах сейчас поставляется только определённый ассортимент продуктов для дозированного употребления, таких как горчица «Русская», приправа фруктовая «Яблочно-клюквенная», приправа овощная «Соус «Молдова» и мёд натуральный.

Консервированные продукты для питания космонавтов, упакованные в алюминиевые банки, представлены следующими группами:

- закусочные блюда из мяса, птицы, яиц, овощей массой 100 г;
- вторые обеденные блюда (мясо или рыба с гарниром) массой 250 г;
- сыры плавленые массой 100 г;
- десерты фруктово-ягодные массой 100 и 250 г.

Всего таких продуктов около 70 наименований.

Ассортимент продуктов питания космонавтов сублимационной сушки представлен следующими группами:

- салаты и закуски;
- первые обеденные блюда;
- вторые обеденные блюда (мясо или грибы с гарниром);
- каши и гарниры;
- творог с наполнителями;
- десерты.

Всего около 85 наименований.

25 наименований напитков сублимационной и тепловой сушки для космонавтов представляют собой соки фруктово-ягодные и овощные, кисели плодово-ягодные, молоко коровье, чай, кофе, какао.

Для продуктов сублимационной сушки, предназначенных для питания в космосе, специально разработана плёночная упаковка, обеспечивающая хранение продукта, восстановление его на борту горячей или холодной водой и употребление непосредственно из упаковки. Такие спецпакеты снабжены лепестковым клапаном, через который подаётся вода для восстановления продукта из раздаточного устройства на Международной космической станции. Приём пищи осуществляется через приёмный патрубок при её постепенном выдавливании, если это первое блюдо или напиток, либо с помощью ложки или вилки с длинными черенками, если это второе блюдо, гарнир, закуска, творог или каша.

Снековая продукция для космонавтов представлена следующими группами:

• кондитерские изделия (мармелад, карамель, ирис, печенье);
• фруктово-ягодные концентраты;
• вяленые фрукты;
• орехи;
• брикетированный творог.

Всего 25 наименований.

Хлебные изделия представлены в следующем ассортименте:
• хлеб ржаной московский;
• хлеб столовый;
• хлеб бородинский;
• хлеб пшеничный сдобный;
• коврижка медовая;
• хлеб пшенично-ржаной;
• гренки.

Всего 7 наименований.

Хлебные изделия имеют вид буханочек по 4,5 г «на один укус», неразрезанных и уложенных в порцию по 10 шт.

Из свежих фруктов и овощей для космонавтов поставляются яблоки, апельсины, мандарины, грейпфруты, лимоны, томаты, лук репчатый, чеснок. Разработанные методы санитарно-гигиенической обработки и упаковки свежих фруктов и овощей обеспечивают гарантийный срок хранения их в условиях повышенных температур до 30-ти суток, а томаты до 40-ка суток.

Продукты спецназначения в большом ассортименте производятся в цехе космического питания на Бирюлёвском экспериментальном заводе, который находится в посёлке Измайлово Московской области. Хлебные изделия спецназначения готовятся в производственно-экспериментальном цехе института хлебопекарной промышленности. Сыры плавленые спецназначения выпускает Московский завод плавленых сыров «Карат». Все продукты производятся по технической документации, разработанной Научно-исследовательским институтом пищеконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии — филиалом ФИЦ питания и биотехнологии. Комплектование рационов питания космонавтов и укладка их в контейнеры осуществляется также на Бирюлёвском заводе. Затем контейнеры направляются в ракетно-космическую корпорацию «Энергия» для отправки на Байконур, откуда они полетят на МКС.

В настоящее время 16-суточный рацион питания для российских членов экипажей МКС состоит из двух частей — основной (базовой) и дополнительной. Основная часть насчитывает 2000 ккал. Она комплектуется из продуктов спецназначения, разработанных специально для питания в условиях космического полёта, обеспечивает три основных приёма пищи, является одинаковой для всех, содержит 140 наименований продуктов. Дополнительная часть насчитывает 1000 ккал. Она формируется с учётом индивидуальных вкусов космонавтов как из продуктов спецназначения, так и из продуктов промышленного производства.

Столовые приборы и приспособления для вскрытия упаковок и приёма пищи мало чем отличаются от приборов, используемых на земле. Так, для вскрытия консервных банок у космонавтов есть консервный нож, для вскрытия спецпакетов — ножницы, а для употребления пищи — ложка и вилка с удлинёнными черенками. А специальное устройство для разогрева банок позволяет космонавтам употреблять консервы в горячем виде.

«ГАГАРИНСКИЕ ДНИ. ПРОЕКТ В ШКОЛЕ — ПРОСТО О СЛОЖНОМ». К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ СОВЕТСКОГО ЛЁТЧИКА-КОСМОНАВТА ЮРИЯ АЛЕКСЕЕВИЧА ГАГАРИНА (1934–1968)

В. В. Шалункова

Региональная инновационная площадка МО «Международная платформа «Космос доступен каждому», руководитель
Школьный музей «История космонавтики», руководитель, педагог дополнительного образования
Средняя общеобразовательная школа № 18, Красногорск, Московская обл., e-mail: vshalunkov@mail.ru

Актуальность проекта «Гагаринские Дни»

В 2018 году Средняя общеобразовательная школа № 18 городского округа Красногорск был присвоен статус «Региональной Инновационной площадки Московской области «Космос доступен каждому». За неполные четыре года работы школы, проекты космической направленности трижды становились лауреатами Премии Губернатора МО «Наше Подмосковье» (2016, 2017, 2018) участниками Всероссийского форума «ПроеКТОрия», победителями и участниками международных конкурсов и фестивалей. В школе работает музей «История космонавтики», действует патриотическое и волонтёрское объединение «Энергия»; преподаётся курс «История космонавтики», апробируются новые урочной и внеурочной деятельности форматы: «Урок в музее», «Бинарный урок».

Школьный музей космонавтики, созданный для детей и руками детей, стал отправной точкой в формировании интереса к космической тематике у детей, педагогического коллектива, сообщества родителей. Образовательные проекты на его базе со дня открытия школы стали площадкой инновационной деятельности и неотъемлемой частью образовательного пространства школы, способствующей личностному росту и социализации каждого учащегося. Космическая тема волнует детей, она пробуждает в них лучшие романтические настроения, формирует чувство патриотизма и, конечно, мотивирует к изучению научно-технических дисциплин, ориентирует в выборе будущей профессии.

Школа активно взаимодействует с ведущими предприятиями космической отрасли, российскими и иностранными музеями космонавтики, Центром подготовки космонавтов, Федерацией космонавтики России, ветеранами космической отрасли и с действующими космонавтами, общественными организациями и организациями, занимающимися международными проектами в сфере образования.

В результате планомерной работы коллектив школы перешёл от разовых мероприятий космической тематики к проектам, протяжённых во времени, связанных в единую систему и вовлекающих в свою работу максимальное число участников: как самих учеников, так и стейкхолдеров школы (родители, общественные организации, органы местного самоуправления, молодёжные организации). «Гагаринские Дни» в школе — это не только Дни Памяти, но и точки роста мотивации учащихся к освоению знаний, главного инструмента для воплощения космической мечты на практике.

Цели проекта

1. Социально-культурная: содействие социальной и культурной интеграции молодого поколения в современном мультикультурном сообществе; вовлечение молодёжи в волонтёрскую деятельность и международные отношения.
2. Образовательная: развитие интеллектуального потенциала обучающихся через внедрение в школе нестандартных, иннова-

ционных форм внеурочной деятельности и широкий спектр дополнительный образовательных программ.
3. Личностная: формирование осознанного стремления каждого ребёнка к личностному росту.
4. Профориентационная: возродить интерес школьников к техническим профессиям и космонавтике в целом.

Дальнейшая апробация на базе действующего в школе патриотического объединения «Энергия» концепта патриотического направления «Юнком» («Юные космонавты»), с целью предложения к рассмотрению направления «Космонавтика» в качестве целостного направления в патриотическом воспитании школьников.

Запуск музейного проекта по созданию единой внутришкольной музейной сети (создание филиалов школьного музея на базе классов, включённых в деятельность патриотического объединения «Энергия»).

Активизация деятельности школьного ЦУП (Центр управления проектами) в рамках реализации целей и задач РИП (Региональная инновационная площадка МО «Международная платформа «Космос доступен каждому»).

Ожидаемые результаты проекта

1. Выработка механизма оптимального взаимодействия с организациями и общественными объединениями, находящихся в зоне единого взаимодействия со школой. Расширение партнёрских связей школы.
2. Повышение результативности уже существующих и новых проектов: музейных «История космонавтики» и «Музейный школьная сеть» патриотическое объединение «Энергия» (старший и младший состав, «Школьный пресс-центр», «Школьный ЦУП», волонтёрский проект «Энергия Добра», эко-движения «Чистая планета» («Раздельный сбор», «Эко-двор»).
3. Проведение обучающих мастер-классов для других школ.
4. Увеличение количества учащихся, вовлечённых в школьную кружковую и внеурочной деятельность, в работу социальной направленности.
5. Увеличение количества участников, победителей и призеров в различных соревнованиях и конкурсах.
6. Составление методических рекомендаций по масштабированию проекта.

Ожидаемые эффекты проекта

- улучшение организации взаимодействия детей разного возраста в учебной и внеучебной деятельности, осознание успешности каждого участника образовательного процесса;
- повышение уровня востребованных компетенций: способность анализировать информацию и принимать решения, умение работать в команде. Это поможет каждому в выборе профессии, предоставит возможность в будущем стать успешными специалистами;
- повышение престижа инженерных и научных профессий в глазах учащихся и родительского социума;
- улучшение в школе психолого-педагогического климата между всеми участниками педагогического процесса; создание атмосферы свободы, ненасильственной развивающей среды, личностно-ориентированный подход ко всем участникам образовательного процесса;
- формирование имиджа школы, рост её популярности и привлекательности, общественного признания;
- рост степени удовлетворённости родительской общественности деятельностью школы.

Основные этапы реализации проекта

«Гагаринский день» в Школе № 18

В рамках мероприятия «Гагаринский день» состоялась торжественная церемония принятия группы школьников в младший отряд патриотического и волонтёрского объединения «Энергия» с участием гостя школы, Героя Российской Федерации, лётчика-космонавта Александра Юрьевича Калери, совершившего 5 полётов общей продолжительностью 769 суток. В торжественной обстановке была зачитана клятва «Юных космонавтов» и вручена командная экипировка. Экипажи «Восток» и «Восход» — подрастающая смена юных исследователей, музейщиков и волонтёров в Школе № 18 начинает свой путь.

Гостям и участникам «Гагаринского Дня» был анонсирован новый формат музейной работы в школе — единая музейная сеть в рамках одной образовательной организации. Два филиала школьного музея «История космонавтики» распахнули свои двери. Это экспозиции, которые смогли собрать экипажи «новобранцев» команды «Энергия»: «Первый отряд космонавтов» и «Наши космонавты» (Космонавты — гости Школы № 18).

Участником «Гагаринского Дня» стала команда общественного объединения UNITY — организатор с российской стороны уникального международного проекта «Скафандр».» Скафандр Победа», созданный из 180 заветных желаний онкологических пациентов в 10 госпиталях в России и США побывал в 2018 году на МКС, экспедиция 53/54. Волонтёры UNITY не только доверили школьному музею экспонирование уникального Скафандра «Победа», познакомили с благотворительными проектами команды, но и провели совместно со школьным объединением «Энергия» уникальный масштабный художественный мастер-класс по «Арт-ракетостроению» для младших школьников. Вместе со 150 детьми и учителями в школе был создан настоящий арт-космодром. Герой России, лётчик-космонавт Александр Калери отметил, что «...экипаж учащихся и учителей справились с заданной программой на „отлично“». Все ракеты «выведены» на высокохудожественный уровень.

В рамках мероприятия «Гагаринский день» широкой общественности была представлена следующая инициатива школы — реализовать на практике программу по созданию в Подмосковье единого Движения школьников «Юнком» («Юные космонавты») для детей, увлечённых космонавтикой, объединяющего в рамках своей деятельности работу школьных музеев космонавтики, технических школьных центров (кружков), проектов патриотической, волонтёрской и здоровьесберегающей направленности. Символическим знаком начала работы на пути к успешной реализации проекта в жизнь, все почётные гости стали участниками флешмоба «Рисуем эмблему ЮНКОМ вместе».

Волонтёрский фестиваль «Пора в космос» на ВДНХ (Москва) 12–13 апреля 2019 г.

Участие коллектива Школы № 18 в качестве партнёрской организации в волонтёрском фестивале «Пора в космос» на ВДНХ (Москва), организатором которого является партнёрская организация школы — Ассоциация Музеев космонавтики (АМКОС, руководитель Герой Советского Союза, лётчик-космонавт — Джанибеков В. А.) выводит за стены школы. Впервые школа вышла из роли только участника и выступает в качестве соорганизатора и координатора мероприятия регионального уровня. предприятий.

Являясь партнёрской организаций фестиваля, школой были приглашены к участию в фестивале и совместно координируются площадки фестиваля со следующими организациями:

- ООО «Лоретт» — инженерная компания, резидент инновационного центра «Сколково», разработчик «Лабораторного комплекса спутникового мониторинга»;

- Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Дедовская школа-интернат для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья» городской округ Истра Московской области;
- Общественное движение UNITY;
- Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр двойных технологий «Союз».

Продолжением «Гагаринского дня» в школе, становится сотрудничество с инженерной компанией «Лоретт». Цикл вводных лекций по геоинформационным технологиям, включение старшеклассников во Всероссийский инженерный конкурс «Создаём станцию приёма информации с метеорологических спутников в L диапазоне своими руками» предшествовали совместному участию школы и компании «Лоретт» на площадке фестиваля «Пора в космос». Лабораторный комплекс приёма данных с метеоспутников «Лентикулярис» предназначен для приёма, демодуляции, декодирования, регистрации и обработки цифровой информации, передаваемой с метеорологических искусственных спутников Земли, который развернут в совместной «зоне ответственности» компании и школы. Общая работа учащихся и сотрудников компании обеспечивает приём изображений со спутников в радиусе до 400 км от места установки и автоматическую запись файлов данных на диск компьютера. Работа на стенде совместно с компанией «Лоретт» это возможность на практике освоить ряд компетенций космической отрасли и гидрометеорологического обеспечения.

