

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

# **ДОРОГА В КОСМОС**

**ПЕРВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО КОСМИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ**

**СБОРНИК ТРУДОВ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
ПО КОСМИЧЕСКОМУ  
ОБРАЗОВАНИЮ**

Серия «МЕХАНИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАТИКА»

МОСКВА  
2022

Дорога в космос: Первая международная конференция  
по космическому образованию: сб. тр. М.: ИКИ РАН,  
2022. 232 с.

5–8 октября 2021 г. состоялась Первая международная конференция по космическому образованию «Дорога в космос». Среди основных задач конференции было обсуждение задач и проблем космического образования в нашей стране в школах, вузах и аспирантуре, вопросы популяризации космических исследований и привлечения молодежи для будущей работы в космической отрасли.

Предлагаем вашему вниманию сборник трудов по результатам конференции.

The Road to Space: First International Conference:  
Proceedings of the Conference. М.: ИКИ, 2022. 232 p.

The first international conference on space education The Road to Space took place on October 5–8, 2021. The main objectives of the Conference included debates on the tasks and problems of space education at schools, universities and postgraduate courses, as well as issues of popularization of space research and attracting the youth to work in the space industry in the future.

Based on the results of the Conference, Proceedings have been published, which are offered to your attention.

Серия «МЕХАНИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАТИКА»

Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей

Отдельные статьи даны в авторской редакции

Качество иллюстраций соответствует предоставленному авторами материалу

Электронная версия сборника размещена на сайтах ИКИ РАН <https://iki.cosmos.ru/research>  
и Российской научной электронной библиотеки <http://elibrary.ru/>

Компьютерная верстка: *Комарова Н. Ю.*

Подписано в печать 03.05.2022

Формат 70×100/16

Усл. печ.-л. 18,85

Тираж 150

Заказ 4192

## СОДЕРЖАНИЕ

Резолюция Первой международной конференции по космическому образованию «Дорога в космос» .....	5
<i>Abdelaziz M. A.</i> The opportunities and challenges of OceanSciTech cubesat mission for sustained coastal monitoring .....	9
<i>Hoover R. B., Barnhart D. B., Robinson K.</i> The Space and Rocket Center U. S.: Past, Present and Future .....	11
<i>Алликас А. Г.</i> Формы и методы космического образования на примере работы объединения дополнительного образования «Уфимская космошкола» .....	18
<i>Афендикова Н. Г.</i> Кабинет-музей академика Келдыша М. В. как точка притяжения .....	25
<i>Афиани В. Ю.</i> Проекты национальных программ космического образования России: сравнительный анализ .....	28
<i>Балбанова Т. В.</i> Выездные экспедиции в обсерватории и научные центры России Межшкольного центра изучения астрономии (МШЦИА) .....	33
<i>Волобуева М. И., Утешев И. А., Эскин Б. Б.</i> Астрономические кружки как часть системы подготовки школьников к интеллектуальным соревнованиям .....	38
<i>Гершензон В. Е., Гершензон О. Н., Аксенов Д. Е., Никитская К. Е., Дорофеева М. В., Мухатдинова Г. Н.</i> Обобщение опыта работы с междисциплинарным кластером «Космос для жизни на Земле» .....	43
<i>Горбунова Л. В.</i> Школьный музей космонавтики — центр интеллектуального развития и творчества молодёжи .....	55
<i>Евсеев В. И., Матвеев С. А., Охочинский М. Н.</i> Интеграционная модель дополнительного образования для развития кадрового потенциала в космической отрасли .....	59
<i>Жуков А. А., Болотник Н. Н., Чащухин В. Г.</i> Перспективы использования шагающих микророботов на МКС для космического образования .....	67
<i>Иванова Ж. Б.</i> Изучение космических правоотношений через интеллектуальные интерактивные игры .....	71
<i>Касатиков Н. Н., Фадеева А. Д., Брехов О. М., Гомозов О. А.</i> Подготовка студентов для предприятий космической направленности с целью предотвращения оттока кадров .....	77

<i>Климов С. И., Вайсберг О. Л., Грушин В. А., Зеленый Л. М., Новиков Д. И., Осадчая Л. А., Петрукович А. А., Пилипенко В. А., Садовский А. М., Эйсмонт Н. А., Костров А. В., Лихтенбергер Я., Надь Я.</i>	Трёхуровневый научно-образовательный эксперимент в магнитосфере .....	81
<i>Князева М. Д., Митрофанов Е. М., Филатов А. Н.</i>	Космический экспресс: проекты для школьников .....	88
<i>Кумарин А. А.</i>	Разработка образовательного пикоспутника MiniSat .....	92
<i>Лукьянова Р. Ю.</i>	SCOSTEP — научные комиксы по солнечно-земной физике .....	98
<i>Майорова В. И.</i>	Молодёжный космический центр МГТУ им. Баумана Н. Э. — студенческий путь в космические технологии .....	106
<i>Малахова Т. И.</i>	В планетарии одном можно видеть звёзды днём .....	118
<i>Моисеенко О. В.</i>	Народный музей Гагарина Ю. А. ....	124
<i>Морозова Л. Н.</i>	Научно-просветительные программы Дома-музея Чижевского А. Л. ....	131
<i>Надточий Ю. Б.</i>	Перспективы развития космической отрасли: информация в современных массмедиа .....	136
<i>Назарьев Р. С., Демьянова-Назарьева Г. В.</i>	Космическое образование в инклюзивной школе .....	144
<i>Новосельцев Д. А.</i>	Разработка и испытания семейства двигателей «Д-Старт» с внешними источниками энергии для сверхмалых космических аппаратов и возможности их применения в целях космического образования. ....	147
<i>Проскуракова Е. М., Белоусова М. Д., Гасанов А. А.</i>	Применение технологий виртуальной реальности для образовательных задач: создания симулятора добычи и анализа ледяного ядра .....	160
<i>Устименко Г. В., Садым В. А.</i>	Космическое образование как форма внеклассной работы в общеобразовательном учреждении .....	169
<i>Фатеев В. Ф., Стройков М. Г., Донченко С. С., Давлатов Р. А., Лопатин В. П.</i>	Международный научно-образовательный космический кластер на основе малых космических аппаратов стран BRIKS (проект) .....	176
<i>Черных И. А.</i>	Новые формы преподавания международного космического права в Центре международного космического права РУДН имени проф. Жукова Г. П. ....	194
<i>Черняев А. Г.</i>	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Запрограммируй космическую базу. Колобот». ....	198
<i>Шатовская Н. Е.</i>	Пять лет проекту astrodistant.ru .....	219
<i>Шахраманьян М. А., Рихтер А. А.</i>	Космический экологический дозор .....	225
<i>Яновская Е. Е., Загорулько Р. В.</i>	Звёздный фрегат. ....	228
<i>Климов Д. Ю., Югай В. М.</i>	Модель КОСМОС в системе занятий дополнительного образования на примере деятельности детско-юношеского объединения «Суворовец» .....	232

## РЕЗОЛЮЦИЯ

### ПЕРВОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО КОСМИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

#### «ДОРОГА В КОСМОС»

5–8 октября 2021 г. состоялась Первая международная конференция по космическому образованию «Дорога в космос». Среди основных задач конференции было обсуждение задач и проблем космического образования в России в школах, вузах и аспирантуре, вопросы популяризации космических исследований и привлечения молодёжи для будущей работы в космической отрасли.

Секции конференции:

1. Космическое образование и освоение космоса: от наноспутников до пилотируемых станций.
2. Научно-образовательные космические аппараты. Малые спутники.
3. Опыт и перспективы использования МКС в интересах космического образования.
4. Роскосмос: программы повышения квалификации.
5. Взаимодействие государства и бизнеса в космическом образовании школьников и студентов.
6. Международное сотрудничество в области космического образования.
7. Базовые кафедры и университетские лаборатории.
8. Космическое образование для школьников: кружки и уроки астрономии.
9. Популяризация в СМИ и космическое просвещение.
10. Мобильность космического образования.
11. Электронные и дистанционные формы космического образования.
12. История космического образования. Космические музеи.
13. Образование в российских университетах в области космического права.

В пленарных и секционных заседаниях приняли участие более 400 докладчиков и гостей конференции. Опубликован сборник тезисов участников конференции (ИКИ РАН, 2021), подготовлены к изданию труды конференции.

#### **Конференция констатировала:**

Доклады участников и обсуждения ещё раз подтвердили, что популярность достижений в космической области и интерес российского общества к теме развития космической науки и технологий находятся на неприемлемо низком уровне. Можно отметить некоторые тревожащие признаки сложившейся ситуации:

1. Романтика космических полётов и исследований ушла в прошлое. Это объективный процесс, который затрагивает всех участников космической деятельности в мире. Сегодня происходит поиск новых целей и задач освоения космоса. К сожалению, поиск новых целей часто заменяется празднованием юбилеев прошлых достижений, что хорошо само по себе, но очевидно недостаточно для того, чтобы заинтересовать космосом молодёжь.
2. Практически все слои населения плохо представляют себе успехи и перспективы развития российской космической отрасли, хотя усилиями Госкорпорации «Роскосмос» ситуация постепенно улучшается.
3. К сожалению, информационный фон остаётся скорее негативным: внимание СМИ привлекают в первую очередь скандалы, связанные с космической отраслью, аварии и критические проблемы. Многие успешные российские космиче-

ские проекты получают неадекватно низкое внимание в прессе и отрицательные отзывы.

4. Молодёжь неохотно идёт учиться в некогда престижнейшие вузы, занимающиеся космической тематикой: становится некому передавать знания, опыт, культуру, традиции; разрывается связь поколений, утрачиваются уникальные знания.
5. Следует отметить, что есть изменения к лучшему. Проводятся летние школы, различные мероприятия для студентов и школьников, среди которых отдельно хочется сказать о Ракетно-космической школе «Кансат», Летней космической школе, мероприятиях, проводимых в рамках программы Академический класс в Московской школе, развивающемся кружковом движении.

К сожалению, при этом, как было отмечено на конференции 2019 г., для последних десятилетий в РФ характерна последовательная деградация астрономического и аэро-космического образования (АКО) в системе дополнительного образования детей. В ряде регионов наблюдается активное разрушение ранее успешных педагогических школ АКО или их исчезновение. Причины: формализм и непрофессионализм административных и педагогических кадров, пришедших на смену прошлому высокопрофессиональному поколению педагогов, отсутствие государственной политики в вопросах дополнительного АКО детей, в недостаточном взаимодействии науки, промышленности, бизнеса, общественных организаций со школами, лицеями и центрами детского творчества. Уникальный опыт АКО детей, накопленный в прошлые годы, безвозвратно теряется.

То, что ещё осталось, поддерживается энтузиастами и подвижниками. Конференция показала, что этих людей достаточно много и, несмотря на сложности, появляются новые кадры. На общественных началах они реализуют интереснейшие проекты в создании любительских спутников, исследовании верхних слоёв атмосферы, вовлечении школьников и молодёжи в изучение и технические разработки в различных областях космических технологий. Они прививают детям любовь к астрономии, ракетостроению, истории нашего космоса. Они публикуют научно-популярные книги и читают лекции.

«Горизонтальный уровень» популяризации важен и необходим. Но такие проекты и мероприятия имеют «точечный» характер, часто без серьёзной материальной базы, финансовой, информационной и технической поддержки, на незначительные собственные или спонсорские средства.

Без содействия государства, без помощи, утверждённой на самом высоком уровне, движение энтузиастов не сможет развиваться и, в конце концов, угаснет.

Развитая ракетно-космическая отрасль — одна из важнейших основ могущества ведущих мировых держав. Россия всегда была признанным лидером в этой области. Чтобы сохранить это лидерство в сегодняшней конкурентной обстановке, крайне необходимо поддерживать в обществе интерес к этой теме, а у молодых людей — пробуждать желание непосредственно участвовать в такой работе и стремиться к новым достижениям.

В космическую отрасль приходят молодые люди, со школьной скамьи увлечённые космосом, а значит — астрономией. Именно с этого увлечения начинается дорога в космос не только будущих космонавтов, но и будущих инженеров, конструкторов, технологов в области космической промышленности. Главная роль в сохранении и развитии этого интереса у школьников к выпускному классу принадлежит грамотному учителю. Но уже несколько десятилетий ни один педагогический вуз не готовит учителей по специальности «астрономия», лишь кое-где есть отдельные программы по некоторым астрономическим дисциплинам, причём только в магистратуре. На уровне бакалавриата астрономии в учебных программах нет, но именно выпускники-бакалавры идут в школу, магистранты редко становятся школьными учителями.

При этом сегодняшние студенты и школьники находятся в весьма благоприятных условиях, так как современные технические средства позволяют начать «личное освоение космоса» буквально со школьной скамьи.

В частности, образовательные программы, использующие технологии «обучение через исследования» и базирующиеся на создании научно-образовательных наноспутников, позволяют воспитать кадры в области ракетно-космической техники, отвечающие современным вызовам и соответствующие лучшим мировым практикам.

Представленные на конференции в рамках секции «Электронные и дистанционные формы космического образования» проекты представляют огромную значимость в обучении и привлечении учащихся. В нынешней ситуации необходимость средств для удалённого обучения как никогда высока. В частности, была подчеркнута важность следующих проектов: *astrodistant.ru* — проект, представленный в виде веб-приложения, который успешно реализует свою задачу уже на протяжении пяти лет и «Колобот» — приложение, позволяющее учащимся познакомиться с космическими технологиями в более лёгкой для понимания форме.

Научные и технологические эксперименты на МКС, в которых могут участвовать не только студенты, но даже и школьники, становятся важным элементом современного космического образования и обеспечивают благоприятную основу для формирования новых фундаментальных знаний и развития прорывных технологий.

В обозримом будущем космическая деятельность будет осуществляться не только госкорпорациями, но и посредством деятельности частных резидентов (юридических и физических лиц). Частные компании и негосударственные организации с целью получения коммерческой прибыли всё активнее исследуют космос, обеспечивают телекоммуникации, ведут разведку полезных ископаемых, организуют космический туризм, разрабатывают проекты космических поселений на орбитальных станциях и т.д. Сегодня в российских вузах не осуществляется подготовка специалистов по правовому сопровождению предпринимательской деятельности в космосе.

Космонавтике очень нужна общественная поддержка, которую можно получить, только если о её результатах будут знать самые широкие слои населения. Таким образом, необходима популяризация космических достижений с помощью традиционных и новых средств массовой информации.

В то же время медиаиндустрия, маркетинговые и рекламные организации нуждаются в применении новых, нестандартных средств и носителей, в том числе тех, которые могут быть осуществлены с помощью технических средств авиакосмической промышленности.

#### **Конференция решила:**

1. Для координации взаимодействия и развития космического образования просить руководство ГК «Роскосмос» рассмотреть возможность воссоздания при Госкорпорации Образовательного консорциума, в задачи которого будут входить всемерное содействие развитию и координация системы аэрокосмического образования в стране.
2. Поручить оргкомитету конференции, опираясь на решения конференции и Совета по космосу РАН, ещё раз обратиться в ГК «Роскосмос» с вопросом о необходимости включения мероприятий по популяризации и работы с общественностью в бюджет реализуемых и планируемых космических проектов.
3. Обратиться в Министерство науки и высшего образования РФ с предложением создать специальную программу, поощряющую создание научно-образовательных наноспутников в тех университетах, которые ведут подготовку кадров в области космической науки и техники, с выделением соответствующих финансовых ресурсов на конкурсной основе. В качестве пилотного предлагается проект группировки наноспутников исследования ионосферы Земли, инициированный Самарским университетом.
4. Обратиться в Министерство науки и высшего образования РФ с предложением восстановить в педагогических вузах бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» (с двумя профилями подготовки) профиль «физика, астрономия»; восстановить в педагогических вузах учебные программы по астрономии, астрофизике, методике преподавания астрономии; рекомендовать организациям дополнительного профессионального образования привлекать к работе с учителями специалистов в области астрономической науки и вузовских преподавателей этого профиля; обязать экспертов-преподавателей организаций дополнительного профессионального образования, проводящих переподготовку учителей астрономии, проходить обучение на профильных курсах повышения квалификации в соответствующих вузах.