Масштабное событие в рамках фестиваля — флэш-моб под руководством объединения UNITY и участии волонтёрской группы школьного объединения «Энергия» по строительству космических моделей из картона для воспитанников «Дедовского школы-интерната для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья» городского округа Истра Московской области и пациентов детских онкологических клиник Москвы. Проведённое в школе ранее мероприятие, получает традиционный для проектов нашей школы посыл — «Космос доступен каждому», а участие французского композитора Дидье Маруани (*фр.* Didier Marouani) делает фестиваль для каждого участника незабываемым событием жизни. (В 2015 году лидер группы «Спэйс» побывал в космическом музее в Школе № 18, и с радостью принял приглашение школы и объединения UNITY, поддержать участие школьников в фестивале на ВДНХ.) В исполнении французского композитора и школьников — музыкантов исполняются композиции собственного сочинения для всех гостей фестиваля.

На площадках фестиваля, в очередной раз, реализуются потенциал музейного и волонтёрского проекта школьного объединения «Энергия» — проект «Поехали». Каждый выезд экспозиции школьного музея, по сути, отдельно взятый проект. Площадками экспонирования музея становились не раз: площадки сторонних организаций, образовательных учреждений и, даже, открытая площадка церемонии награждения победителей Премии Губернатора МО «Наше Подмосковье». Выезд музея предполагает решение комплекса вопросов. Первый из них — транспортный. В условиях отсутствия собственного транспорта у школы, единственным средством решения этого вопроса является взаимодействие с партнёрскими организациями, либо поиск спонсорских средств. Актив музея прорабатывает план будущей экспозиции, распределяет роли участников (определяются ответственные лица за: демонтаж, монтаж, техническое обслуживание, отгрузка\погрузка, экскурсионная работа, подготовка анимационных программ).

Особую ответственность на коллектив музея налагает то, что уникальный экспонат «Скафандр «Победа», включён в школьную экспозицию, что предполагает не только организацию его транспортировки

из школы на ВДНХ, но и подготовку отдельной экскурсии силами школьных музейщиков. Тоже относится к экспонатам Ассоциации Музеев Космонавтики (АМКОС), которая доверяет экспонирование своей коллекции космической экипировки и документов музею школы. В рамках работы фестиваля ценные экспонаты АМКОС, в очередной раз, «окружены вниманием» красногорцев и становятся частью экспозиции школьного музея «История космонавтики».

Участие в выше перечисленных блоках фестиваля дополняется включением большого числа учащихся в торжественном параде участников фестиваля по территории ВДНХ, посвящённому «Дню авиации и космонавтики». Наряду с красногорцами, участники праздничного прохода и торжественного митинга являются: космонавты, представители отрасли, ассоциации, музейные сообщества, студенты, московские школьники, волонтёры.

Все события фестиваля освещаются корреспондентами школьного СМИ. Их работа — пример активного включения элементов медиаобразования в образовательную среду и внеурочную деятельность. Работа школьной газеты «Планета 18» демонстрирует реальные возможности информационных технологий, внедрённых в канву проектной деятельности в школе.

Заключительный этап

Подведение итогов важная часть любого проекта. Материалы «Гагаринских дней» будут проанализированы и систематизированы. Определяются активные участники, как в ученическом коллективе, так и в педагогическом и родительском сообществе. Производятся публикации в социальных сетях, на сайте школы. Составляются методические рекомендации по реализации подобных проектов в других образовательных организациях, материал подается на рассмотрении местных СМИ в рамках работы Региональной Инновационной Площадки «реализации платформы «Космос доступен каждому».

Анализ эффективности проводится через критерии и соответствующие им показатели. Каждый критерий — это совокупность отдельных показателей, отражающих те или иные признаки, конкретные характеристики того или иного вида деятельности, количественно — качественные параметры достигнутых в процессе её осуществления результатов. Педагогический опыт будет обобщён в виде составления Методических рекомендаций по эффективному внедрению инновационных курсов.

Заключение

Сегодня как никогда важно возродить интерес детей к инженерно-техническому направлению, вернуть романтику освоения неизведанного и покорения новых вершин. Универсальным ключом к решению этой задачи Школы № 18 стала тема Космоса. Через космическую тематику, как в урочной, так и во внеурочной деятельности, у детей формируется осознанный интерес к образованию, происходит социальная и культурная интеграции молодого поколения в современном мультикультурном сообществе.

В год 85-летия первого космонавта планеты ключевым понятиями проекта «Гагаринские Дни» стали педагогического коллектива школы стали:

- личностно-ориентированная образовательная среда;
- самомотивация и умение работать в команде;
- научно-технический прогресс и профориентация;
- патриотическое воспитание и волонтёрство;
- мультикультурализм.

«Гагаринские дни» в Школе № 18 стали успешным проектом, в рамках которого удалось реализовать актуальные для любого образовательного учреждения направления деятельности: волонтёрство

(движение «Энергия добра»), международный компонент, музейные, театральные практики, различные виды проектной деятельности. Участие в мероприятиях проекта обогатили их участников, как эмоционально, так и позволили получить неоценимый опыт; новые компетенции.

Реализация подобных проектов на практике, позволяет школе получить опыт социальных практик, организует духовно-нравственное воспитание школьников. Участие в региональных проектах поднимает значимость школьных проектов на новую высоту, делает их все более привлекательными и значимыми, как для учеников, так и для стейкхолдеров школы (родителей, общественных и государственных организаций).

ДИСТАНЦИОННАЯ РАБОТА ПО АСТРОНОМИИ СО ШКОЛЬНИКАМИ

Н. Е. Шатовская

Школа № 179, Москва
Дворец творчества детей и молодёжи, Балашиха, Московская обл.
e-mail: shatovskaya@gmail.com

Дистанционные технологии применяются в образовании почти двадцать лет. Накоплен обширный опыт, используются разные форматы и различные технические платформы. Есть информационные сайты, посвящённые астрономии и астрономическому образованию, интерактивные учебники и электронные задачники, проводятся дистанционные этапы олимпиад (онлайн и оффлайн), создаются учебные курсы на платформах edX и Moodle, используются социальные сети.

Как любое учебное средство, дистанционные технологии не являются универсальными, они имеют свою сферу применения, им присущи как достоинства, так и недостатки. К числу достоинств следует отнести собственно дистанционность (ученика и учителя могут разделять тысячи километров), мобильность (учебные материалы в электронном формате легко создавать и редактировать) и оперативность (информация распространяется за несколько минут, что облегчает взаимодействие). Кроме того, при повсеместном развитии интернета эти технологии дешевеют и становятся общедоступными.

Недостатки дистанционных технологий тоже уже осознаны многими специалистами. Прежде всего, далеко не всякий ребёнок может учиться дистанционно, когда учитель не находится рядом. И не всякий материал может изучаться по сети. У ученика могут возникать затруднения, когда знания, полученные дистанционно, требуется применить «в реале». Кроме того, простота и доступность технологий при отсутствии должного контроля и экспертной оценки привели к появлению большого числа псевдоучебных проектов сомнительного качества. (Особенно расплодились дистанционные курсы повышения квалификации для учителей, фактически торгующие сертификатами. А подчас в сети и вовсе орудуют мошенники). Сегодня, прежде чем порекомендовать ученикам какие-то сетевые ресурсы и дистанционные проекты, учитель вынужден сам становиться экспертом, анализировать их и выбирать лучшее.

В условиях информационного бума главной проблемой оказывается методическое освоение новых технологий. Технологии развиваются так быстро, что преподаватели, владеющие методикой, не успевают их осваивать. А IT-специалисты (Information Technology), создающие новые технические возможности, не знакомы ни с содержательным, ни с деятельностным аспектом образовательного процесса. Поэтому при обилии разнообразных дистанционных ресурсов принципиально новые методические идеи встречаются нечасто.

Автор этой статьи не является IT-специалистом и владеет некоторыми дистанционными технологиями исключительно как пользователь. Однако за семь лет активной работы с учащимися через сеть у меня сформировалось своё видение путей решения обозначенной выше проблемы. Дистанционные технологии — это новое учебное средство, но остаются прежними и цели образовательного процесса, и роль учителя как организатора учебной деятельности. Поэтому при методическом освоении технологий нужно понимать их не как замену очного образовательного процесса, а как его дополнение. Дистанционные проекты должны улучшать астрономическое образование школьников «в реале», создавая для него принципиально новые возможности. Ниже я описываю три дистанционных проекта, направленные на развитие астрономического образования школьников.

***

Заочная астрономическая школа (ЗАШ) Центра развития электронных образовательных ресурсов (ЦРЭОР) Московского государственного университета имени М.В, Ломоносова (МГУ) была создана группой учителей-энтузиастов в 2012 году при поддержке старейшего методиста, автора учебника астрономии для профильных классов, профессора Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова А. В. Засова. ЗАШ успешно функционирует уже семь лет, её курсы освоили около ста старшеклассников. Систематический курс астрономии реализован на платформе Moodle и состоит из теоретических параграфов, тренировочных тестов, практических заданий и тематических подборок задач. Каждый ученик прикрепляется к преподавателю, который помогает ему при выполнении заданий. Хотя в последнее время стали появляться другие дистанционные курсы по астрономии, ни один из них не предполагает такого взаимодействия. Например, работающий в рамках того же ЦРЭОР курс В. Г. Сурдина состоит из теории и автоматических тестов; курс задуман как популяризаторский, адресован широкому кругу пользователей и не ставит целью глубокое освоение материала, постановку навыков решения задач и т. п. Тогда как преподаватели ЗАШ работают с каждым учеников индивидуально, выявляют способных школьников в регионах, где не организована подготовка по нашему профилю, и помогают им проявить себя. Освоить наши курсы могут только целеустремлённые ребята, готовые заниматься по нескольку часов в неделю, и мы каждый год видим знакомые фамилии в протоколах различных олимпиад.

Как же ЗАШ способствует улучшению астрономического образования «в реале»? Во-первых, показывать свои знания ученик Школы будет на очных олимпиадах, улучшая статистику своего региона. Во-вторых, появление конкурентоспособных участников мотивирует местных чиновников уделять внимание развитию нашего профиля. В-третьих и в-главных: техническая платформа ЗАШ позволяет местному активисту, организующему подготовку к астрономическим олимпиадам, дистанционно работать с учениками из своего же региона по готовым материалам, что существенно снижает трудозатраты, расширяет охват и гарантирует такому активисту успех.

Познакомиться с Заочной астрономической школой можно на сайте Центра развития электронных образовательных ресурсов МГУ (https://distant.msu.ru/, пройдите по ссылке «Общеобразовательные курсы по всем направлениям от факультетов МГУ»). Мы приглашаем коллег подключиться к нашей работе. Квалифицированный преподаватель, желающий развивать астрономическое образование в своём регионе, может работать по готовым материалам либо создать собственный курс. Обращаться по этим вопросам следует к автору статьи — координатору ЗАШ.

***

С 2016 года автор этой статьи с помощью студентов — своих выпускников — реализует другой необычный проект. Хотя используется та же платформа Moodle, формат совершенно другой: открытый дистанционный интеллектуально-творческий марафон. Весной 2019 года марафон проходил уже в третий раз; он назывался «Луна-2019» и был посвящён 50-летию высадки человека на Луну.

Разрабатывая новый формат соревнования, мы стремились уйти от олимпиадных стереотипов. Традиционная олимпиада предлагает участникам определённого возраста одинаковый набор обязательных заданий и только один вид деятельности — очное индивидуальное решение задач. Главное отличие марафона: участник сам выбирает номинации, в которых он будет участвовать, а также уровень сложности внутри номинаций; разрешается выполнять задания не только своего, но и более старшего возраста.

Марафон «Луна-2019» содержал десять номинаций, и все они были так или иначе связаны с Луной. При этом содержание и форма заданий были максимально разнообразны: литературный и художественный конкурс, культурологическая викторина, практические задания, тесты по астрономии и космонавтике, а также классические олимпиадные задачи. Благодаря такому многообразию проект привлёк самых разных ребят; в марафоне 2019 года участвовали 234 школьника из 21 региона, приславшие в общей сложности 577 работ. Выступив в одной номинации, участник пробовал свои силы в других. Задания выкладывались на сайт постепенно, с интервалом в несколько дней, и, как на любом марафоне, участнику засчитывались все выполненные задания. Результаты подводились по номинациям, с учётом возраста участника, а также по «многоборью».

Самые младшие участники марафона «Луна-2019» рисовали свой «портрет» Луны на основе контурной лунной карты, ученики средних классов составляли тематические кроссворды. Тесты и задачи предлагались ребятам от 4-го класса и старше. А вот отчёты о наблюдениях и творческие работы принимались от участников всех возрастов.

Тестовые номинации были наиболее популярны, поскольку требовали от участников минимальных затрат времени. Впрочем, «тесты» — неудачное название, у нас были скорее «квесты». Например, в номинации «Космотест» участник должен был найти ответы на десять вопросов по истории космонавтики. Разрешалось использовать любые источники информации, но и вопросы были не самые простые. В номинации «Лунные горизонты» требовалось применить свои знания о Луне, её движении и затмениях, анализируя фотографии. Здесь, наоборот, готовых ответов в сети не было и не могло быть, требовалось размышлять. То есть на одном и том же программном шаблоне были построены две разные номинации.

Мы считаем важным привлечь внимание подрастающего поколения не только к астрономии и космонавтике, но и к истории науки и культурному наследию. Луна — благодатная в этом отношении тема. Обилие произведений живописи, поэзии, мифологии позволило составить оригинальные задания культурологической викторины. Традиционна для наших марафонов и номинация «Изобретатели ситуаций»: участники должны сочинить продолжение научно-фантастического рассказа, завязка которого приведена в задании. Цель номинации — заинтересовать современных школьников жанром научной фантастики: завязки заимствуются из настоящих произведений, а по окончании конкурса публикуются и лучшие из работ участников, и ссылки на источники сюжетов.

Как влияют наши дистанционные марафоны на астрономическое образование «в реале»? Прежде всего интересующиеся космосом дети проявляют себя уже в начальной школе. Вокруг марафонов формируется постоянный состав участников, круг заинтересованных родителей, и, главное — учителей. Для учителя наш марафон — это готовое тематическое мероприятие, которое мотивирует школьников изучать астрономию и не требует от педагога затрат времени и труда.

Подробнее узнать о последнем нашем марафоне, познакомиться с заданиями и лучшими работами участников можно на сайте https://open.179.ru

***

Два приведённых выше примера показывают, что дистанционные учебные проекты по астрономии и космонавтике могут быть разными по целям, содержанию, форме и стилю. Заочная астрономическая школа, где обучаются несколько десятков старшеклассников — проект чисто учебный и полностью соответствует названию «школа». Интеллектуально-творческий марафон, наоборот, мероприятие фестивального типа — массовое, яркое и весёлое. Переход к более массовым формам, к широкому возрастному диапазону и разнообразию

тематики можно рассматривать как этап развития дистанционного астрономического образования школьников.

Следующим этапом, как мы полагаем, должно стать создание интерактивной учебной среды — постоянно действующего сетевого ресурса, где школьник мог бы изучать астрономию на доступном ему уровне и общаться с такими же заинтересованными ребятами и взрослыми. Попытка такого рода была предпринята нами на сайте http://astrodistant.ru, где с 2016 года осуществляется дистанционная поддержка очных кружковых занятий и проводятся интеллектуальные соревнования.

В 2019 году проект получил дополнительный импульс к развитию, связанный с переходом на новую программу всероссийской олимпиады по астрономии. Необходимо пояснить, что в методическом плане астрономия для школьников много лет развивалась как предмет дополнительного образования, а систематический курс высокого уровня создавался исключительно для участников интеллектуальных соревнований. Новая версия программы — впервые в истории олимпиады — построена по диагонально-уровневому принципу, благодаря чему появилась возможность использовать программу олимпиады как основу массового учебного курса. Наиболее важной задачей в этом направлении является организация самого массового тура олимпиады — школьного этапа ВсОШ (Всероссийская олимпиада школьников) — как доступного, краткосрочного и при этом интенсивного учебного модуля.

В августе 2019 года на сайте astrodistant.ru появился новый курс под названием «Астростарт». У него два принципиальных отличия от прежних разработок. Во-первых, он воспроизводит уровнево-диагональную структуру программы олимпиады, что позволяет школьнику любого возраста подготовиться к школьному этапу ВсОШ «с нуля». Во-вторых, он состоит из большого числа обучающих тестов, охватывающих все разделы программы, благодаря чему ученик может осваивать курс самостоятельно и в своём темпе. Выполняя задания, ученик осознаёт, есть ли у него устойчивый интерес к предмету и готов ли он изучать астрономию на более высоком уровне. На курс уже записались несколько десятков учеников; статистика курса позволяет судить о доступности материала для учащихся и при необходимости оперативно вносить изменения в задания. Учащимся, успешно осваивающим курс «Астростарт», будет предложена специализированная подготовка по предмету на уже существующих ресурсах.

При создании интерактивной учебной среды необходимо позаботиться и о поддержке важной части астрономического образования — практики. Подавляющее большинство учебных дистанционных курсов предлагает слушателям теорию и тесты, иногда задачи, а практические навыки «в реале» учащиеся вынуждены осваивать самостоятельно. Научиться наблюдениям без наставника нелегко, но если помочь ученику освоить простейшие приёмы и выработать главное качество наблюдателя — привычку смотреть на небо, — он сможет дальше продвигаться самостоятельно. Такой формат обучения доступен школьникам от 7-го класса и старше.

Для достижения этой цели на сайте astrodistant.ru планируется создание отдельного раздела под рабочим названием «Астротурнир-online». В этом разделе будут размещаться несложные наблюдательные задания для невооружённого глаза или простейших приборов, привязанные к текущим астрономическим событиям (по 1–2 в месяц). Подключиться к проекту школьник сможет в любой момент и с любого текущего задания. А мотивом для систематической работы станет соревнование с такими же начинающими астрономами. К определённому сроку ученики будут присылать отчёты, появится рейтинг, лучшие работы будут публиковаться. Потренировавшись, начинающие наблюдатели смогут выполнять более сложные, исследовательские

задания — вроде тех, которые предлагаются на астрономическом турнире школьников. Результатом проекта «Астротурнир-online», помимо формирования практических навыков у учеников, стало бы появление новых турнирных команд. (Собственно, сама идея появилась у активистов очного астротурнира и была одобрена на турнире 2019 года его постоянными участниками из Москвы и Казани). Новый дистанционный проект был бы полезен «в реале» не только ученикам, но и начинающим астропедагогам, так как предоставлял бы им готовые материалы для обучения наблюдениям «с нуля».

Мы будем рады, если к нашему новому проекту подключатся коллеги.

ОРБИТАЛЬНАЯ ФОТОГРАММЕТРИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ В КАЗАНСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ (РЕЗУЛЬТАТЫ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ)

М. И. Шпекин, В. М. Безменов

Казанский федеральный университет, e-mail: MichaelS1@yandex.ru

В докладе представлен анализ становления и развития методов орбитальной фотограмметрии в учебном процессе и научных исследованиях института физики Казанского федерального университета за период 1974–2019 гг.

Наши первые шаги в области орбитальной фотограмметрии были сделаны, когда по заказу ИКИ АН СССР в Казанском университете под руководством профессора А. А. Нефедьева были выполнены измерения и анализ топографии обратной стороны Луны по снимкам, впервые доставленным на Землю космическими кораблями «Зонд-6» (1968) и «Зонд-8» (1970). Как известно, эксперимент по орбитальной съёмке обратной стороны Луны, научная программа которого была разработана профессором Московском государственном университете геодезии и картографии (МИИГАиК) Б. Н. Родионовым, привёл к открытию на Луне большой ранее неизвестной низменности [1]. Наиболее точный высотный профиль этой низменности, названной авторами «Низменность Юго-Западная» был построен нами по снимкам космического аппарата (КА) «Зонд-8» [2]. Описанные результаты послужили толчком к более детальному изучению низменности на обратной стороне Луны. В 1971 году наличие низменности подтвердили измерения лазерным высотомером с орбиты КК «Аполлон-15». К изучению обнаруженной низменности активно подключились учёные отдела физики Луны и планет Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга (ГАИШ), а также зарубежные исследователи. В результате оказалось, что низменность открытая

по снимкам «Зонда-6», представляет собой центральную часть обширного многокольцевого ударного бассейна, который получил современное название бассейн «Южный Полюс – Эйткен» [3, 4].

Весьма полезным оказался наш опыт, связанный с обработкой материалов съёмки Земли, выполняемой с борта пилотируемой орбитальной станции «Салют». Разработка компьютерных программ для анализа снимков Земли выполнялась в Казанском государственном университете имени В. И. Ульянова-Ленина (КГУ) (КГУ был переименован в Казанский федеральный университет в 2010 году) по заказу московского института Московского института инженеров землеустройства (ныне Государственный университет по землеустройству). Генеральным заказчиком был Госцентр «Природа», а обработка снимков Земли с орбитальной станции «Салют» проводилась с целью создания районных сельскохозяйственных фотокарт. Основные результаты представлены в научно-техническом отчёте [5].

Опыт исследований Луны по снимкам советских кораблей серии «Зонд» послужил основой для подготовки новой учебной дисциплины «Космическая фотограмметрия», которая впервые была включена в учебную программу кафедры астрономии КГУ и читалась автором этих строк в течение нескольких лет, начиная с 1979 г.

Любопытно также заметить, что сама дисциплина «Космическая фотограмметрия» была в значительной мере рождена благодаря исследованиям Луны, поскольку в период её становления орбитальная съёмка Земли вместе с точными координатами на её поверхности относились в основном к закрытой тематике.

Материалы орбитальной съёмки «Зондов» активно использовались одновременно в учебном процессе, а также для изучения лун-

ной поверхности. Так, например, была построена фотограмметрическая сеть лунных координат в краевой зоне Луны в районе моря Восточного [6]. Исследована топография названного региона, построены высотные профили сечения бассейна Восточный [10–12]. Серия работ была посвящена исследованию кратера Эйткен на обратной стороне Луны [13–15]. Исследования в области селенодезии были выполнены с применением методов проективной геометрии [23] и робастного анализа [24].

Перечисленные результаты позволили авторам обратиться к анализу материалов орбитальной съёмки, выполненной экипажами космических кораблей «Аполлон». На первых порах это были эпизодические пробные измерения, поскольку доступ к материалам названной съёмки был весьма ограничен. Ситуация изменилась, когда в 2008 году снимки кораблей «Аполлон» начали оцифровывать и публиковать в открытом доступе на сайте университета Аризоны. В этот же период нам удалось получить грант РФФИ, что послужило стимулом к оцифровке снимков кораблей «Зонд». Благодаря созданию цифровой версии снимков «Зондов» и «Аполлонов» эти две лунные миссии получили по сути дела вторую жизнь.

Оцифрованные снимки, оригиналы которых были доставлены с окололунных орбит, открыли новые возможности. Во-первых, к анализу снимков стали привлекать компьютерные технологии, тогда как возможности плёночных снимков в этом отношении были намного скромнее. Во-вторых, оперативный анализ снимков на персональных компьютерах позволил приступить к совместной фотограмметрической обработке снимков, сделанных разными миссиями, разными камерами с разных орбит. В-третьих, электронные копии снимков позволили по-новому организовать сам учебный процесс, когда обработку снимков в отдельных исследовательских лабораториях удалось перенести в компьютерные классы. Это в свою очередь создало возможность привлечь к практическому изучению космической съёмки большое число студентов.

Примерно в это же время начался новый этап в космических исследованиях, когда сразу несколько стран направили свои космические аппараты к Луне и Марсу (Европейское космическое агентство, Япония, Китай, Индия, США). Что в немалой степени стимулировало интерес к подготовке кадров для нужд освоения космоса.

В Казанском университете с этого времени началась подготовка лабораторного практикума по цифровой орбитальной фотограмметрии. Этот практикум, основу которого составили оцифрованные снимки кораблей «Зонд-8» и «Аполлон-15, -17» представляет собой серию лабораторных работ для студентов-бакалавров. Начиная с 2010 года практикум сопровождает изучение основ фотограмметрической обработки орбитальных снимков. В 2013 году был разработан вариант названного практикума в обучающей среде Moodle [7, 8] Отдельный лабораторный практикум посвящён более сложным задачам лунной фотограмметрии. Это такие задачи как сгущение фотограмметрической сети, координатная привязка космического аппарата на окололунной орбите по опорным каталогам лунных кратеров.

Для студентов-магистров геодезических специальностей в последние годы был разработан новый лабораторный практикум, который включает решение двух больших задач. Это расчёт элементов фотограмметрической орбиты, основанный на измерениях снимков «Зонда-8» в двух сеансах фотографирования. И вторая задача — построение 3D-моделей избранных элементов лунного рельефа по снимкам метрической камеры космических кораблей «Аполлон-15» и «Аполлон-17».

Опыт работы с материалами космической съёмки находит своё применение в учебной и научной работе на кафедре астрономии и космической геодезии КФУ. Для этих целей в рамках стратегической академической единицы «Астровызов» была создана учебно-

научная лаборатория, оснащённая мощными фотограмметрическими станциями.

Вычислительные возможности названной лаборатории открыли новые перспективы в решении некоторых задач прикладного и фундаментального характера. Так в порядке эксперимента были проведена первая обработка материалов орбитальной съёмки высокого разрешения в режиме вычислительного кластера [16]. Такого рода совместный фотограмметрический анализ орбитальных снимков открыл путь к созданию 3D-моделей строения ударных кратеров на Луне, работа выполнена аспирантами КФУ [17], а также имитационных моделей посадки космических аппаратов на их территории.

Другие перспективные направления исследований связаны с разработкой физической модели процесса ударного кратерообразования, а также с оценкой энергетического воздействия высокоскоростных комет на поверхность Луны и планет земной группы. Названные исследования проводятся в сотрудничестве с Национальным университетом Кордовы, Аргентина [18, 19] и Институтом проблем нефти и газа Российской академии наук [20–22].

Все описанные в докладе работы и исследования проходят при активном участии студентов и аспирантов Казанского федерального университета.

Образовательный процесс часто представляется как получение образовательных услуг, которые позволяют приобрести компетенции в той или иной области. Такая точка зрения, однако, вызывает чувство неполноценности и незавершённости самого понятия образования. Образование, как таковое, включает в себя, и в немалой степени, воспитание человека и формировании его отношения к приобретаемой специальности. Поэтому было бы неверно сводить образование к приобретению компетенций. Сказанное в полной мере относится и к космическому образованию.

Работа поддержана РФФИ (проект № 08-02-01214). Работа выполнена при поддержке средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Литература

1. *Rodionov B. N.*, *Isavnina I. V.*, *Avdeev Yu. F.* et al. New data about figure and relief of the Moon on the basis of results processing of images delivered by “Zond-6” // Космические исследования. 1971. V. 9. Iss. 3. P. 450–458.
2. *Родионов Б. Н.*, *Нефедьев А. А.*, *Шпекин М. И.*, *Валеев С. Г.* и др. Изучение рельефа обратной стороны Луны по фотографиям КА «Зонд-8» //Косм. исслед. 1976. Т. 14. № 4. С. 624–629.
3. *Шевченко В. В.*, *Чикмачев В. И.*, *Пугачева С. Г.* Структура лунного бассейна Южный полюс – Эйткен // Астрономический вестник. 2007. Т. 41. № 6. С. 483–499.
4. *Pugacheva S. G.*, *Shevchenko V. V.*, *Chikmachev V. I.* Structure and morphology of the multiring lunar basins // LPI Contributions. 2008. V. 1423. P. 3029–3030.
5. Разработка алгоритмов и программ аналитической фотограмметрической обработки мелкомасштабных фотоснимков: Отчет по х/д «Основа». Казань: КГУ, 1980. 125 с.
6. *Шпекин М. И.* Рельеф краевой зоны Луны в районе моря Восточного. Деп. в ВИНИТИ. 1983. № 2652.
7. *Шпекин М. И.* Цифровая орбитальная фотограмметрия (ЦОФМ). Методические пособия и сборник лабораторных работ по дисциплине «Фотограмметрия» для студентов 4-го курса в системе MOODLE КФУ. 2013. URL: http://do.kpfu.ru/course/index.php?categoryid=224/.
8. *Шпекин М. И.* Координатная привязка и ориентация космического аппарата на окололунной орбите (КПОКА). Сборник лабораторных работ по дисциплине «Фотограмметрия» для студентов 4-го курса в системе