5. Обратиться в Министерство науки и высшего образования РФ с предложением разработать и включить факультативную дисциплину «Космическое бизнес-право» для студентов, обучающихся, например, по профилям подготовки «Гражданское и предпринимательское право», «Правовое обеспечение предпринимательской деятельности», «Юрист в сфере бизнес-права» или разработать магистерскую программу, например, «Правовое сопровождение предпринимательской деятельности в космосе» или «Юрист в сфере космического бизнес-права», в которой желательно рассмотреть следующие вопросы: правовое стимулирование частного предпринимательства в сфере гражданского сектора космической деятельности при государственном контроле за лицензированием этого вида предпринимательской деятельности, с соблюдением лицензионных требований и безопасности её осуществления для отдельных людей, общества и государства; административная ответственность за нарушение правил регистрации и эксплуатации космической техники, нарушения лицензионных требований к различным видам коммерческой деятельности в космосе и др.
6. Предложить Министерству науки и высшего образования РФ и Министерству просвещения РФ сформировать рабочую группу по созданию концепции научных комиксов по солнечно-земной физике и другим наукам космической области; рассмотреть возможность поддержки разработки и публикации серии брошюр, содержащих подобные материалы.
7. Просить Министерство науки и высшего образования РФ и Министерство просвещения РФ рассмотреть вопрос о создании системы дистанционного обучения, содержащей, в частности, купольные фильмы для мобильных планетариев, специализированное программное обеспечение, лекции и другие материалы.
8. Просить соответствующие министерства и ведомства на всех уровнях максимально поддерживать программы и проекты, которые будут направлены на популяризацию астрокосмического образования среди детей и молодёжи; способствовать созданию благоприятных условий для сотрудничества между астрономическими (астрокосмическими) комплексами в учреждениях образования Российской Федерации и Республики Беларусь.
9. Систематизировать популяризацию космических исследований в РАН в координации с соответствующими службами ГК «Роскосмос». Предлагается использовать для этого как основу журнал Президиума РАН «Земля и Вселенная» (издаётся с 1965 г.), который целесообразно развивать как источник проверенной информации о текущем состоянии наших знаний о космосе и развитии космических исследований в России и в мире. Рекомендовать Министерству просвещения РФ использовать этот журнал как пособие для учителей астрономии, преподавание которой восстановлено в РФ с 2015 г.
10. Участники конференции признали опыт проведения Первой международной конференции по космическому образованию чрезвычайно успешным и поддерживают поведение таких конференций на регулярной основе.



## THE OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF OCEANSCITECH CUBESAT MISSION FOR SUSTAINED COASTAL MONITORING

*M. A. Abdelaziz*

Ocean Sciences and Techniques Academy, Port Said, Egypt

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia

Faculty of Sciences, Port Said University, Egypt

The article focuses on the Egyptian scientific and educational project OceanSciTech CubeSat realized in cooperation of the Academy of Ocean Science and Technology, the University of Port Said and the Research Center TrenoEgypt.

*Keywords:* oceanographic satellite, CubeSat, educational project, educational satellite, satellite observations, OceanSciTech

Capacity development is one of the goals of the Egyptian Space Programme, which the Ministry of Higher Education and Scientific Research policy and strategy reiterates. Accordingly, Egypt seeks to train early career academic researchers in the space industry who can leverage space technology to solve the challenges that are associated with climate change. In this regard, OceanSciTech CubeSat developers team is attempting to solve local seas environmental problems with their self-assembled CubeSat prototype following the United Nations/Japan KiboCUBE curricula and instructions.

OceanSciTech foundational CubeSat concept was a continuous monitoring of ocean color that is essential for understanding marine/coastal ecosystems. It was proposed to deploy it from the International Space Station through the KiboCUBE programme. OceanSciTech science mission was to study the important climate variables and parameters using optical and near-IR measurements of the sea surface to understand the long-term marine ecosystem, sea surface biology and climate system. The OceanSciTech mission's purpose was to demonstrate that a 3U CubeSat, a small; 10×10×30 cm cube-shaped satellite, could collect scientifically valid and credible sea/coastal surface colour data equivalent to that of earlier ocean colour satellite missions. OceanSciTech CubeSat mainly serves as an observation sensor of the ocean surface, including chlorophyll and dissolved substances in the water and cloud formation processes.

Beside the need to sustain and advance satellite ocean color research, this PhD research was to have a really hands-on class where the OceanSciTech developers and students been actually assembly a CubeSat parts together, write the code to have communications between the ground station and the satellite, then a fly test onboard air balloon ride over the north of Hurghada on the west coast of the Red Sea.

Satellite observations have revolutionised biological oceanography, expanding our understanding of carbon and nitrogen cycling, demonstrating how biological processes in the ocean influence climate, and allowing us to track changes in primary marine food chains. In addition, observations help to observe oil spills, coastal erosion, harmful algal blooms and fishery health. Satellite remote sensing, through OLCI, MERIS and MODIS instruments, provides a means of observing a wide area covered by the ocean, when it would be impossible to rely on ships alone. However, the larger pixel size makes it difficult to measure lakes, rivers, estuaries, and coastal areas. Additionally, the retirement of many widely used and dependent ocean observing instruments has left a significant gap in ocean color viewing opportunities. So, the OceanSciTech mission hopes to

enhance the ability to observe sea surface/coastal colors with high temporal and spatial resolution by using low-cost next-generation ocean color sensors flying on CubeSats.

To achieve equivalent or better SNR performance, the instrument's light level resolution must be high so that relevant data may be obtained once the atmospheric component is removed. We used an optical radiometer to achieve highly sensitive spectral measurement with eight bands covering the visible and thermal infrared region. In the visible and near-infrared bands, the sea surface/coastal conditions are observed by taking advantage of spectral reflectance of the dissolved substances in the water and phytoplankton.

OceanSciTech CubeSat is being built over a three-year period from 2019–2021 to be launched in 2022. Uses eight spectral bands with a ground sample distance radiometric resolution of roughly 500 m nadir over a 350 km swath from an orbit altitude of 520 km. The OceanSciTech colour sensor's imagery will improve the ability to monitor fjords, estuaries, coral reefs, and other near-shore habitats where anthropogenic stressors are frequently most acute and where security and commercial interests are most important.

In the summer semester of 2021, 35 students participated in the OceanSciTech CubeSat Developers programme, bringing the total student engagement to over 69 since its inception in 2019; H. Abdelaal, K. Abdelaty, A. Abdelaziz, T. Abdellaah, N. Abdelsattar, N. Abdelzaher, S. Abdulalim, M. Aboeldahab, H. Adel, A. Ahmed, N. Ahmed, Y. Alaa, A. Ali, M. Ali, S. Alktib, N. Amer, A. Arab, A. Ayad, N. Beshry, A. Darwish, M. Eid, O. Eid, S. Eid, A. Elazazi, M. Eldesoqy, S. Eldreeny, A. Elfar, S. Elfar, A. Elkammar, H. Elsayed, S. Elshemey, M. Fahim, M. Fahmey, R. Fahmy, A. Fathy, E. Fawzy, H. Gaballa, M. Gadallah, F. Gamal, M. Goma, A. Habashy, O. Hafez, A. Hamdy, A. Hamed, E. Hamoda, T. Hassan, A. Header, A. Ibrahim, S. Ismail, M. Maher, Z. Mahrous, S. Mohamed, T. Mohamed, M. Mostafa, M. Mrwan, A. Nosier, S. Osama, O. Radwan, R. Raed, A. Ragab, N. Sabri, A. Safwat, M. Salem, S. Sami, M. Samy, O. Seifelnasr, E. Shahin, H. Sultan, R. Tarek. The project has been entirely a collaborative effort of the Ocean Sciences and Techniques Academy, Port Said University and TrentoEgypt Research Center, funded by the TwinHan Foundation. The mission's educational goal is to construct an oceanographic CubeSat in the future to increase the ability to monitor fjords, estuaries, coral reefs, and other near-shore environments.

## **ВОЗМОЖНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ МИССИИ OCEAN SCI TECH CUBESAT ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ**

*М.А. Абдельазиз*

Академия океанологических наук и технологий, Порт-Саид, Египет  
Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, Россия  
Факультет естественных наук, Университет Порт-Саида, Египет

Статья посвящена египетскому научно-образовательному проекту OceanSciTech CubeSat, воплощенному в кооперации Академией океанологических наук и технологий, Университетом Порт-Саида и Исследовательским центром TrenoEgypt.

*Ключевые слова:* океанографический спутник, CubeSat, образовательный проект, образовательный спутник, спутниковые наблюдения

**Абдельазиз** Мохамед Адель — докторская степень, науч. сотрудник,  
mohamed.adel@oceanscitech.org, mohamed@mohamedadel.com

## THE U. S. SPACE AND ROCKET CENTER: PAST, PRESENT AND FUTURE

R. B. Hoover<sup>1,2</sup>, D. B. Barnhart<sup>1</sup>, K. Robinson<sup>1</sup>

<sup>1</sup> U. S. Space and Rocket Center, Huntsville, Alabama, USA

<sup>2</sup> Buckingham Centre for Astrobiology, University of Buckingham, UK

The article focuses on The U.S. Space & Rocket Center (USSRC) in Huntsville, Alabama USA; the history of the creation and development of the premier facility in America dedicated to Space Research, Rocketry and the education and training of future Engineers, Scientists and Astronauts.

*Keywords:* Alabama Space Center, museum formation, early satellites, popularization of science, space education

The *U. S. Space and Rocket Center* (USSRC) in Huntsville, Alabama USA is the premier facility in America dedicated to Space Research, Rocketry and the inspiration, education and training of future Engineers, Scientists and Astronauts. Since opening a half century ago, more than 20 million visitors have enjoyed the Center. The USSRC was the brainchild of Dr. Wernher von Braun, the brilliant rocket pioneer who lifted mankind into the Space Age on June 20, 1944 when a V-2 rocket launched from Peenemunde, Germany reached an altitude of 175 km. He foresaw *The Road to Space*: “An age-old dream of mankind — to travel to the stars — appears to approach fulfillment.” Wernher von Braun’s love of Space had been inspired by the futuristic visions of Jules Verne and the beautiful mathematics of Kepler’s ellipses and nurtured by the scientific genius of Konstantin Tsiolkovskiy. In 1927, this 14-year-old child prodigy von Braun sent his first scientific paper, “*Journey to the Moon: Its Astronomical and Technical Aspects*” to the renowned rocket theorist Hermann Oberth. During the war, the von Braun team perfected advanced technologies of liquid propulsion rockets and guidance and control systems.

In April of 1945, as Allied forces advanced deeper into Germany, Wernher von Braun and his brother Magnus realized Germany was losing the war. H team of ~450 rocket scientists and engineers then moved from Peenemunde to southern Germany. Aware that their SS guards had orders to execute the team if they were about to fall into enemy hands, von Braun and select rocket team members escaped and fled to Haus Ingeburg, a ski lodge in the Bavarian Alps village of Oberjoch to await capture by the American troops. On May 2, 1945, hearing on the radio that Germany had fallen, Magnus tied a white flag to the handlebars and set out on his bicycle to find the Americans. He encountered PFC Frederick P. Schneikert and said “Take me to Ike. My name is Magnus von Braun. My brother invented the V-2. We want to surrender.” The von Braun team then led American experts to a cache of over 14 tons of blueprints, engineering drawings and vital research documents in an Iron Mine near Goslar and over 100 V-2 rockets, parts and components in the Harz mountains. The von Braun rocket team was secretly transferred to the White Sands Missile Range in New Mexico where they reassembled, tested and launched many V-2 rockets and began development of more advanced multi-stage liquid fueled rockets. Many von Braun team members

---

**Hoover** Richard Brice — NASA Emeritus, astrobiologist, USSRC docent, visiting research professor, richardbhoover@icloud.com

**Barnhart** Deborah — chief executive officer emerita

**Robinson** Kimberly — chief executive officer

went to Russia and helped develop the Soviet Space Program. The bicycle that Magnus rode on that eventful day is among the multitude of treasures of the *U.S. Space and Rocket Center*.

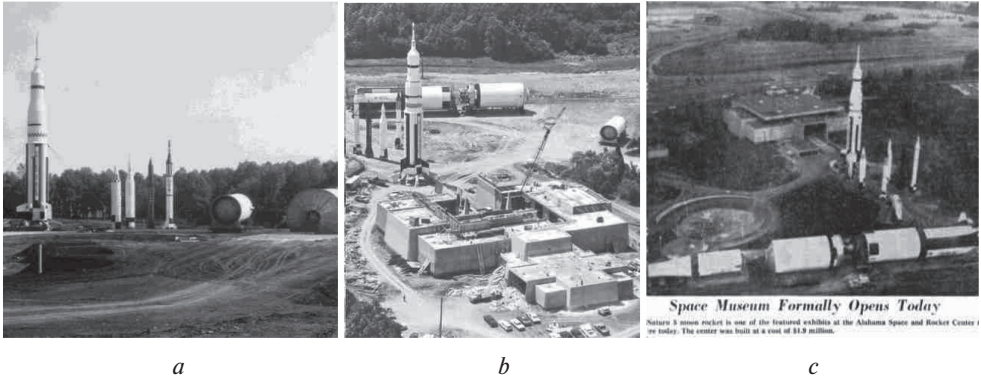
In 1956, Dr. von Braun and his primary team of Peenemunde scientists and engineers moved from Fort Bliss and the White Sands Missile Range to the newly formed Army Ballistic Missile Agency (ABMA) on Redstone Arsenal in Huntsville, Alabama. The heart of the von Braun rocket team led the Army's space efforts at ABMA in the development of more advanced multi-stage Redstone and Jupiter-C rocket technologies. A small park displaying the V-1, V-2, Hermes, Redstone, Juno II and Jupiter-C rockets was established in the Redstone Arsenal. Virtually overnight, Huntsville -the sleepy little "*Water Cress Capitol of the World*"- was transformed into "*The Rocket City*". The world changed dramatically soon thereafter when the Soviet Union launched *Sputnik*, Earth's first artificial satellite. In his classic essay "*The Lessons of Sputnik*" von Braun wrote: "*October 4, 1957, the day when Sputnik appeared in the skies, will be remembered on this planet as the day when the Age of Space Flight was ushered in.*"

After the *Sputnik 2* launch and the failure of the *Vanguard* satellite launch attempt, von Braun was tasked with rapidly launching a satellite. Explorer I lifted off atop a Juno booster on January 31, 1958 and discovered the *Van Allen radiation belt*. Recognizing the profound strategic importance of rocketry and space exploration, NASA was created when the *National Aeronautics and Space Act* was signed into Law on July 29, 1958. ABMA was transferred to NASA on July 1, 1960 and most of the original von Braun team from Peenemunde and ABMA joined the NASA/George C. Marshall Space Flight Center. Dr. Wernher von Braun became the first director and his team members became directors of the major scientific, engineering and manufacturing laboratories at the NASA MSFC.

Dr. Wernher von Braun recognized the value of rocketry, space research, exploration and scientific discovery. He understood the profound importance of the inspiration and education of new generations of astronomers, scientists, engineers and philosophers to society and was instrumental in the establishment of the University of Alabama in Huntsville. He was concerned that the rocket park at NASA/MSFC was still located within the confines of restricted military base, von Braun and Walter Linde developed plans for a new Space Exhibit outside the Redstone Arsenal where these wonderful rockets could be seen by the general public.

In 1965, von Braun began a statewide effort to amend the Constitution of the State of Alabama to authorize the sale of \$1,900,000 in long term bonds to finance the Museum construction for the Space Exhibit Project. Famous Alabama football coaches Paul "Bear" Bryant (University of Alabama) and Shug Jordan (Auburn University) were named to Chair the Space Exhibit Committee. Dr. von Braun also obtained the endorsement of Major General John Zierdt, Alabama Governor George C. Wallace, Alabama Representative Harry L. Pennington and Oklahoma Senator Robert S. Kerr. The amendment passed on November 30, 1965 and a government transfer of land was negotiated from Redstone Arsenal to provide a location for the new exhibit. Secretary of the Army Stanley R. Resor then deeded the required land and the *Alabama Space and Rocket Center* (ASRC) was born. Edward O. Buckbee of the NASA/MSFC Public Affairs Office, was selected by von Braun to become the first Executive Director of ASRC.

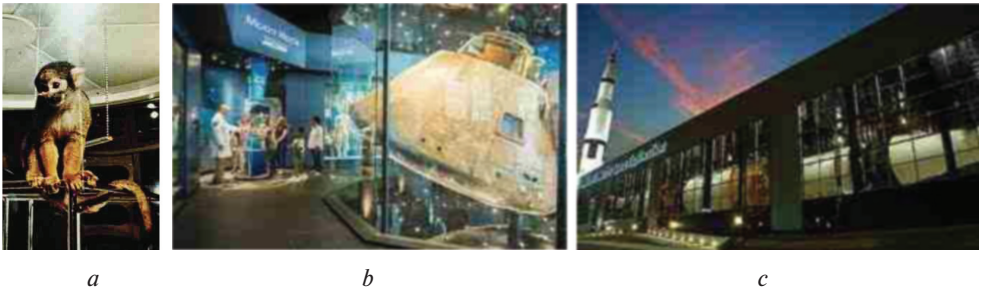
Groundbreaking for the new Museum took place on July 31, 1968. On June 28, 1969 the construction of a 30.5 m diameter lunar crater was initiated (Fig. 1a) and the Saturn 1 rocket (displayed vertically) and the massive Saturn V Moon Rocket were installed in their new home at the ASRC (Fig. 1b). The Grand Opening and Dedication Ceremony of the Alabama Space and Rocket Center (Fig. 1c) took place on March 17, 1970.