MOODLE КФУ. 2013. URL: http://do.kpfu.ru/course/search.php?search=%D0 %9A %D0 %9F %D0 %9E %D0 %9A %D0 %90/.
9. *Салимов Р. Р.* Обследование топографии в районе лунного кратера Тихо по снимкам высокого разрешения: выпускная работа бакалавра / Институт физики; КФУ. 2018. 50 с.
10. *Шпекин М. И.* Рельеф моря Восточного на Луне по данным КА «Зонд-6, -8»: дис. ... канд. наук. Казань: КГУ, 1983. 142 с.
11. *Фаляхова А. А.* Изучение рельефа моря Восточного по данным обработки снимков космического аппарата «Зонд-8»: выпускная работа бакалавра / Институт физики; КФУ. 2018. 60 с.
12. *Брылов А. К.* Изучение топографии района моря Восточного: выпускная работа бакалавра / Институт физики; КФУ. 2019. 49 с.
13. *Петухова М. В.* Координатная привязка орбитальных снимков Луны: дипломная работа / Институт физики; КФУ. 2012. 87 с.
14. *Ситдикова Р.А.* Топографическое обследование кратера Эйткен на обратной стороне Луны: дипломная работа / Институт физики; КФУ. 2008. 48 с.
15. *Хайруллина А. И.*, *Ситдикова Р.А* Исследование топографии избранных участков лунной территории методами орбитальной цифровой фотограмметрии. Физика космоса // Тр. 38-й Международ. студенческой науч. конф. 2–6 февр. 2009, Екатеринбург. 2009. С. 317.
16. *Салимов Р. Р.* Обследование топографии в районе лунного кратера Тихо по снимкам высокого разрешения: выпускная работа бакалавра / Институт физики; КФУ. 2018. 50 с.
17. *Mukhametshin Ch.R.*, *Semenov A.A.*, *Shpekin M.I.* Experience of modeling relief of impact lunar crater Aitken based on high-resolution orbital images / Intern. Conf. Information Technologies in Business and Industry // J. Physics: Conf. Series. 2018. V. 1015. Art. No. 032131. 8 p. DOI: 10.1088/1742-6596/1015/3/032131.
18. *Ferreyra R. T.*, *Shpekin M. I.*, *Ferreyra M. A.*, *Mukhametshin Ch.R.*, *Semenov A.A.* A dynamical model as a shock wave pattern to predict the shape of some craters // 33 Intern. Conf. Equations of State for Matter (EOS-2018): Book of Abstr. Moscow, Chernogolovka, Nalchik, Mar. 1–6, 2018. P. 245.
19. *Ferreyra R. T.*, *Shpekin M. I.* A Fluid Dynamical Model to Shape Complex Craters // Abstr. 34 Intern. Conf. Interaction of Intense Energy Fluxes with Matter (ELBRUS 2019).
20. *Barenbaum A. A.*, *Shpekin M. I.* About Age of the Lunar Surface // Proc. Annual Conf. Experimental Petrology, Mineralogy and Geochemistry. Apr. 19–20, 2011, Moscow, Russia, GEOKHI RAS. 2011. 5 p.
21. *Shpekin M. I.*, *Barenbaum A. A.* On mechanism and time-formation of lunar mascons // Experiment in Geosciences. 2017. V. 23. No. 1. P. 60–63.
22. *Barenbaum A. A.*, *Shpekin M. I.* Problem of lunar mascons: An alternative approach // J. Physics: Conf. Series. 2018. V. 946. Iss. 1. Art. No. 012079.
23. *Безменов В. М.* Решение задач фотограмметрии на основе векторной интерпретации инвариантов проективной геометрии. Казань: Изд-во КФУ, 2014. 264 с.
24. *Nefedyev Y. A.*, *Bezmenov V. M.*, *Demin S. A.*, *Andreev A. O.* Application of antijamming robust analysis method for selenocentric reference net building // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. 2016. V. 19. No. 1. P. 102–106.

СКВОЗНОЙ ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ КЛАССА CUBESAT В ПАРАДИГМЕ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО СИСТЕМНОГО ИНЖИНИРИНГА

Д. А. Шпотя, А. А. Романов

Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), e-mail: denis.shpotya@phystech.edu

Благодаря развитию и широкой доступности изделий микроэлектроники и аддитивных технологий, сегодня стало возможным создавать и проводить в школах и вузах новые учебные программы, в ходе которых обучающиеся изучают в теории и на практике полный жизненный цикл космического аппарата. В рамках курса «Системная разработка космической техники» (далее курс), читаемого в Московском физико-техническом институте (МФТИ), в 2018/2019 учебном году был впервые проведён практикум, в ходе которого студенты проектировали и разрабатывали макет малоразмерного космического аппарата формата CubeSat (далее — макет МКА) в парадигме модельно-ориентированного системного инжиниринга (СИ) (*англ.* Model-Based Systems Engineering, далее — MBSE).

Более 10 лет ведущие американские вузы, такие как Массачусетский технологический институт (MIT — Massachusetts Institute of Technology) и Технологический институт Джорджии (Georgia Institute of Technology), Международный совет по системной инженерии совместно с оборонно-космическими и IT корпорациями США развивают образовательные программы по системному инжинирингу космической техники. В России это направление развивается очень медленно в силу многих факторов, из которых важным является психологический. Многим проще устно скептически отнестись к заявлениям об эффективности инструментов и подходов системного инжиниринга, чем освоить, применить и доказать или опровергнуть их пользу на личном опыте.

Ознаменованный в России переход в четвертую промышленную революцию «Индустрия 4.0», фундаментом которой является MBSE, привлёк большое внимание и способствует пересмотру отношения к СИ в сторону его изучения и внедрения. Внедрение последних достижений в области MBSE++ [1] позволяет ускорить и удешевить создание космической техники без потери текущего качества на каждом этапе жизненного цикла изделия (ЖЦИ).

В МФТИ на изучение инструментов системной инженерии направлен курс «Системная разработка космической техники». Изначально для курса были выделены часы только на проведение лекций, но в семинарских занятиях тоже возникла потребность. Во-первых, обучающиеся, получая новые знания, хотят убедиться в их применимости на практике. Во-вторых, необходимо повышать эффективность обучения и изучения студентами материалов курса. Учитывая выше перечисленное, были поставлены задачи организовать и провести эксперимент в виде аэрокосмического практикума по отработке преподаваемых в рамках курса инструментов и подходов СИ. Цель всего этого заключается в том, чтобы молодые специалисты могли эффективнее, тщательнее, быстрее и дешевле планировать, проектировать, разрабатывать, производить и испытывать космическую технику за счёт использования современных инструментов и подходов СИ (MBSE).

В рамках практикума курса студенты последовательно и итерационно применяли все инструменты и подходы СИ, которые они изучали в ходе лекций курса. Но особый акцент был сделан на отработку подходов «Усовершенствованное структурирование функции

качества для усовершенствованного Дома качества» (далее — уСФК для уДК) [2] и на MBSE. Первое позволяет точно определять потребности и идентифицировать требования к изделию, а второе позволяет, как минимум, эффективно коммуницировать полученную информацию об изделии с точек зрения требований к функциям, физическому исполнению и характеристикам изделия на разных стадиях жизненного цикла изделия.

Практикум являлся экспериментом, и половина слушателей курса приняли в нём участие на добровольной основе. Это подчёркивает интерес молодёжи к данной тематике и к реализации научно-технического творческого потенциала.

Результатами работы каждой команды должны были стать:

- макет МКА, который в рамках лётных испытаний по команде с наземной станции делает снимки подстилающей поверхности Земли, а также передаёт телеметрию на наземную станцию приёма сигнала;
- организационная и конструкторская документация на макет МКА в виде отчётного документа, который также отражает факт корректного применения требуемых инструментов и подходов СИ;
- презентация-рефлексия достигнутых командой результатов.

Имитация полёта макета МКА над землёй планировалась с помощью квадрокоптера.

Добровольцы поделились с помощью случайной жеребьёвки на две команды, в каждой из которых были выделены следующие функциональные направления: системный инженер, разработчик, программист и конструктор. В качестве руководителя проекта были выбраны системные инженеры. Роль заказчика макета МКА и общая организация практикума, проведение дополнительных лекций по MBSE, еженедельных семинаров в рамках практикума была возложена на ассистента профессора курса.

Участникам проекта были выданы требования к функциям, физической архитектуре, техническим характеристикам и ограничениям макета МКА. Также были выданы покупные комплектующие изделия (ПКИ), которые студенты должны были применить в макете МКА. В качестве бортовой вычислительной машины использовались микроконтроллеры семейства Arduino. Силовую конструкцию команды должны были произвести самостоятельно любым способом и из любых материалов в рамках допустимых ограничений по массе.

Системный инженер должен был отвечать за практическое применение всех полученных в ходе лекций инструментов и подходов СИ в рамках разработки макета МКА: от идентификации всех потребностей, формулировки требований до финальной разработки изделия. Также системный инженер, исполняя роль руководителя разработки МКА, контролировал ход работы команды, решал кризисные ситуации, отвечал за разработку диаграмм на языке моделирования Systems Modelling Language (SysML), подготовку отчётного документа и финальной презентации проекта.

Разработчик макета МКА должен был, учитывая требования к функциям и к физической архитектуре изделия, провести концептуальное проектирование, разработать рабочую конструкторскую документацию, требования к программному коду и конструктиву. Также он отвечал за разработку системы крепления МКА к полётной системе (квадрокоптеру).

Программист должен был провести испытания и настройку как по отдельности, так и в рамках единой системы каждого электронного изделия макета МКА. Он разрабатывал итоговый код, позволяющий макету МКА выполнять целевые функции.

Конструктор должен был разработать 3d-модели подсистем макета МКА, произвести силовую конструкцию и собрать макет.

Несмотря на специализацию и работу на проектом, участникам было рекомендовано итеративно и по очереди применять инструменты и подходы СИ для их лучшего понимания.

В течении целого семестра 2018 года, после лекций для участников практикума проводились семинары, в ходе которых студенты получали задания по отработке в рамках проектирования и разработки макета МКА инструментов и подходов СИ, также прорабатывались поточные вопросы, ошибки и проблемы.

Хочется отметить один из проблемных моментов, на который студенты потратили много времени. Выданные ПКИ и построение полезной нагрузки на платформе Arduino создали иллюзию того, что задачи практикума являются простыми, и их решение для студента МФТИ не составит никакого труда. Опыт показал, что необходимо:

- внимательно читать спецификацию на ПКИ и требования заказчика, разбирать каждое непонятное слово, а не интерпретировать их по-своему;
- как минимум применять диаграмму N2, диаграммы SysML и отражать с их помощью все сборочные единицы, чтобы понять формат передаваемых данных и рабочую физическую архитектуру МКА.

В силу того, что студенты трудились над практикумом в свободное время от основной учебной программы, а их труд никак напрямую не влиял на оценку за курс, завершить практикум вместе с курсом лекций не получилось. Производство, лабораторные и лётные испытания макета МКА проводились общими усилиями команд, но при этом с разной степенью вовлеченности участников в силу изначального деления на специализации. Лётные испытания и финальная защита проектов прошла только после зимних каникул.

Лабораторные и лётные испытания прошли обе команды. Особенно ценно было увидеть своими глазами в ходе лётных испытаний как из-за недооценённых рисков, связанных с погодными условиями, малым опытом оператора по управлению квадрокоптера и прочностью силовой конструкции макета МКА, разбивается созданное кропотливым трудом изделие. Отсутствие опыта работы в полевых условиях и отсутствие командного духа привели к стрессу и сходу с дистанции одной из команды. На финальной защите проектов были представлены результаты только одной команды: полезная нагрузка, соответствующая требованиям по функционалу, частично соответствующая требованиям по физической архитектуре, и удовлетворяющая требуемым характеристикам; отчётный документ и презентация команды. В качестве экспертов присутствовали: профессор курса, заведующий кафедрой «Системы, устройства и методы геокосмической физики» (СУМГФ), директор школы ФАКТ МФТИ (НИУ), заместитель декана факультета аэрофизики и космических исследований (ФАКИ) по научной и инновационной работе, руководитель центра «Высшая школа системного инжиниринга МФТИ» (ВШСИ). Результаты были одобрены, а профессор курса резюмировал итоги практикума следующими словами: «Они смогли применить то, что им было прочитано на лекциях».

Таким образом, был проведён учебный эксперимент, заключавшийся в дополнении лекций курса семинарскими занятиями практической направленности. Количество учебных пар, отведённых под семинары, превысило количество лекционных учебных пар. В рамках семинаров студенты-добровольцы итеративно применяли на реальной практической задаче (создании макета МКА) инструменты и подходы системного инжиниринга. Участники практикума смогли пройти все стадии жизненного цикла изделия — от идентификации потребностей, формулировки требований, до лётных испытаний и сдачи изделия заказчику, презентации результатов эксперимента на научно-техническом совете. Защита проектов была проведена

с участием первых лиц школы ФАКТ, администрации и профессуры кафедры СУМГФ и руководства центра ВШСИ, результаты были одобрены и признаны перспективными.

Проведённая работа позволяет сделать следующие выводы:

- практикум позволяет студентам провести аналогии между учебной практической и реальной деятельностью на базовых предприятиях и в лабораториях, тем самым предприятия получают выпускников вуз-ов с более высоким уровнем осознания всей степени ответственности и важности тщательной проработки каждого этапа ЖЦИ, особенно предпроектного и концептуального;
- новый теоретический материал, как бы хорошо он ни был описан в источниках литературы, должен быть применён обучающимися на практике — это уменьшит процент спекуляций и ускорит развитие нового направления;
- семинарские занятия (командные проектные работы) должны быть интегрированы с другими смежными предметами и утверждены в рамках учебного плана образовательной программы — это позволит вовлечь большее количество участников и повысит ответственное отношение студентов как к лекциям, так и к практикуму;
- рекомендуется создать инженерно-технические пространства и обеспечивать практикум материально-технической базой;
- визионеры, которые скорее вопреки последовательно прокладывают дорогу новым направлениям, должны быть обеспечены учениками-ассистентами — это будет способствовать преемственности знаний между поколениями и ускорит развитие той или иной предметной области;
- студенты нуждаются в дополнительных тренингах или лекциях по проектному менеджменту, по работе в команде, менеджменту стрессовых ситуаций и т. п.;
- в зависимости от возраста, уровня подготовки и временных ограничений практикум может быть быстро адаптирован под разную целевую аудиторию и формат.

Дальнейшее развитие представленного опыта будет заключаться в методическом оформлении полученного опыта в парадигме MBSE. А именно, на языке системного моделирования будет создана дорожная карта лектория и практикума со всеми промежуточными этапами и контрольными точками. Каждый промежуточный пункт дорожной карты будет обеспечен информацией о том, «Что необходимо изучать», «Что необходимо сделать в заданный период» и «Как домашнее задание или этап проектной работы должен быть выполнен».

Выражаем благодарность заведующему кафедры СУМГФ Т. В. Кондранину за поддержку данной инициативы и всем студентам-добровольцам принявшим участие в эксперименте.