**Fig. 1.** Construction (a, b) and Dedication/Opening of the *Alabama Space and Rocket Center* (c)

Dr. Wernher von Braun in the ASRC Dedication Address remarked: *“The Alabama Space & Rocket Center obviously is much more than a place of entertainment. It is an educational tool. It will help all persons to better understand that the space program is designed to benefit mankind.”* *“Today I would like to put forth a challenge, that this space and rocket center dedicate itself to presenting not only the tools of space exploration, but also the hope for a brighter future in the practical uses of space technology. I truly believe that the progress of mankind here on earth is directly linked to the future that man builds for himself in space.”* He concluded his address, *“The Alabama Space & Rocket Center is by far the best facility of its kind in the world.”*

The Alabama Space and Rocket Center (ASRC) is solely owned by the State of Alabama and is affiliated with the Smithsonian Institution and operated by the Alabama Space Science Exhibit Commission. The Alabama Space and Rocket Center became the Official Visitor Center for the NASA/Marshall Space Flight Center. Tour buses with well-trained guides (many were NASA retirees with intimate knowledge of the Space Program) transported visitors the Redstone Arsenal. This allowed the public to see the MSFC Headquarters building, the Astrionics, Space Science and Computation Laboratories as well as the HOSC Mission Control Center and rocket fabrication and test facilities. These included the Historic Redstone Test Stand; the massive Static Test Stand (where the Saturn V First Stage with all 5 F1 engines were test fired) and the giant Dynamic Test Stand (where the full-up Saturn V Dynamic Test Vehicle was vibration tested).



**Fig. 2.** Baker (a) Apollo 16 Command Module and Moon Rock (b). Davidson Center with Saturn V Rocket (c)

In 1971, the ASRC became the home of Miss Baker, the squirrel who was launched on a Jupiter rocket on May 28, 1959 (Fig. 2a). She was lofted 480 km altitude and experienced acceleration of 38 g and 9 minutes of weightlessness in space. For 13 years Miss Baker delighted visitors with her antics and she received hundreds of letters each day from schoolchildren and her adoring public. Miss Baker died in 1984 after becoming the oldest living squirrel monkey. She is buried at the USSRC entrance and her tombstone is often adorned with bananas. In 1982 the Alabama Space and Rocket Center became the U. S. Space and Rocket Center (USSRC). With 108 linear feet of von Braun documents in the *Archives* and more than 1,500 permanent rocketry and space exploration artifacts, the USSRC is one of the premier Space and Rocketry museums in the world. It has attracted over 20 million visitors from all over the Earth. On January 31, 2008 the Davidson Center for Space Exploration was opened to protect the most important treasures of the USSRC. These include a *V-2 rocket*, *Motor* and operational cutaway *drawing*; the *Magnus von Braun Bicycle*; the Space Shuttle test article *Pathfinder*; *Mercury*, *Gemini* and *Skylab* trainers; the *Apollo 16 Command Module* that orbited the Moon in 1972; a *Moon Rock* collected in *Oceanus Procellarum* by Astronaut Alan Bean during the Apollo 12 mission (Fig. 2b) and the massive *Saturn V Moon Rocket* (Fig. 2c), which is the largest object owned by the Smithsonian, has been designated a National Historic Landmark. In 1977 Wernher von Braun noticed a group of schoolchildren studying rockets as he was touring the U. S. Space and Rocket Center with the museum Director Edward O. Buckbee (Fig. 3a). He remarked: “You know, we have all these camps for youngsters in this country — band camps and cheerleader camps and football camps. Why don’t we have a science camp?” This simple comment gave birth to **Space Camp**<sup>®</sup> — the finest facility for Space Education in the World (Fig. 3b).

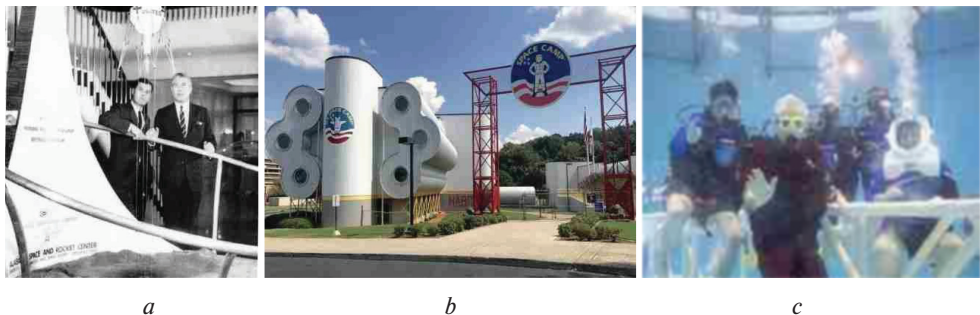
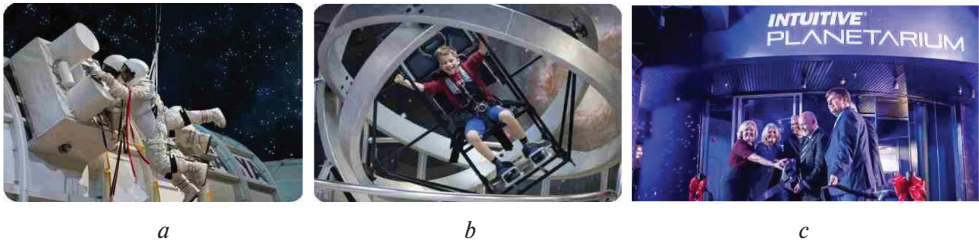


Fig. 3. Buckbee and von Braun (a). Space Camp Habitat at USSTC (b). Underwater Astronaut Trainer (UAT) (c)

Since it was launched in 1982, **Space Camp**<sup>®</sup> has brought the World to Huntsville with over 1 million trainees from all 50 states and 178 countries around the globe. Space Camp has inspired and educated children, adults, students and even professional scientists, engineers and astronauts. Space Camp trainees are challenged to cultivate decision-making skills, teamwork and leadership qualities. Students launch rockets and learn about advanced rockets that will carry astronauts to the Moon and Mars. Space Camp and Space Academy students have access to the USSRC aquatic Underwater Astronaut Trainer (UAT) (Fig. 3c) was constructed like the NASA/MSFC Neutral Buoyancy Facility used for training the *Apollo*, *Skylab* and *Shuttle* Astronauts. Discarded Hubble Space Telescope and Skylab training hardware components were installed and used to teach science and human factors requirements of micro-gravity in space. The UAT Tank was used by Shuttle Payload Specialists Byron Lichtenberg

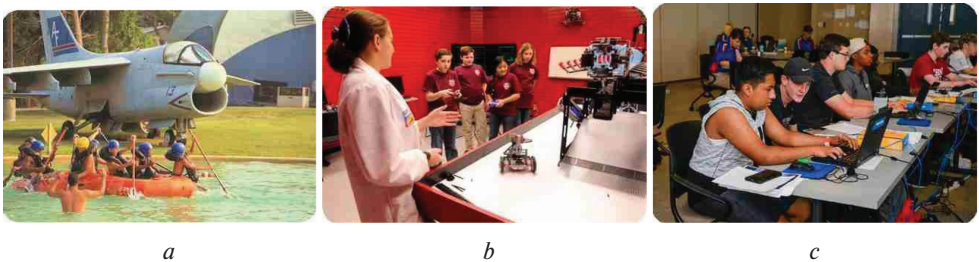
(STS-9 *Columbia* and STS-45 *Atlantis*) Ronald Parise (STS-35/*Astro-1 Columbia* and STS-67/*Astro-2 Endeavor*) and Samuel Durrance (STS-35 and STS-67).