Литература

1. *Романов А. А.* Смена парадигмы разработки инновационной продукции: от разрозненных НИОКР к цифровым проектам полного жизненного цикла изделия // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2017. Т. 4. № 2. С. 68.
2. *Романов А. А.*, *Шпотя Д. А.* Методика определения важнейших инженерных характеристик изделия как основа идентификации критических технологий // Тр. Московского физико-техн. ин-та. 2016. Т. 8. № 4(32).

ПРЕИМУЩЕСТВА ОБЪЕДИНЕНИЯ ОНЛАЙН И ТРАДИЦИОННЫХ ФОРМАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ РАЗВИТИЯ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОГО КУРСА: «ВЗГЛЯД В КОСМОС: СОБЫТИЯ, ТЕХНОЛОГИИ И ЛЮДИ РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ»

Д. А. Шпотя, В. А. Шпотя

Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Москва, e-mail: denis.shpotya@phystech.edu

Образовательные программы в формате онлайн не были однозначно восприняты научно-педагогическим сообществом как положительная технология. Однако они позволили многим методологам, учителям, узким специалистам и просто энтузиастам реализовать свои творческие замыслы. Сейчас онлайн формат может повысить свой коэффициент полезного действия за счёт синергетического объединения с оффлайн форматом, тем самым решая важные проблемы как онлайн, так и традиционных форм обучения.

Как правило, образовательные открытые онлайн-курсы создаются с надеждой на то, что они будут пользоваться популярностью и проходиться. Для этого онлайн курсам необходим определённый маркетинг и пиар. Если у создателя курса нет своей разрекламированной онлайн платформы для размещения курса, то скорее всего курс будет размещён на интернет портале-агрегаторе, таких как: Stepik, Coursera, edX. Те, кто решит поместить свой курс на малоизвестных платформах, сталкиваются с двумя проблемами: сложность привлечения целевой аудитории и высокий риск потерять курс из-за технических неполадок с онлайн платформой, на которой он размещён. Как решать эти проблемы и развивать свой образовательный контент одновременно?

В 2016 году по заказу Госкорпорации (ГК) «Роскосмос» сотрудниками и студентами Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет) МФТИ (НИУ) с привлечением специалистов из разных предприятий отрасли был разработан профориентационный образовательный открытый онлайн-курс «Взгляд в космос: события, технологии и люди российской космонавтики» (далее — курс). Курс был размещён на онлайн платформе miptX, администратором которой является Центр инновационных образовательных технологий Московского физико-технического института. На этой платформе в основном размещались курсы, сделанные в МФТИ (НИУ). Особенность курса была в том, что он не просто представлял из себя традиционный видео-ряд и текстовые тесты, но также подразумевал написание эссе и разработку проекта обитаемой лунной базы. Эссе и проекты участники оценивали друг у друга.

В 2017 году проходил XIX Всемирный фестиваль молодёжи и студентов в Сочи. Под это мероприятие главным методологом курса было предложено провести эксперимент — переделать формат курса из онлайн в оффлайн. Оффлайн формат подразумевал, что ведущий курса перед каждым занятием выступает с введением в тему урока и по ходу комментирует и отвечает на вопросы участников. Тесты, которые участники обычно заполняют на специализированной онлайн платформе, в оффлайн формате должны заполняться в специальном методическом материале. После каждого занятия ведущий курса проверяет ответы, оценивает и даёт обратную связь перед началом следующего занятия. Вместо эссе участники готовили устные доклады, а финальные проекты разрабатывались и презентовались в командах. Преимущества оффлайн формата, которые моти-

вировали провести эксперимент — перевести онлайн курс в оффлайн формат, были следующими:

- *позиционирование заказчика* — ГК «Роскосмос» имел возможность дополнительно и абсолютно бесплатно ежедневно позиционировать себя как социально-ответственную корпорацию, разрабатывающую инновационные образовательные программы;
- *живая реклама онлайн-курса* — на открытой площадке ежедневно в течении фестиваля может проводиться реклама курса; также участники курса делятся впечатлениями со своими знакомыми, что привлекает новую аудиторию;
- *нетворкинг* — участники самых разных специальностей, знакомясь друг с другом, получают больше мотивации и энтузиазма пройти полностью курс;
- *вопрос – ответ* — у участников есть возможность задать вопрос живому человеку и получить развёрнутый и исчерпывающий ответ;
- *ораторское мастерство* — публичные выступления с докладами и защита проектов развивают навык публичных выступлений;
- *организационно-деятельностное развитие* — организаторы курса в полной мере могут реализовать и развить свои методические, педагогические, лидерские и организационные навыки.

Заказчик выразил своё согласие на проведение данного эксперимента. В рамках подготовки были подготовлены методические материалы и получены предварительные договорённости с местом проведения. Уже на месте выяснилось, что обещанная площадка не будет предоставлена и пришлось непосредственно на месте искать новое помещение. Это подчёркивает то, что проведение подобного эксперимента и курса в таком формате требует сильных организационных и развитых коммуникативных навыков. Получилось набрать 19 участников самых разных специальностей — от музыкантов до разработчиков марсохода из Ирана. Так как курс междисциплинарный и финальный проект требует системного объединения полученной информации, его интересно было проходить всем участникам. Заполнение тестов в раздаточном материале позволило выявить неточности в тестах и смысловые пробелы в видео контенте — благодаря такой быстрой обратной связи качество курса было улучшено. Также оффлайн формат выявил, что для того, чтобы эффективно проводить курс в таком формате с интенсивностью три учебные пары в день, необходимо как минимум три человека, один из которых должен хорошо знать материал курса и исполнять роль ведущего.

Защита проектов лунных обитаемых баз проходила перед ТОП менеджментом ГК «Роскосмос»: А. А. Вучкович, С. К. Крикалёвым, Д. Шишкиным. Оффлайн формат был положительно оценён, эксперимент цели достиг, средства оправдал и принят как успешно реализованный. В дальнейшем было предложено провести данный курс в оффлайн формате в рамках 4-й профильной смены «Первая космическая» – «Подними голову» [1]. Перед Международным детским центром «Артек» (МЦД «Артек») курс был также прочитан в Москве для студентов — будущих ведущих курса. После МДЦ «Артек» курс был прочитан для участников зимней школы в МФТИ (НИУ). Вокруг подобных оффлайн событий формируется реклама курса в онлайн формате — факт того, что курс проходит большое количество людей разного возраста и самой разной предварительной подготовки мотивирует людей сделать шаг навстречу космической отрасли.

В 2019 году онлайн-курс столкнулся с непреодолимыми трудностями из-за технических проблем с платформой miptX, несмотря на это курс воспроизводится в оффлайн формате, а значит при по-

ступлении запроса от заказчика, курс может быть актуализирован на новой платформе. Таким образом оффлайн формат позволяет одновременно развивать и решать проблемы онлайн формата.

Данный опыт открывает перспективы в решении других проблем. Факторы, влияющие на объём материальной поддержки, или мотиваторы, заставляющие людей трудиться именно над созданием курсов в формате онлайн, формируются в первую очередь от потенциального охвата аудитории и условной будущей автономии курса. У многих общественно-образовательных организаций, где проводятся образовательные программы в традиционном формате, в наши дни редко получается достичь сопоставимых с онлайн форматом цифр по охвату аудитории. Именно это для многих спонсоров стало означать более низкую эффективность традиционных форм обучения и отсюда более низкая степень их поддержки по сравнению с онлайн. За последние годы это привело к дефициту по-настоящему пассионарных кадров, к дефициту времени на саморазвитие педагогов и разработку современных методических материалов. Открытые онлайн-курсы могут стать решением этих проблем, если их переводить и воспроизводить в оффлайн формате: преподаватели, проходя курс, развивают свои знания, получают в руки готовый учебно-образовательный материал, а новые и современные знания привлекают интерес потенциальных участников; места, где оффлайн-курсы воспроизводятся, становятся посещаемыми, а значит восстанавливается их социальная значимость, их сотрудники получают занятость и материальное вознаграждение. При этом разработчики онлайн курсов получают обратную связь, понимают интересы целевой аудитории, а значит, знают в каком направлении развивать свой проект дальше. Онлайн формат помогает развиваться оффлайн формату (традиционному) — достигается синергизм и устойчивое развитие.

Литература

1. *Шпотя Д. А.* Завершилась четвёртая профильная смена Госкорпорации «Роскосмос»: «Первая космическая» – «Подними голову!». МФТИ (НИУ), 2018. URL: https://mipt.ru/news/zavershilas_chetvyertaya_profilnaya_smena_goskorporatsii_roskosmos_pervaya_kosmicheskaya_podnimi_gol.

МОСКОВСКАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА АСТРОНОМИЧЕСКОГО И АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ (ПО МАТЕРИАЛАМ НАСЛЕДИЯ Б. Г. ПШЕНИЧНЕРА И И. В. КРОТОВА)

Ю. К. Щербаков

член-корреспондент Российской академии космонавтики,
e-mail: Yury.Shcherbakov@gmail.com

Важной составной частью всей системы непрерывного аэрокосмического образования страны является астрономическое и аэрокосмическое образование (АКО) детей и молодёжи.

Сегодня после долгих лет депрессии системы АКО детей мы видим набирающую активность развития того, что сохранилось из наследия прошлого, что-то вновь создаётся (аэрокосмические лицеи, «Школы космонавтов», др.) благодаря энтузиазму и подвижническому труду многих специалистов в разных регионах России. Новые формы АКО появляются в рамках программ Национальной технологической инициативы. Активно идёт дискуссия о путях дальнейшего развития АКО: одни предлагают ориентироваться на наиболее востребованные научно-технологические направления, другие — на путь «прорыва» к новым формам образования, третьи — на возможность возврата к классическим образцам и целям. По нашему мнению, в современных условиях также чрезвычайно актуально изучение прошлого опыта педагогических школ АКО детей, а если необходимо, то сохранение и развитие того лучшего, что было ими создано, и, независимо, содействовать появлению новых педагогических школ, создавая конкурентную среду между ними. Полезно создать институт выявления и мотивации педагогических школ АКО, стимулирования их укрепления и развития. Особо большой интерес представляет анализ их прошлого опыта. Многие из этих педагогических школ способны стать инновационными центрами и лидерами будущего «прорыва» в системе АКО детей.

Изучение истории развития педагогических школ АКО позволяет выявить комплекс закономерностей, внешних и внутренних условий их формирования и деятельности, тенденций и направлений их развития, их научно-методологических основ и смену педагогических парадигм.

Особый интерес для истории АКО детей и истории педагогики представляет уникальная Московская педагогическая школа АКО (МПШ АКО), получившая широкое отечественное и мировое признание. Она возникла в 1962 году в Московском дворце пионеров и школьников на Ленинских горах (сегодня это ГБПОУ «Воробьёвы горы»). Её лидерами и идейными руководителями стали начальник Отдела астрономии и космонавтики Борис Григорьевич Пшеничнер и Иван Всеволодович Кротов — тогда военный инженер, полковник военной приёмки королевских ракет-носителей. Благодаря им во Дворце с годами сложились два направления АКО: 1) направление астрономии и научных исследований во главе с Б. Г. Пшеничнером, 2) инженерного творчества и технических видов спорта (ракето- и авиамоделизм, дельтапланеризм, др.) во главе с И. В. Кротовым. Уйдя в отставку, И. В. Кротов руководил лабораторией моделирования Станция юных техников (СЮТ) Москвы, а в последующие годы преподавал в Отделе астрономии и космонавтики Дворца.

В тот же далёкий 1962 год во Дворце возник первый в стране Клуб космонавтики (его первым юным членом стал Коля Санько — будущий руководитель Департамента Роскосмоса). С годами рождались многие кружки и секции, в которых ребята осваивали основы астрономии, астрофизики, основы ракетно-космической техники, инженерного дела, аэромеханики, расчётов космического полёта

и прочности конструкций, моделирование ракет, проводились исследования адаптации человека на космических тренажёрах, осваивались авиационные тренажёры. В последующие годы первостепенное значение уделялось развитию информационных технологий на базе созданной лаборатории IT.

По мере развития Дворца наблюдалась тенденция внутренней кооперации, АКО приобрело многопрофильный и междисциплинарный характер. Так, если в Отделе астрономии и космонавтики и в Доме научно-технического творчества молодёжи (ДНТТМ) упор делался на научные, проектные и исследовательские аспекты АКО в области астрономии и космонавтики, то в Центре экологии сформировалось направление космической биологии, в Отделе технического творчества — лаборатории ракето — и авиамоделизма, робототехники, радиотехники, затем были включены Центр патриотического воспитания, отделы художественного и литературного творчества и др.

Активно формировалась система внешней кооперации. Б. Г. Пшеничнер обладал удивительным качеством устанавливать прямые связи с руководителями ведущих академических научно-исследовательских институтов (НИИ) и промышленных предприятий, с ректорами и ведущими специалистами крупнейших вузов и НИИ страны, с представителями бизнеса, многими общественными организациями. Большую помощь оказывал ЦК ВЛКСМ. Был создан особый тип научно-образовательного сообщества, особая форма широкой кооперации образования, науки, промышленной практики, бизнеса и общественных организаций в решении тех или иных весьма конкретных задач АКО. Это позволило вывести систему АКО детей на качественно высокий уровень: ориентировало интересы школьников на актуальные проблемы науки, техники, культуры, общественного развития, позволяло каждому из них найти себе дело по интересам, создавало им широкие возможности саморазвития, самореализации и самоутверждения, в сознательном выборе будущей профессии.

Учебная деятельность и педагогический процесс строились с учётом открывающихся возможностей. Во Дворце сложилась эффективная трёхуровневая (по возрасту детей) система АКО. Проводились теоретические и практические занятия в группах (кружках), получили признание разовые консультации, участие в олимпиадах и конкурсах, профильные летние школы и лагеря, многочисленные экспедиции, экскурсии в вузы, академические и отраслевые НИИ, на предприятия, в музеи. Дистанционное обучение позволило установить непосредственную связь со многими школами и лицеями Москвы, получать дистанционные консультации специалистов. Важное место в процессе образования занимало научно-техническое творчество и проектно-исследовательская деятельность, совместная творческая работа со студентами, участие в конференциях, экскурсии и стажировки в обсерваториях и в ведущих НИИ и центрах космической деятельности, встречи с космонавтами и ведущими специалистами, др.

Всё это позволяло успешно решать задачи обучения, приобретения необходимых творческих навыков, профориентации, предпрофессиональной подготовки, формировать научное мировоззрения и обеспечивать социализацию детей и молодых людей.

Педагогами Дворца в сотрудничестве с учёными академических НИИ и специалистами космической отрасли разработан и реализован широкий набор московских и общероссийских научно-образовательных программ и конкурсов. Среди них: совместные слеты юных астрономов и космонавтов, в том числе в виде профильных смен в пионерских лагерях «Артек», «Орлёнок»; знаменитый конкурс «Малый Интеркосмос»; «Космический патруль» (с 1993 г., цель программы — привлечь внимание учащихся к решению проблем защиты Земли от метеоритной и кометно-астероидной опас-

ности); экспедиции школьников на место Тунгусской катастрофы (с 1966 г.); «Здравствуй Галактика!» (с 2000 г., в сентябре 2001 года школьники отправили послание к звёздам с помощью 80-метрового радиолокатора из Евпаторийского центра дальней космической связи); программа SETI; «Эксперимент в Космосе» (с 2004 г. постоянно действующий конкурс постановки на борту МКС и биоспутников исследовательских и образовательных экспериментов; проводится совместно с Московским государственным университетом имени М. В. Ломоносова, Ракетно-космическим комплексом «Энергия», Институтом медико-биологических проблем РАН), многие другие проекты.

Успехи МПШ АКО достигнуты благодаря опыту и педагогическому мастерству её лидеров и преподавателей, методологии преподавания, соответствующей организации учебного процесса и досуга со школьниками Москвы.

МПШ АКО детей отличали следование принципам классической педагогики и поиск эффективных современных педагогических методов работы с детьми. Коллектив преподавателей в центр своей работы ставил интересы и личность ребёнка, возможности его развития и саморазвития. Работу педагогов отличали энтузиазм, служение педагогике и самоотверженное служение интересам дела. Изучались и широко использовалось в работе наследие таких классиков педагогической мысли, как Я. Коменский, П. П. Блонский, Я. Корчак, Л.С. Выготский, А. С. Макаренко, В. В. Давыдов и Д. Б. Эльконин, С. Т. Шацкий, В. Ф. Шаталов, П. Г. Щедровицкий, опыт передовых школ и научно-педагогических центров страны и международный опыт.

Одновременно шёл поиск своих путей в педагогической науке. Анализируя достижения МПШ АКО, легко видеть её системный характер педагогической деятельности и развитие системно-синергетического подхода в педагогике. Это достижение МПШ ещё предстоит подробно исследовать.

Основным достижением МНШ АКО является создание уникального педагогического коллектива. Б. Г. Пшеничнер и И. В. Кротов воспитали большое число своих учеников и последователей, среди них широко известные среди профессионалов М. П. Татарников, Т. Д. Эгнатошвили, В. И. Минаков, Д. Л. Монахов, Н. Н. Николаев, Н. В. Дмитриева, Е. В. Башлий, М. Д. Князева, Е. В. Школяр, Е. Б. Родионова и многие другие. Они рассматривали АКО как важное условие развития личности ребёнка и стратегический ресурс государства.

МПШ АКО дала возможность многим тысячам детей войти в большую жизнь, приобретая все необходимые научно-образовательные, предпрофессиональные и человеческие качества высокой пробы. Многие из них стали ведущими учёными и специалистами.

В 2000-е гг. Дворец находился в процессе постоянного реформирования и оптимизации, и АКО в конечном итоге оказалось в состоянии деградации. Ряд ведущих профессионалов были уволены или уволились, лабораторная база не развивалась. Обнажился системный кризис целеполагания. Сегодня существует необходимость выработки стратегии развития АКО во Дворце с позиции национальных, а не ведомственных интересов.

У автора нет сомнений в том, что при возрождении и дальнейшего развитии уникального наследия Московской педагогической школы АКО на Воробьёвых горах её сохранившаяся часть способна в будущем заявить о себе как об одном из лидеров системы АКО детей в нашей стране.

КОСМОНАВТИКА В ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

А. В. Ярцев
Школа № 2086, e-mail: AlexYartsev@bk.ru

В настоящее время в Москве активно развивается предпрофессиональное образование — вид образования, основанный на интеграции среднего общего и дополнительного образования и направленный на формирование у старшеклассников компетенций, необходимых для понимания и осознанного выбора своей будущей профессии. Среди проектов предпрофессионального образования космонавтика присутствует в двух: «Инженерный класс в московской школе» (реализуется с 2015 года) и «Академический (научно-технологический) класс в московской школе» (реализуется с 2016 года). Важно отметить, что среди направлений академического класса есть такие как «Космические исследования» и «Астрономия», а в проекте инженерного класса отсутствуют направления, напрямую связанные с космонавтикой.

Обучение в предпрофессиональном классе представляет собой усовершенствованный вариант обучения в профильном классе и так же сопровождается изучением отдельных предметов на углублённом уровне и дополнительных профильных дисциплин из категории курсов по выбору (как правило, естественно-научной и технической направленности). Отличие предпрофессионального класса от профильного состоит в сотрудничестве школ, в которых действуют предпрофессиональные классы, с научными и инженерными организациями и учреждениями высшего образования.

С 2016 года для обучающихся предпрофессиональных классов, проявляющих творческие способности и интерес к научной деятельности, проводится Московская предпрофессиональная олимпиада, которая является частью Московской олимпиады школьников. Олимпиада состоит из двух этапов и трёх направлений. На первом (отборочном) этапе участники олимпиады демонстрируют индивидуальные знания из школьных дисциплин, а на втором (заключительном) этапе индивидуально решают междисциплинарные задачи и выполняют командное задание в формате кейса. Сведения о направлениях предпрофессиональной олимпиады представлены в таблице.

Существенным минусом предпрофессиональной олимпиады, с точки зрения преподавания космонавтики, является как отсутствие среди дисциплин отборочного этапа астрономии, так и отдельного направления, связанного с космонавтикой.

Помимо посещения специальных курсов по выбранному профилю и участия в предпрофессиональной олимпиаде обучающиеся предпрофессиональных классов традиционно участвуют в предпрофессиональных научно-практических конференциях: «Инженеры будущего» — для инженерных классов и «Наука для жизни» — для академических классов. Работы в области исследования и освоения космического пространства представлены в обеих конференциях. Для конференции «Инженеры будущего» характерно рассредоточение работ космической тематики по различным секциям («Приборостроение, микроэлектроника, схемотехника», «Машиностроение, транспорт», «Интеллектуальные робототехнические системы, беспилотные аппараты» и т. д.), в то время как в конференции «Наука для жизни» все космические работы представлены в секции «Энергетика, оптика, лазерные технологии, астрономия и космические технологии».

Направления Московской предпрофессиональной олимпиады

Направления олимпиады	Инженерно-конструкторское	Технологическое	Научно-технологическое
Дисциплины отборочного этапа	Физика Информатика	Физика Информатика Химия	Физика Информатика Химия Биология
*Организатор**	Московский политехнический университет	Московский физико-технический институт Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (Московский институт стали и сплавов) Московский инженерно-физический институт Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (Московский институт электронной техники)	Курчатовский институт

* Помимо организаций, представленных в таблице, организаторами также являются Департамент образования города Москвы и Центр педагогического мастерства.

Завершается предпрофессиональное образование предпрофессиональным экзаменом, который проходит в двух частях: теоретической и практической. Среди направлений и заданий предпрофессионального экзамена отсутствуют элементы, связанные с космонавтикой.

Таким образом, сегодня в системе предпрофессионального образования космонавтика представлена обрывочно в инженерном и академическом классе и не представлена в других классах предпрофессиональной подготовки.

Для улучшения предпрофессионального образования космической направленности рекомендуется следующее:

- в целом: создать методическое объединение преподавателей предпрофессиональных классов, заинтересованных в развитии космического образования для обмена методиками преподавания;
- в рамках инженерного класса: открыть направление «Космические системы»;
- в рамках Московской предпрофессиональной олимпиады: открыть астрокосмическое направление с дисциплинами отборочного этапа: физика, информатика, астрономия;
- в рамках научно-практической конференции: для конференций «Инженеры будущего» и «Наука для жизни» выделить самостоятельную секцию «Космические технологии и системы»;
- в рамках предпрофессионального экзамена: включить в содержание задания астрономической и космонавтической направленности.

В связи с началом строительства в Москве Национального космического центра актуальным становится вопрос создания проекта «Астрокосмический класс в московской школе» при сотрудничестве с Госкорпорацией «Роскосмос», Институтом космических исследований РАН, Институтом астрономии РАН, Московским авиационным институтом (национальным исследовательским университетом),

Московским государственным техническим университетом имени Н. Э. Баумана., Институтом физики, технологии и информационных систем Московского педагогического государственного университета, космическим факультетом МГУ. Однако предшествовать созданию проекта должна разработка дидактических и методических основ для курсов по выбору в астрокосмическом классе. Основой для таких курсов может быть программа «Освоение космического пространства», реализуемая с 2017 года на базе Школы № 2086 и с 2019 года на базе Астрокосмический комплекс имени С. П. Королёва.

Реализация указанных действий будет способствовать развитию естественно-научного и технического образования, формированию научного мировоззрения, познавательных и технологических компетентностей обучающихся предпрофессиональных классов и несомненно поможет им в выборе будущей профессии.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ СРЕДЫ ЭКОЛОГО-КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В. А. Ясвин

Московский городской педагогический университет, Москва,
e-mail: vitalber@yandex.ru

В настоящее время понятие «космическое образование» используется для обозначения двух различных образовательных сфер — во-первых, как название особой философско-педагогической парадигмы (в англоязычной литературе — cosmic education) и, во-вторых, как название соответствующего направления дополнительного, предпрофессионального и профессионального образования (в англоязычной литературе — space education).

Космическое образование как философско-педагогическая парадигма, направленная на формирование «космического сознания», уходит корнями в философско-мировоззренческие работы «русских космистов» (Н. А. Бердяев, И. В. Киреевский, В. С. Соловьёв, Н. Ф. Фёдоров, К. Э. Циолковский и др.), в ноосферное учение В. И. Вернадского, в «живую этику» Е. Рерих и т. п. Педагогические основы космического образования заложены в начале XX века в теориях «космической педагогики» К. Н. Вентцеля и «космического воспитания» М. Монтессори. К. Н. Вентцель писал о воспитании свободной, творческой, нравственной личности, как неотъемлемой части всеобъемлющего целостного Космоса, исходил из нерасторжимости и органического единства Человека, Человечества и Вселенной, рассматривал каждую личность как гражданина Космоса, неотделимого от Природы, активно и непосредственно участвующего в жизни Космоса. Космическое воспитание М. Монтессори предполагает ориентацию образовательного процесса на новые смыслы, в соответствии с которыми человек в сферу своих непосредственных интересов включает состояние Человечества, планеты Земля и Космоса, берёт на себя ответственность за обеспечение их устойчивого развития.

Очевидно, что цели и смыслы философско-педагогической парадигмы космического образования абсолютно совпадают с приоритетами современного экологического образования, направленного на формирование экоцентрического типа сознания (вместо традиционного для цивилизации антропоцентрического). Экоцентрическое экологическое сознание характеризуется следующими признаками:

1. Высшую ценность представляет гармоничное развитие Человека и Природы. Природное признаётся изначально самоценным, имеющим право на существование «просто так», вне зависимости от полезности или бесполезности и даже вредности для человека. Человек не собственник Природы, а один из членов природного сообщества.
2. Отказ от иерархической картины мира. Человек не признаётся обладающим какими-то особыми привилегиями на том основании, что он имеет разум, наоборот, его разумность налагает на него дополнительные обязанности по отношению к окружающей его Природе. Мир людей не противопоставлен миру природы, они оба являются элементами единой системы.
3. Целью взаимодействия с Природой является максимальное удовлетворение как потребностей человека, так и потребностей всего природного сообщества. Воздействие на природу сменяется взаимодействием.
4. Характер взаимодействия с Природой определяется «экологическим императивом»: правильно и разрешено только то, что не нарушает существующее в природе экологическое равновесие.

5. Природа и всё природное воспринимается как полноправный субъект во взаимодействии с человеком. Этические нормы и правила равным образом распространяются как на взаимодействие между людьми, так и на взаимодействие с миром Природы.
6. Развитие Природы и Человека мыслится как процесс коэволюции, взаимовыгодного единства.
7. Деятельность по сохранению Природы продиктована необходимостью сохранить Природу ради неё самой.

Экоцентрический тип экологического сознания — это система представлений о мире, для которой характерна ориентированность на экологическую целесообразность, отсутствие противопоставленности Человека и Природы, субъектное восприятие Природы, баланс прагматического и непрагматического взаимодействия с ней.

Учитывая возрастающие темпы технологического прогресса, представляется правомерным говорить о необходимости трансформации формирования экологического сознания личности в современных образовательных системах с уровня «Человек – Человечество – Биосфера» до уровня личностно-ориентированной и более масштабной системы «Личность – Общество – Человечество – Планета – Космос – Вселенная». Такая задача требует разработки и реализации новой философско-педагогической парадигмы, синтезирующей методологии экологического и космического образования — эколого-космического образования, которое может рассматриваться в качестве отечественной методологии образования для устойчивого развития — «глобального цивилизационного проекта», инициированного Организацией объединённых наций.

Методологические основы *содержания эколого-космического образования* могут быть разработаны, в частности, на базе концепции междисциплинарного изучения системы «природа — человек и человечество — природа», предложенной выдающимся советским учёным Б. Г. Ананьевым, которая включает три взаимодополняющих модуля: «Биосфера и человек» – «Человечество и ноосфера» – «Освоение космоса». Модуль «Биосфера и человек» включает палеонтологию, антропологию, биологические и междисциплинарные естественные науки (биохимия, геофизика и т. п.), а также медицинские науки. Модуль «Человечество и ноосфера» включает географические и геологические науки, а также кибернетику, экологию, экономику и гуманитарные науки (философия, психология, социология и история). Наконец, *модуль «Освоение космоса»* включает естественные науки (астрофизика, химия, космическая биология), гуманитарные науки (этика, теория международного права, космическая социология, космическая психология) и космическую медицину. В рамках данного модуля предусматривается также изучение космологии, математики, механики и технических наук.

Космическое образование как сфера дополнительного, предпрофессионального и профессионального образования направлено на поддержку социально-профессионального самоопределения школьников в области космической деятельности и подготовку специалистов с целью полноценного количественного и качественного кадрового обеспечения космических организаций и предприятий.

Организация дополнительного и предпрофессионального космического образования осуществляется на основе решения социально-педагогических задач.

1. Создание современных профориентационных сред путём интеграции на единой методологической и организационной основе, как специфических ресурсов образовательных учреждений, организаций и отдельных специалистов, так и ресурсов мировых информационно-коммуникационных сетей.