The participants in Space Camp and Space Academy work as teams for simulation of missions to the International Space Station and confront mission scenarios which require critical thinking and dynamic problem solving abilities. They study and conduct and command simulated space missions the students develop friendships and gain STEM knowledge, confidence and personal and professional insights that profoundly impact their lives and in many cases have profoundly altered their futures. They are immersed in astronaut training techniques and use equipment adapted from the NASA Astronaut program, such as the 1/6<sup>th</sup> *Gravity Chair*, *Five Degrees of Freedom* simulator, the *Multi-Axis Trainer* and the Russian *Zarya Module* (Fig. 4). Along with members of the public, they learn Astronomy and Planetary Science and enjoy spectacular views of Mars, Icy Moons, Galaxies and Wonders of the Universe in the State-of-the-Art *INTUITIVE*<sup>®</sup> 8K Digital Planetarium and Digital Dome Experience that opened on February 28, 2019 at *The U. S. Space and Rocket Center*.



**Fig. 4.** Training on the (a) *Zarya Module* and (b) *Five Degrees of Freedom* simulator (c) Grand Opening of the *INTUITIVE*<sup>®</sup> 8K Digital Planetarium at the *U. S. Space and Rocket Center*

To address the growing needs of Space Exploration and Society, the **Space Camp**<sup>®</sup> family was expanded to include new curricula and programs by the addition (Fig. 4) of **Aviation Challenge**<sup>®</sup> (1990), **Space Camp Robotics**<sup>®</sup> (2013) and **U. S. Cyber Camp**<sup>®</sup> (2017).



**Fig. 5.** Aviation Challenge (a). Space Camp Robotics (b). U. S. Cyber Camp (c)

Distinguished Alumni of Space Camp (Fig. 6) include Cosmonaut: a — Aleksandr Lazutkin (*Mir-23*); b — Pilot-Cosmonaut Aleksandr Serebrov (*Soyuz T-7/T-8, TM-8 and TM-17*) and c — ESA Astronaut Samantha Christoforetti (*Soyuz TMA-15M/ISS*) as well NASA Astronauts (Fig. 6.f–j) who have flown on *Space Shuttle* and *International Space Station* Missions or been selected (Fig. 6e) for the **Artemis Program**. In February 1961, Wally Funk joined the original *Mercury 13* “Women in Space” Program on July

20, 2021, at the age of 82, the double Space Camp Alumnus Wally Funk (Fig. 6j) flew aboard the Blue Origin NS-16 *New Shepard* spacecraft to become the oldest human to journey into Space. The *USSRC* is especially proud of these brave Space Camp Alumni and space pioneers.



Fig. 6. Space Camp Alumni include Russian Cosmonauts (a, b) and ESA (c) and NASA Astronauts (d–j)

The *Road to Space* began with the great genius of Konstantin Tsiolkovsky, Wernher von Braun, Sergei Pavlovich Korolev, the launch of Sputnik. This amazing *Road* was pioneered by the bravery of Yuri Gagarin and the footsteps of Neal Armstrong on the Moon. The *Road* has led to the exploration of Mars by rovers; return of samples from asteroids and comets; magnificent and awe inspiring images from space probes, great orbiting telescopes and observatories of distant planets in our Solar System and beautiful Nebulae, Galaxies and Quasars. The great Museums of the World preserve the history, archives and treasures of these wonderful machines and honor the bravery of the Cosmonauts and Astronauts who have ventured into the unknown on the behalf of all mankind. *Science Brings Nations Together* and the knowledge and friendships gained by international collaborations and Space Education of students from all over the World by Universities, Academies and Space Museums is profoundly beneficial to the future of Society and life on Planet Earth.



## РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР США: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

*Р. Б. Гувер*<sup>1,2</sup>, *Д. Бранхарт*<sup>1</sup>, *К. Робинсон*<sup>1</sup>

1 Ракетно-космический центр США, Алабама, США

2 Центр астробиологии в Букинге, Букингемский университет, Букингем, Великобритания

Статья посвящена истории создания и становления Ракетно-космического центра США в Хантсвилле, штат Алабама, самого крупного в Америке комплекса по исследованию космоса, ракетостроению, а также обучению и подготовке будущих инженеров, учёных и астронавтов.

*Ключевые слова:* Космический центр Алабамы, становление музея, первые спутники, популяризация науки, космическое образование

---

**Гувер** Ричард Брайс — почётный сотрудник НАСА, астробиолог, доц., приглашённый проф., richardbhoover@icloud.com

**Бранхарт** Дебора — почётный исполнительный директор

**Робинсон** Кимберли — исполнительный директор

## ФОРМЫ И МЕТОДЫ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ ОБЪЕДИНЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКАЯ КОСМОШКОЛА»

**А. Г. Алликас**

МБОУ Объединение дополнительного образования «Уфимская Космошкола»  
Городской центр туризма, краеведения и экскурсий «Комета»  
городского округа город Уфа Республики Башкортостан, Россия

Объединение дополнительного образования «Уфимская Космошкола» работает с 1995 г. По авторским образовательным программам занимаются 3 группы I, II, III года обучения плюс временные проектные группы. В составе групп учащиеся 6–10-х классов. Программа включает в себя курсы по истории космонавтики и ракетно-космической техники, астрономии, механике космического полёта, основам проектирования и моделирования, космической биологии и медицины. Занятия проводятся как в классической форме лекций и семинаров, так и в форме ситуационных игр и тренингов с применением информационных технологий (IT-технологий, IT — information technology). Объединение проводит общегородские и республиканские мероприятия в рамках деятельности Регионального отделения Федерации космонавтики России, плотно сотрудничает с Городским планетарием, профильными вузами, учреждениями образования и культуры Уфы.

*Ключевые слова:* космическое образование, Большое космическое путешествие, игровое моделирование, компьютерные симуляторы, тематические квесты

Программа «Большое космическое путешествие» ставит целью познакомить детей и подростков с космонавтикой, поведать её историю и показать роль России в освоении космоса, рассказать о профессии космонавта, конструктора, учёного, повысить техническую грамотность, интерес к учёбе, помочь с определением жизненной позиции и перспективами профессиональной деятельности.



В Звёздном городке



Перед началом «полёта»  
на компьютерном симуляторе

**Алликас** Алексей Георгиевич — педагог и методист дополнительного образования высшей категории, отличник образования, член РГО Федерации космонавтики России, alex\_allikas@mail.ru

Для этого программой предусматривается преподавание курсов разных по содержанию, но связанных общей тематикой. Теоретические курсы по астрономии, механике космического полёта, космической технике, подкреплены математикой и физикой и имеют прикладное значение для дальнейших практических занятий по техническому моделированию и разработки собственных научно-технических проектов. Методика полевых исследований (МПИ) позволяет не только познакомить с природой своего региона, но и повысить экологическую грамотность. Курс обеспечения безопасности жизнедеятельности (ОБЖ), неразрывно связанный с начальной туристской и физической подготовкой, позволяет расширить деятельность кружковцев на весь природный регион Южного Урала и обеспечить познавательный отдых на период летних каникул.

К основным задачам программы относится обучение умению использовать технические средства для получения и обработки информации. Пользовательские навыки работы с компьютером позволяют приучить к самостоятельной работе с источниками информации и систематизации полученных знаний. Изготовление макетов космической техники из различных материалов с элементами электронного оборудования позволяют научить работать руками.

Учебная программа построена на основе методики игрового моделирования. Участники, будучи вначале курсантами «космической школы», проходят предварительную программу, после которой получают условные звания «офицеров лётного состава» (необходимо сдать несколько экзаменов и выполнить определённые задания). В дальнейшем из офицеров формируются экипажи для подготовки и реализации межпланетной пилотируемой экспедиции, которая разрабатывается участниками совместно с руководителями. Защита проекта происходит с приглашением специалистов, либо проходит в рамках городских, республиканских или всероссийских конкурсов. Третий этап обучения проходит в форме подготовки и участия в «космической экспедиции». Экипажи изучают технику, с которой предстоит «работать», изучают баллистику, объект исследования, отрабатывают на компьютерных симуляторах отдельные этапы миссии. В финале проходит большая ситуационная игра, в которой часть экипажа выполняет полётное задание на тренажёре, а часть — контролирует миссию из «Центра управления полётами» (ЦУП).

Работа с компьютерными симуляторами — один из традиционных видов занятий в Космошколе.

Для наибольшей наглядности компьютерный класс Космошколы выполнен в виде модуля орбитальной станции (легко превращается в космический корабль). Компьютеры связаны в общую сеть, что позволяет контролировать действия «пилотов». Дополнительные фальш-панели хоть и не являются рабочими, но позволяют познакомить воспитанников с различными системами космического корабля. Оборудовано несколько линий связи с ЦУПом.