2. Эффективное сочетание интеллектуальных и эмоциональных инструментов и средств формирования социально-профессионального самоопределения обучающихся.
3. Направленность педагогического процесса, как на формирование научно-технических компетенций и информирование о космических профессиях, так и на формирование позитивного отношения к профессиональной карьере в сфере космической деятельности, а также на разностороннее личностное развитие — формирование «мягких навыков (компетенций)», обеспечивающих коммуникативную успешность и жизнетворчество.
4. Осуществление профориентационной и профконсультационной деятельности в гуманитарном контексте, обеспечивающем глубокое понимание первостепенного значения освоения космоса для социально-культурного развития страны, обеспечения высокого уровня качества жизни, а также усиления обороноспособности и международной конкурентоспособности России.
5. Реализация личностно-ориентированного подхода к каждому школьнику, обеспечивающего выстраивание оптимальных индивидуальных образовательно-развивающих и профессионально-карьерных траекторий, учитывающих способности, личностные особенности и интересы.
6. Подготовка достаточного количества педагогов и специалистов, владеющих методологией профориентационной и профконсультационной деятельности на основе современных психолого-педагогических и информационно-коммуникационных технологий; формирование в стране соответствующего профессионального сообщества.

Процесс профессионального самоопределения школьников в космической сфере осуществляется как под влиянием их ближайшего окружения (родителей, знакомых, друзей), так и под влиянием системы мер, целенаправленно воздействующих на выбор профессии со стороны официальных *институтов:* органов управления космической деятельностью; космических предприятий и организаций, заинтересованных в привлечении специалистов необходимого им профиля; вузов (факультетов, кафедр) профессионального космического образования; общеобразовательных организаций, прежде всего, специализированных (например, сети «гагаринских школ (училищ)»); учреждений дополнительного образования; средств массовой информации; специализированных профориентационных центров и кабинетов; общественных организаций и объединений (клубов, ассоциаций, движений и т. п.); музеев, выставочных центров и т. п.

К основным *инструментам* профессиональной ориентации в сфере космической деятельности относятся: пропаганда космических профессий; просвещение в области освоения космоса; воздействие на сознание школьников средствами кинематографии, литературы и искусства; образовательные космические программы, реализуемые в учреждениях основного и дополнительного образования (соответствующие разделы в предметных курсах базисных учебных планов, а также спецкурсы, кружки, клубы, исследовательская и проектная деятельность школьников и т. п.); индивидуальное профессиональное консультирование (психологическая профдиагностика, информирование о востребованности космических профессий, информирование о соответствующих предприятиях и учебных заведениях и т. п.); виртуальное моделирование космической профессиональной деятельности и социально-профессиональных жизненных сценариев (тренажёры, компьютерные игры и специальные программы).

Программы *дополнительного космического образования* должны быть направлены поддержки социально-профессионального само-

определения школьников в космической сфере должны обеспечивать оптимальную интеграцию ресурсов различных институтов и эффективное сочетание инструментов формирования социально-профессионального выбора.

Для координации деятельности всех институтов и интеграции потенциала различных инструментов дополнительного космического образования создаётся сетевая структура, организационно-методическими ядрами которой являются специализированные центры, создаваемые на базах образовательных учреждений, космических предприятий, технопарков и т. п.

Такие центры представляют собой *профориентационно-развивающую среду*, содержащую следующие основные компоненты: постоянную экспозицию, представляющую космические организации, предприятия и профессиональные образовательные учреждения космического профиля; временные тематические экспозиции, приуроченные к определённым датам, юбилеям, а также посвящённые различным проблемам освоения космоса; меняющуюся экспозицию научно-технического творчества учащихся; информационно-ресурсный отдел, аккумулирующий научно-техническую информацию, представленную на различных носителях; кабинет психологической профдиагностики и профконсультирования; портал в интернете; издательский отдел; фотовидеостудию; мастерскую технического моделирования; методический кабинет для работы с педагогами и специалистами.

Профориентационно-космические центры осуществляют ряд специальных функций: инициируют взаимодействие космических предприятий с общеобразовательными учреждениями; разрабатывают и реализуют программы такого сотрудничества; привлекают к профориентационно-космической деятельности космонавтов, ведущих специалистов и ветеранов космической сферы; проводят профдиагностику и профконсультирование школьников; координируют участие школьников в космическо-ориентированных научно-технических программах и акциях; ведут кружковую и клубную работу в космической сфере; организуют выставки и конкурсы научно-технического творчества школьников; инициируют и методически обеспечивают организацию космических лагерей и экспедиций для школьников; пропагандируют космические профессии; обеспечивают дистанционные ресурсы социально-профессионального самоопределения школьников; оказывают методическую поддержку педагогам и другим специалистам, связанным с профессиональной ориентацией школьников в космической сфере.

Таким образом, профориентационно-космические центры представляет собой *открытые психолого-педагогические системы*, которые широко используют научно-технические и социальные ресурсы, создают собственные возможности для поддержки профессионального самоопределения и личностного развития школьников. В общеобразовательных учреждениях могут создаваться филиалы таких центров — кабинеты поддержки космического социально-профессионального самоопределения школьников.

Для организации системы *предпрофессионального космического образования* целесообразно создание сети корпоративных учебных заведений «Роскосмоса» «гагаринских училищ (школ)» по аналогии с суворовскими и нахимовскими училищами Министерства обороны. Гагаринские училища (школы), а также гагаринские классы в общеобразовательных школах могут создаваться как на основе организационно-педагогических принципов кадетского образования, так и основе подхода «школ с углублённым изучением отдельных предметных областей».

Согласно современным педагогическим тенденциям образовательные программы таких школ должны обеспечивать реализацию «*интегративной образовательной модели*», т. е. глубокую межпредметную интеграцию, при которой размываются границы между

отдельными темами, модулями и курсами. На занятиях должны обсуждаться актуальные научно-технические и социально-экологические проблемы, моделироваться технические устройства и экологические процессы, преобладать исследовательские, проектные, диагностическо-консультационные формы организации образовательной деятельности. Данная модель характеризуется широкой направленностью содержания образовательного процесса: наряду с традиционным когнитивным содержанием, образование направлено на эмоциональное, нормативно-поведенческое, социальное и экспрессивное (умение выражать себя) развитие личности.

Гагаринцы, согласно своим интересам, должны иметь возможность выбирать *индивидуальные образовательные траектории:* набор образовательных курсов, глубину освоения отдельных модулей и тем. Образовательная траектория — это педагогически проектируемый оптимальный путь решения индивидуальных образовательных задач с помощью ресурсов образовательной среды и социума, путь, ведущий к достижению персональных образовательных и социальных целей. Разработка индивидуальных образовательных траекторий осуществляется на основе диагностических и консультационных процедур. Образовательно-консультационный процесс обязательно строится на основе учёта интересов и проблем самих учащихся. Акцент ставится на их самореализацию, личностный рост, индивидуальную ответственность за собственный выбор. На основе консультаций в образовательные и просветительские курсы вносятся изменения в соответствии с потребностями и интересами, возникающими у школьников.

Основными организационными единицами образовательно-консультационного процесса должны стать первичные детско-взрослые сообщества — небольшие исследовательско-проектные группы, включающие наряду со школьниками также педагогов, специалистов-консультантов и активных родителей. Такое детско-взрослое творческое сообщество функционирует как единая команда в логике наставничества, является средством личностного развития и социализации каждого члена такой группы. В данной модели детско-взрослые команды обладают высокой степенью автономност*и*: разрабатывают содержание исследовательской и проектной деятельности в зависимости от специфических потребностей и интересов членов своей группы (основной критерий — высокая мотивация к саморазвитию), а также вырабатывают собственную стратегию реализации проектов. Всё это обусловливает необходимость тесной кооперации между разными педагогами и специалистами-консультантами, участвующими в реализации образовательно-консультационного процесса.

Индивидуальные образовательные траектории позволяют выдвигать и обеспечивать необходимые приоритеты на различных этапах образовательного процесса, организация которого требует как его вариативного содержания, так и вариативных методов, средств, форм. Индивидуальные образовательные траектории разрабатываются в соответствии с персональными жизненными целями и образовательными задачами каждого гагаринца.

Индивидуальные образовательные траектории включают четыре основных компонента.

1. *Образовательные и просветительские курсы*. Определяются индивидуальный набор курсов, а также персональные стратегические задачи в рамках каждого образовательного курса, выделяются особенно актуальные проблемно-содержательные модули, разделы и темы. Планируется количество часов по каждому курсу, в том числе — часов на групповые и индивидуальные занятия, самостоятельную работу и т. п.
2. *Групповые и персональные исследования и проекты*. Определяются профиль и тематика проектов, а также руководители и консультанты. Формулируются персональные задачи участия

в проектной деятельности. Планируются индивидуальные функции в проектных группах и т. п.

3. *Консультации специалистов.* Определяется профиль и персональный состав специалистов-консультантов, формулируются основные проблемы и соответствующие задачи, планируется, необходимое количество консультаций.
4. *Участие в культурной и общественной жизни.* Определяются виды деятельности, решаемые развивающие задачи, необходимые репетиции, заседания, выступления и т. п.

Важнейшими компонентами педагогического проектирования организационно-образовательной модели гагаринских училищ, наряду с содержанием космического образования (которому традиционно отводится наибольшее внимание), должны стать: формы организации образовательного процесса (например, его «интегративно-инновационная» модель), личностно-развивающая социально-образовательная среда (например, её «карьерно-творческий» тип), структурная организация училища (например, её «матрично-модульная» модель), управленческая модель (например, модель «развивающего управления»), организационная культура (например, «инновационная»), формирование коллектива (товарищество, взаимная поддержка и т. д.).

Таким образом, можно констатировать, что эколого-космическое образование может, с одной стороны, стать стратегическим направлением развития отечественного общего образования XXI века, а с другой стороны — философско-педагогической основой различных организационно-методических подходов к реализации дополнительного и предпрофессионального космического образования, в частности, гагаринских училищ.

СОДЕРЖАНИЕ

Абрамович И. В., Шамбин А. И.
Космическая тематика в рамках дополнительного астрономического практикума. 19

Агеев Г. К., Каменев С. И., Хайруллина Р. Р.
Международная аэрокосмическая школа в Республике Башкортостан как эффективная форма популяризации космических исследований и привлечения молодёжи для работы в космической отрасли 25

Андреев А. В., Севоян В. А., Зотолокина А. Р., Ложников А. Е.
Критерии выбора космического образования у современных школьников 28

Балебанова Т. В.
Выездные экспедиции в обсерватории и научные центры России межшкольного центра изучения астрономии (МШЦИА) 1874 30

Баникевич А. С.
«Космические вахты Кузбасса»: из опыта взаимодействия Кемеровского областного краеведческого музея и образовательных учреждений 32

Белоконов И. В., Аваряскин Д. П., Кудрявцев И. А., Гульбис А. А., Черников С. А.
Формирование потенциала в области космической науки и технологии в развивающихся странах: опыт Самарского университета 36

Белоконов И. В., Крамлих А. В., Тимбай И. А.
Обучение через исследования: роль и место наноспутников в космическом образовании 38

Беляев М. Ю., Поярков Н. Г.
Участие космического факультета Мытищинского филиала Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана в исследованиях и экспериментах на Международной космической станции 39

Бирюкова Т. Е., Бирюков К. Г., Зайцев А. Н., Солдатова Е. В., Тимошенко Н. А.
Космические исследования и школа 46

Богданова Н. В.
Самарский университет — «кузница кадров» российской космонавтики . 48

Богданова Ю. В., Волков А. П., Деркунский А. В., Иванова Ю. А., Клименко Т. В., Ковинько В. А., Кондаков П. П., Макаренко А. Н., Обухов В. В., Псахье С. Г., Чернявский А. Г., Шеков И. С., Шмелева Е. В., Минаев Н. Н.
Инициатива «Космический урок» — инновационный проект российского космического образования 54

Богомолов В. В., Богомолов А. В., Дементьев Ю. Н., Еремеев В. Е., Жарких Р. Н., Июдин А. Ф., Оседло В. И., Прохоров М. И., Свертилов С. И.
Опыт научно-образовательной работы со школьниками на примере космического аппарата «СириусСат» 56

Ваганов А. Г.
На кого упало яблоко Ньютона. Закон всемирного тяготения и рождение феномена наивной науки дилетантов 61

Вибе А. А.
Астрономическое образование школьников в Доме детского творчества городского округа Звенигород 67

Гаджиев Э. В., Генералов А. Г., Салихов М. Р.
Состояние и перспективы развития бортовых антенных систем космических аппаратов 72

Гаджиев Э. В., Юрьев И. С., Жукова О. В., Шуплякова М. Б., Кулькина Е. С.
К вопросу о построении обучения старшеклассников космической тематике 75

Ганагина И. Г., Гиенко Е. Г.
Комплексный подход в геодезическом вузе при подготовке специалистов в области использования результатов космической деятельности 77

Гансвинд И. Н.
Путь в космос через научно-образовательные летательные аппараты 82

Герасимова-Мейгал Л. И., Мейгал А. Ю.
Необходимость мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы при симуляции условий микрогравитации с помощью метода «сухой» иммерсии 87

Гиенко Е. Г., Ганагина И. Г.
История подготовки кадров в Новосибирском институте инженеров геодезии, аэрофотосъёмки и картографии – Сибирском государственном университете геосистем и технологий по специальности «космическая геодезия» 90

Гончарова И. В., Чувардин Г. С.
Экспозиция Музея космонавтики как инструмент формирования наглядности в системе космического образования 96

Горелова Л. И., Надточий Ю. Б.
Кадровые ресурсы предприятий ракетно-космической отрасли: проблемы и перспективы 101

Громыко А. Ю.
Опыт космического центра Сколтеха в аэрокосмическом образовании для школьников: образовательные программы в Образовательном центре «Сириус» и программа «Дежурный по планете» 106

Данилова О. В.
Школьный музей космонавтики им. Королёва С. П. — центр воспитательной работы школы 110

Дёмин М. В.
Образовательный центр «Гражданин Вселенной» как составляющая проекта «Дом Циолковского» 112

Дёмин М. В.
Популяризация идей Циолковского и К. Э. русских космистов в музейных экспозициях Мемориально-просветительского комплекса «Дом Циолковского». Новые подходы 117

Десинов Л. В., Десинов С. Л., Кудякова С. Т., Рудаков
«Уроки географии с орбитальной высоты» в программе «Ураган» на Международной космической станции 122

Дмитриев В. В.
Использование информационно-коммуникационных технологий при организации исследовательской работы со школьниками по изучению объектов ближнего космоса. 126