На компьютерных тренажёрах проводятся «полётные» тренировки и разыгрываются целые сценарии экспедиций (полёт на Международную космическую станцию (МКС), пилотируемая лунная экспедиция, полёт на Марс), где воспитанники осваивают все тонкости небесной баллистики. На зачётные «полёты», как правило, приглашаются эксперты из числа специалистов и студентов старших курсов.

Программное обеспечение подбиралось многие годы. Космический симулятор Orbiter (разработка старшего научного сотрудника кафедры компьютерных наук Университетского колледжа Лондона Мартина Швайгера) позволяет наглядно объединить новейшие астрономические данные по Солнечной системе с различными космическими аппаратами (КА) на основе законов небесной механики и аэродинамики. В приложениях к программе можно найти

практически любые виды ракетной и космической техники за всю её историю. Для управления КА необходимо основательно разбираться в особенностях её работы.

Помимо Orbiter используются и другие учебные компьютерные программы по астрономии и космонавтике.

Авторская научно-техническая программа для объединения дополнительного образования «Большое космическое путешествие» была написана в конце 1990-х гг. Она неоднократно занимала призовые места на российских конкурсах и послужила основой для создания других менее глобальных образовательных программ.

Занятия проходят в лекционной форме, в форме видеопросмотров и семинаров, практических работ по теории. Поэтапно ребята знакомятся с историей пилотируемых полётов, с исследованием планет, развитием ракетно-космической техники. Одно из трёх занятий в неделю посвящено моделированию различного уровня. Нарбатывая опыт, курсанты начинают с бумажных фигур, переходят к сборным моделям из пластика, а в дальнейшем разрабатывают свои стендовые или роботизированные модели, используя инженерный 3D-редактор, 3D-принтеры, микропроцессоры.

В настоящее время реализуются всероссийские программы обучения по космическим направлениям — ракетостроению, дистанционному зондированию Земли, спутникостроению, космической робототехнике. Конкурсы проводятся при поддержке высокотехнологичных компаний «Сканэкс», «Спутник», «Образование будущего». Финал конкурсов проходит в образовательном центре «Сириус». Воспитанники Космошколы по личной инициативе неоднократно принимали участие в конкурсах и даже проходили в финал.

Проектная работа внутри Космошколы последние годы так же набирает обороты. Чтобы не отвле-



**Занятие по астрономии**



**История и перспектива в будущих моделях**



**Напланетная база в экспозиции**

каться от освоения основной программы, формируются временные проектные группы, которые работают в дополнительное время по свободному графику. Группы делятся по интересам и наклонностям воспитанников.

Стендовые модели, которые создаются воспитанниками, чаще всего отражают историю российской и мировой космонавтики. С появлением новых технологий процесс изготовления моделей с одной стороны упростился, но требует навыков 3D-моделирования и значительных усилий в обработке деталей, произведённых на 3D-принтерах.

Отдельным направлением выступают теоретические исследовательские работы по истории космонавтики, астрономии, механике космического полёта, космобиологии. Такие работы воспитанники выполняют уже в первый год обучения и в зависимости от уровня представляют их на зачёт в Космошколе, на городские, республиканские и всероссийские конкурсы.

Сложные инженерные проекты требуют кооперации и разнообразных навыков. При создании модели напланетной станции для Луны и Марса группа старшеклассников вначале провела теоретические изыскания по селенологии, рассмотрела различные проекты, которые разрабатывались в России и за рубежом, сформировала общую концепцию проекта. В дальнейшем курсанты разделились. Несмотря на то, что уровень знаний и навыков по работе в программном обеспечении автоматизированного проектирования AutoCAD, программированию и электронике у всех был разный, каждый из ребят прошёл полный цикл, создавая свой модуль. Это очень помогло при защите проекта на конкурсах «Космос», «Звёздная эстафета», «Лунная одиссея», где проект занял призовые места.

В дальнейшем воспитанники продолжили работу над проектом, создавая полномасштабные действующие модели элементов базы.



Экскурсия для начальных классов



С кораблем Гагарина в РКК «Энергия»



В спускаемом аппарате ТКС. Байконур



Вечер космической песни в Планетарии



Бывшие воспитанники — студенты технических и медицинских вузов, волонтеры Космошколы

Разработана целая серия лекций для школьников: «История и развитие ракетно-космической техники», «Пилотируемые полёты», «Профессия — космонавт», «Космические орбиты Уфы».

Последняя тема — основа для экскурсий на предприятия города, которые в различное время работали на космос. Уфимское приборостроительное производственное объединение — одно из ведущих предприятий аэрокосмической отрасли России. Здесь выпускалась бортовая аппаратура для космических кораблей типа «Восход», «Союз», лунного корабля, лунного орбитального корабля, орбитальной станции «Салют», грузового корабля «Прогресс», функционально-грузового модуля «Заря» МКС. При создании ракетно-космического комплекса «Энергия-Буран» использовалась система зажигания, разработанная в Уфимском научно-производственном предприятии «Молния». На агрегатном предприятии «Гидравлика» выпускались топливные и гидравлические системы авиационной и космической техники.

Контакты с сохранившимися ведомственными музеями позволяют проводить экскурсии не только для курсантов Космошколы, но и для учащихся школ.

Организованные группы выезжали и в другие города. «Космический» маршрут в Самару включает в себя посещение музея «Самара — космическая» и аэро-

Рассматривая космическое образование, как целый спектр воспитательной и образовательной деятельности, Космошкола делит свою работу на несколько направлений.

В рамках популяризации космонавтики в городском планетарии, учреждениях дополнительного образования и школах проводятся выездные лекции и классные часы по истории космонавтики. Большой популярностью пользуются тематические квесты, в разработке и проведении которых принимают активное участие старше воспитанники объединения. В квесте «Стань космонавтом», разработанном к юбилейной дате в 2021 г., участникам на каждом этапе демонстрировали видеофрагменты с элементами общекосмической подготовки космонавтов, а потом закрепляли полученную информацию в игровой форме.

В Малом музее космонавтики Космошколы, который принимает по несколько экскурсионных групп в месяц, за два с половиной десятилетия накопилось значительное количество интересных экспонатов, сделанных руками воспитанников, приобретённых или подаренных Космошколе. Эти экспонаты не раз выставлялись на общегородских мероприятиях и в музеях Уфы.

космического университета. В первых поездках удавалось посетить и Ракетно-космический центр «Прогресс». Разработаны и реализуются туры по московским музеям авиации и космонавтики с посещением Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина. Периодически групповые поездки совершаются в рамках деятельности регионального отделения Федерации космонавтики.

Посещение центральных предприятий Роскосмоса, поездки на Байконур, возможность пожить несколько дней в Центре подготовки космонавтов доступны только участникам всероссийских и международных конкурсов и конференций, где наряду с основной программой есть экскурсионная. Можно побывать в музеях Ракетно-космической корпорации «Энергия», НПП «Звезда», Научно-производственного объединения им. С. А. Лавочкина и «Энергомаш». Для этого необходимо разработать собственный проект или исследовательскую работу такого уровня, чтобы она прошла в финал конкурса либо была приглашена на конференцию.

Участие в конкурсах позволяет также получить приглашение на профильные смены в Международный детский центр «Артек» и Всероссийский центр «Орлёнок».

Для реализации программы первого года обучения в Космошколе разработана серия достаточно простых тренингов, упражнений, конкурсов и ситуационных игр, чтобы заинтересовать воспитанников, дать минимальный необходимый запас знаний и навыков. Эти элементы программы пользуются большой популярностью в учреждениях дополнительного образования и в близлежащих общеобразовательных школах. Педагоги с помощью старших воспитанников проводят мастер-классы для широкого круга школьников.

Вечер «Космической песни» — традиционное, скорее культурное мероприятие в городском Планетарии в преддверии Дня космонавтики, разработанное и реализуемое Космошколой. В программу, помимо произведений известных авторов и исполнителей, включены песни, исполнявшиеся космонавтами и астронавтами, песни, написанные на орбите (экипажем Ю. Романенко и А. Лавейкина), песни байконурских бардов (А. Калистратова и И. Чижика). Видеофрагменты, слайд-клипы, живое исполнение под гитару, сопровождаемые комментариями, открывают ещё одну сторону космонавтики. Причём на этих программах встречаются школьники и студенты, молодёжь, интересующаяся музыкой, ветераны космической отрасли, просто пожилые люди, которые помнят космический триумф СССР.