Дмитриев В. В.
Система очно-заочной подготовки школьников Омской области к Всероссийской олимпиаде по астрономии 130

Дмитриев Н. Д.
Музей как носитель космической идеи и его популяризация средствами современного маркетинга 134

Дудоров А. Е., Замоздра С. Н.
Челябинский суперболид — вспышка космического просвещения 139

Дунаева Е. А., Мельничук А. Ю.
Внедрение космических технологий в образовательную деятельность по направлению подготовки землеустройство и кадастры. 144

Ельчанинов А. И.
Памятники советской и российской истории исследования и освоения космоса 145

Ефремов Д. И.
Школьные, студенческие и научные аппараты, запускаемые в стратосферу в России и в мире 150

Ешанов С. Н.
Проект «Космофорт» — познавательно-тренировочные полигоны космической тематики 152

Жуков А. О., Заверзаев А. А., Захаров А. И., Прохоров М. Е.
Космический эксперимент «Лира-Б» в интересах космического образования 156

Зайцев А. Н., Мединский В. В.
Радиолюбительские спутники как база освоения космической связи 159

Замоздра С. Н.
Численные модели небесной механики — школьникам 163
Ильина А. В.
Инженерный центр Музея космонавтики — опыт организации развивающих и профориентационных занятий в области космонавтики на примере клуба «Космический отряд» 167
Ильина А. В.
Сколтех — опыт реализации международной магистратуры по направлению «инженерные космические системы» 171
Исаев Д. А., Яблошевская Ю. С.
Формирование разноуровневой образовательной среды на базе Астрокосмического комплекса имени Королёва С. П. 174
Кагиров Р. Р.
Космическое искусство как средство популяризации космонавтики 177
Кайсин Е. И.
Музей Циолковского К. Э., авиации и космонавтики как многофункциональный центр космического образования Кировской области 178
Калегин А. А.
Космическое образование в средней школе: не часть курса физики, а самостоятельная дисциплина 183
Камолов С. Г., Миракова Д. А.
Развитие управленческих компетенций в современном космическом образовании 186
Канюс М. В.
Опыт и результат практического космического просвещения для детей и молодёжи в учебных заведениях регионов РФ 189
Климов С. И., Вайсберг О. Л., Готлиб В. М., Грушин В. А., Долгоносов М. С., Зелёный Л. М., Ангаров В. Н., Козлов И. В., Летуновский В. В., Назаров В. Н., Новиков Д. И., Петрукович А. А., Родин В. Г., Эйсмонт Н. А., Корепанов В. Е., Костров А. В., Лихтенбергер Я., Надь Я., Сегеди П., Шоймоши Я.
Результаты и перспективы фундаментальных космических исследований на микроспутниках, реализуемых в инфраструктуре Международной космической станции 190
Климов П. А., Шаракин С. А.
Космический эксперимент «УФ атмосфера»: образовательный потенциал проекта 195
Князева М. Д., Митрофанов Е. М., Филатов А. Н.
Формирование компетенций будущих аэрокосмических инженеров через реализацию проектной деятельности в АНО ЦДО «Будущим-Космонавтам» 200
Коленкина М. М., Козлова Н. А., Гаров А. С., Карачевцева И. П.
Геопортал планетных данных как интерактивный музей для сохранения результатов лунных исследований советской эпохи 202
Колосков А. В.
Программа организации космобиологических экспериментов школьников 204
Колтунов Р. П.
Аспекты изучения астрономии в школе № 444 города Москвы 210
Кондакова Е. В.
Элементы космического образования в современном школьном курсе астрономии 212
Королёв М. Ю.
Роль и задачи образовательной программы «Астрокосмическое образование» при подготовке магистров в педагогическом университете 216
Кузнецов М. И.
Молодёжные образовательно-исследовательские экспедиции в космические наукограды 220
Кузнецов Э. Д., Левитская Т. И.
История астрономического образования в Уральском университете 226

Купреев С. А.
Создание системы непрерывного образования в сфере подготовки и повышения квалификации специалистов в области использования результатов космической деятельности. 231

Курагин А. В., Колесенков А. Н., Таганов А. И.
История и перспективы развития малых космических аппаратов. 235

Курицын А. А., Харламов М. М.
Использование методик и средств подготовки космонавтов для задач космического образования 240

Малыгин Д. В.
SMART-приложение «ПротоС» на мобильное устройство для проектирования наноспутников 242

Матасов Н. А.
Космический Ярославль 245

Мединский В. В., Радченко В. В., Веденькин Н. Н.
Восемь лет образовательному проекту «Воздушно-инженерная школа (CanSat в России)». Промежуточные итоги и перспективы 246

Мейгал А. Ю., Герасимова-Мейгал Л. И., Саенко И. В.
Трансляция эффектов космической физиологии в реабилитацию пациентов с неврологическими заболеваниями 251

Мирзоева И. К., Дубовский И. Н.
Межотраслевая система обучения и ранней научно-технической профориентации школьников на базе космических и интернет-технологий 254

Морозова Л. Н.
Дети «Галактики» 257

Николаева Н. В.
Система аэрокосмического образования в городе Новомосковске Тульской области. 261

Олиферович Д. И.
Популяризация космонавтики в России и в мире: задачи и вызовы 264

Охочинский М. Н.
Детские книги о космонавтике, изданные в Советском Союзе и России. Сравнительный анализ. 266

Охочинский М. Н., Бородавкин В. А.
Из истории кафедры «Ракетостроение» балтийского государственного технического университета «Военмех» имени Устинова Д. Ф.. 272

Панасюк М. И., Богомолов В. В., Гарипов Г. К., Калегаев В. В., Климов П. А., Петров В. Л., Подзолко М. В., Рубинштейн И. А., Свертилов С. И., Тулупов В. И., Яшин И. В.
Проекты МГУ в области космической физики и астрофизики космических лучей: интеграция образовательного компонента в научно-исследовательскую работу 277

Пиккиев В. А., Ширабакина Т. А.
Научно-испытательная площадка развития технического творчества школьников 283

Пиккиев В. А., Широбакина Т. А.
Опыт сотрудничества с университетами Латинской Америки по созданию CubeSat. 286

Прудник Д. О.
Инженерно-технические кружки как этап профессиональной навигации школьников 289

Ротару В. А., Ищенко М. А., Кузнецов К. В., Коленкина М. М.
Архив планетных карт как музейно-образовательная база для студентов-картографов 291

Рытик А. П., Аникин В. М., Богданов М. Б., Короновский А. А.
Общество любителей астрономии Саратовского университета 296

Самойлов Н. Е., Царьков И. С., Бобырев А. Д.
Школьный астро-космический комплекс с удалённой обсерваторией на платформе интернета вещей 301

Свертилов С. И., Богомолов В. В., Гарипов Г. К., Горбовской Е. С., Калегаев В. В., Климов П. А., Корнилов В. Г., Липунов В. М., Оседло В. И., Панасюк М. И., Петров В. Л., Подзолко М. В., Рубинштейн И. А., Тулупов В. И., Яшин И. В.
Образование и наука на базе проекта МГУ «УниверСат – СОКРАТ» 307

Скорина С. Ф.
Организационно-методические аспекты кадрового обеспечения экспериментальной отработки изделий ракетно-космической техники: состояние, перспективы, проблемы (опыт взаимодействия гражданского вуза и первого государственного испытательного космодрома «Плесецк») 313

Сметанин В. А.
Квалификация персонала ракетно-космической промышленности 317

Солнцев А. М.
История преподавания космического права на кафедре международного права РУДН 323

Сочнев А. В., Зиганшин Б. Р., Саттаров А. Г.
Лазерные ракетные двигатели в малых спутниках и их применение для освоения ближнего и дальнего космоса 328

Стриженова Е. М., Тюкалова В. В., Петров А. С.
Комплексное решение задачи популяризации космонавтики в современных условиях 331

Уткин Б. В., Магазинникова А. Л., Семчанкова К. В., Анишин М. Н., Бабанов Д. А., Жуков И. А.
Проект по разработке системы управления спутниковой антенной на основе сигнала с канала обмена в рамках грантовой программы 334

Федотов Д. В.
Космическая акустика 338

Филипенко И. Н., Ревяков Г. А.
Актуальные вопросы формирования системы непрерывного отраслевого образования 343

Фирсюк С. О., Бирюкова М. В., Оделевский В. К., Юн Сон Ук
Программа экспериментов на Международной космической станции Московского авиационного института 349

Фирсюк С. О., Егоров Ю. Г., Кульков В. М., Чернышов А. Н.
История создания студенческих спутников в Московском авиационном институте 351

Фирсюк С. О., Лопатин С. С., Федорук А. Н., Юров А. М.
Центр проектирования и производства малых космических аппаратов МАИ 353

Фомин Д. В., Титова А. Д., Яненко С. А., Лейфа А. В., Плутенко А. Д.
Проектное обучение студентов космических специальностей в рамках программы «УниверСат», осуществляемое в Амурском государственном университете 355

Фролов С. Н., Титенко Е. А., Добросердов Д. Г., Щитов А. Н.
Малые космические аппараты Юго-Западного государственного университета. Опыт создания и применения 359

Халецкая Т. В.
К вопросу о подготовке инженерных кадров для космической отрасли на основе интегративного подхода 365

Халецкая Т. В., Лейфа А. В., Еремина В. В.
Профессиональная подготовка инженерных кадров для космической отрасли на довузовском этапе 368

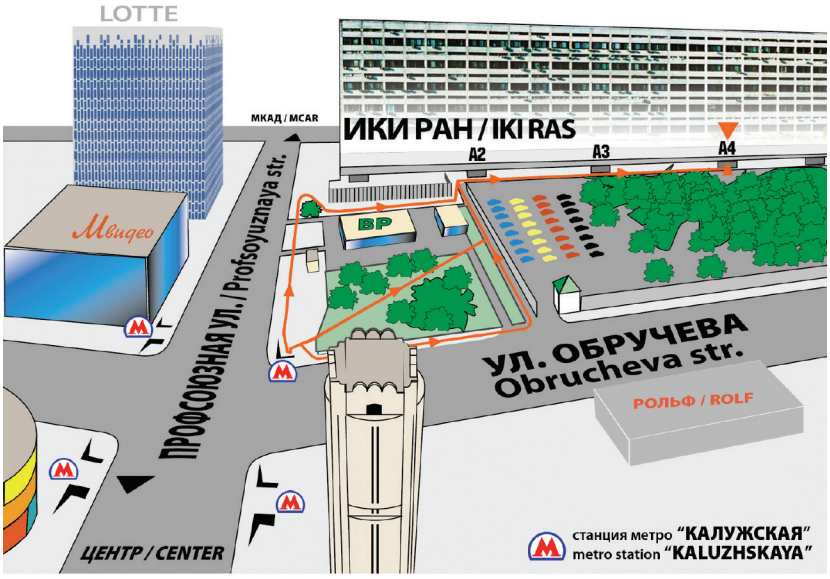
Хохлов А. В.
Популяризация космонавтики в Санкт-Петербурге на базе Северо-Западной организации федерации космонавтики РФ 370

Хромов Г. А., Бычков В. К., Павлов В. А., Балескин В. А., Зарипова А. В., Абрамешин Д. А.
Учебный симулятор сборки и программирования спутника 372

Царьков И. С., Бобырев А. Д., Самойлов Н. Е., Шаенко А. Ю.
Сетевой проект «Школьный космический телескоп» 374

Чаруйская М. А.
Компетенции в области инжиниринга как основа успешной диверсификации 378
Чеверда В. В.
Опыт проведения экспериментов в рамках международного сотрудничества с Европейским космическим агентством 381
Черенков П. Г.
Цифровые сервисы высокотехнологичных компаний в образовательной среде 382
Черных И. А.
Преподавание международного космического права на кафедре международного права РУДН 384
Чигасова А. Б.
Задачи с астрономическим содержанием на уроках физики как элемент космического образования 389
Чириков С. А., Охочинский М. Н., Зубов А. Г.
Опыт выполнения межвузовских студенческих проектов 392
Шаенко А. Ю.
Спутник «Маяк» и другие проекты сообщества «Твой сектор космоса» 395
Шаклеина А. Ю., Павлова Л. П.
Организация космического питания экипажей российского сегмента Международной космической станции 396
Шалункова В. В.
«Гагаринские Дни. Проект в школе — просто о сложном». К 85-летию со дня рождения Советского лётчика-космонавта Юрия Алексеевича Гагарина (1934–1968) 399
Шатовская Н. Е.
Дистанционная работа по астрономии со школьниками 405
Шпекин М. И., Безменов В. М.
Орбитальная фотограмметрия в учебном процессе в Казанском федеральном университете (результаты, проблемы, перспективы) 410
Шпотя Д. А., Романов А. А.
Сквозной жизненный цикл проектирования и разработки малых космических аппаратов класса CubeSat в парадигме модельно-ориентированного системного инжиниринга 414
Шпотя Д. А., Шпотя В. А.
Преимущества объединения онлайн и традиционных форматов образования на примере развития профориентационного курса: «Взгляд в космос: события, технологии и люди российской космонавтики» 418
Щербаков Ю. К.
Московская педагогическая школа астрономического и аэрокосмического образования детей (по материалам наследия Пшеничнера и Б. Г. Кротова И. В.) 421
Ярцев А. В.
Космонавтика в предпрофессиональном образовании 424
Ясвин В. А.
Методологические основы организации среды эколого-космического образования 427

КАК ПРОЙТИ В ИКИ РАН



Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)
Профсоюзная улица, дом 84/32, подъезд А2

Площадь академика Келдыша

Метро «Калужская», первый вагон из центра, выход прямо в подземный переход, по тоннелю — вперёд до упора, в конце тоннеля повернуть направо, затем налево по лестнице выход на улицу, далее по стрелкам на схеме

СХЕМА МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

ТОЧКИ ПИТАНИЯ ВБЛИЗИ ИКИ РАН

1. Институт космических исследований РАН, столовая, 1-й этаж, секция А3.
2. ТЦ «Калужский», ул. Профсоюзная, 61а, зона ресторанов, 2-й этаж.
3. «Кафе» в бизнес-центре Газпром, ул. Обручева, 23.
4. Кафе «Андерсон», ул. Обручева, 30/1.

Первая Всероссийская конференция
по космическому образованию
«Дорога в космос»
1–4 октября 2019 года

Подписано в печать 13.09.2019
Формат 135×240. Заказ 4180

Издатель: Институт космических исследований
Российской академии наук (ИКИ РАН)
117997, Москва, Профсоюзная ул., 84/32

Компьютерная вёрстка: *Комарова Н. Ю.*