Получив знания, познакомившись со сложностью космических профессий, оценив свои качества, каждый из воспитанников сам выбирает свою дорогу во взрослую жизнь. Среди выпускников Космошколы можно сейчас встретить поэта и руководителя молодёжного театра, геофизика, инженера и преподавателя. Но есть и те, кто связал свою жизнь с космосом и уже учится в профильных вузах или работает в космической отрасли.

## FORMS AND METHODS OF SPACE EDUCATION THROUGH THE WORK OF THE UFA COSMOSCHOOL SUPPLEMENTARY EDUCATION ASSOCIATION

*A. G. Allikas*

Ufa Cosmoschool, Ufa, Russia

Ufa City Center of tourism, local history and excursions Kometa, Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

The supplementary education association Ufa Cosmoschool has been working since 1995. Under the author's educational programs 3 groups of I, II, III years of education plus temporary project

groups are been trained. The groups are formed by students of 6-10 grades. The program includes courses on the history of cosmonautics and space rockets, astronomy, mechanics of space flight, basics of designing and modeling, space biology and medicine. Classes are held both in the traditional form of lectures and seminars and in the form of situational games and trainings using IT-technologies. The Association holds city and republican events within the framework of the regional branch of Russian Cosmonautics Federation, closely cooperates with the City Planetarium, with relevant higher schools, educational and cultural institutions of Ufa.

*Keywords:* space education, Big Space Journey, simulation game, computer simulators, thematic quests

---

**Allikas** Alexey G. — teacher and methodologist of supplementary education of the highest category, association, awarded Honorable Person in Education, a member of the Russian Cosmonautics Federation (Regional branch), alex\_allikas@mail.ru



## КАБИНЕТ-МУЗЕЙ АКАДЕМИКА М. В. КЕЛДЫША КАК ТОЧКА ПРИТЯЖЕНИЯ

*Н. Г. Афендикова*

Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, Москва, Россия

Мемориальный кабинет-музей академика М. В. Келдыша — один из космических музеев страны. Подлинные документы и экспонаты в нём имеют непосредственное отношение к истории космонавтики: от отчётов по динамике полёта ракет 1940-х гг. до графиков траекторий к Венере в начале 1960-х. Большой подробный глобус Луны, копии космических аппаратов стали иллюстрацией к рассказу о достижениях в освоении космоса, где вклад академика часто оказывался решающим.

*Ключевые слова:* академик М. В. Келдыш, Главный теоретик космонавтики, мемориальный музей, история космонавтики

Космическая эра началась с запуска Первого в мире искусственного спутника Земли. За прошедшие годы истории космонавтики было посвящено множество статей, книг, фильмов. Имеется немало музеев космонавтики, среди которых есть выдающиеся по количеству экспонатов. Но есть и совсем небольшие, например, мемориальные, сохраняющие память о людях, внёсших неоценимый вклад в освоение космоса. Среди них и Кабинет-музей академика Мстислава Всеволодовича Келдыша. Вклад М. В. Келдыша в развитие отечественной науки огромен и весьма разнообразен: он — известный математик и механик — участвовал в создании термоядерного щита страны, в запуске Первого искусственного спутника Земли, в подготовке первого полёта человека в космос. Именно его участие в освоении космического пространства принесло ему народный титул «Главного теоретика космонавтики». М. В. Келдыш стоял во главе комплекса научных исследований по освоению космического пространства, увязывая его в единое целое. Он внёс существенный вклад в создание ракетной и космической техники, был хорошо знаком с возможностями промышленности. Мстислав Всеволодович был учёным с широким кругозором, умеющим одновременно и мечтать и видеть реальные пути решения стоящих задач.

Мемориальный музей академика М. В. Келдыша (1911–1978) организован во исполнение Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 17 июля 1978 г. Он расположен на территории Института прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН (ИПМ) и занимает бывший кабинет учёного вместе с приёмной. В нём сохраняется обстановка рабочего кабинета директора института, которым Мстислав Всеволодович руководил на протяжении 25 лет с момента основания до своей кончины.

За прошедшие годы в кабинете появился большой портрет Мстислава Всеволодовича. На столе лежат рассекреченные отчёты 1950-х гг. с его подписью, посмертно изданные труды академика, макеты космических аппаратов, многочисленные подарки. Можно сказать, что всё это создаёт атмосферу уюта и памяти о выдающемся человеке. Чтобы эта память жила, необходимо присутствие людей. Зачастую посетители, в основном молодёжь, знают совсем немного о нашей космической истории, об академике Келдыше. В таком случае необходимо заинтересовать их демонстрацией подлинных документов эпохи. Потому

что музей — место, где история подтверждается материальными свидетельствами прошлого.

Можно с гордостью сказать, что кабинет Келдыша — одна из точек, где началась дорога в космос. Именно здесь в феврале 1954 г. состоялось историческое совещание, собранное Келдышем и С. П. Королёвым, посвящённое запуску искусственного спутника Земли и обсуждению научной программы полёта первого искусственного спутника Земли. Среди участников совещания были крупные учёные страны, включая П. Л. Капицу, С. Н. Вернова, Л. С. Седова.

По итогам совещания М. К. Тихонравовым была составлена докладная записка «Об искусственном спутнике Земли». До первого успешного испытания ракеты Р-7 больше трёх лет, а весь текст пронизан уверенностью в том, что выход в космос состоится! Записка ставила своей целью убедить руководителей науки и промышленности в необходимости приступить к практической реализации работ по осуществлению космической деятельности. Записку приложил к своему письму С. П. Королёв, обращаясь в правительство в мае 1954 г. Идея выхода в космос стала обретать реальные черты!

В музее хранится второй экземпляр этой докладной записки. Рассказ об истории этого документа, о том, почему он оказался в кабинете Келдыша, по сути выступает рассказом о начале космической эры в нашей стране и выполняет задачу музея — пробуждение интереса к космонавтике у нового поколения на основе исторических документов.

Мы знаем, что в конце 1940-х и начале 1950-х гг. в отделе механики, потом в Отделении прикладной математики Математического института имени В. А. Стеклова под руководством М. В. Келдыша рассматривались задачи космического полёта: выведения спутника на орбиту, спуска с орбиты, полёты к Луне. В экспозиции музея находится несколько отчётов того времени по этой тематике.

В 1949 г. Д. Е. Охочимским был выпущен отчёт «Внешняя баллистика управляемых ракет дальнего действия», написанный под руководством М. В. Келдыша, а в 1950 г. — отчёт «Влияние подвижности жидкости в баках на момент инерции жидкостной ракеты». В дальнейшем работы выполнялись по темам, задаваемым С. П. Королёвым. Среди них выделяются отчёты: «Баллистические возможности составных ракет» 1951 г. и «Теоретические исследования динамики полёта составных крылатых ракет дальнего действия», датированный 1953 г. Важно отметить, что последняя работа сыграла свою роль в выборе Королёвым окончательной конфигурации ракеты Р-7.

Интересна история отчёта «Спуск с искусственного спутника Земли с торможением в атмосфере», в котором будущий академик Т. М. Энеев обосновал идею баллистического спуска с орбиты с использованием в дальнейшем в качестве варианта спуска человека на Землю. Собственно отчёт был выпущен в 1956 г., но эта идея появилась на три года раньше, после его разговора с М. К. Тихонравовым — человеком, который с удивительным упорством, начиная с 1948 г., выступал с идеей о возможности запуска искусственного спутника Земли.

Работы, посвящённые определению траекторий достижения Луны, её облёту и возвращению на Землю, свидетельствуют о гигантском вкладе учёных ИПМ в решение задачи получения снимков обратной стороны Луны и осуществление лунной программы. На большом и подробном глобусе Луны, стоящем в кабинете, можно указать места посадки лунных аппаратов.

Дополнением к рассказу о снимках обратной стороны Луны служит история с бутылкой от французского вина, которая хранится в одном из шкафов кабинета. Устное предание (правдивость его как раз подтверждает эта бутылка) гласит,

что один французский винодел обещал вагон вина тому, кто первым увидит обратную сторону Луны. Вскоре после этого события в адрес Академии наук пришёл вагон вина! И шесть бутылок попало в ИПМ.

Бесспорно, возможность пролистать все эти отчёты даёт представление о самом начале дороги в космос, о том времени, когда выход в межпланетное пространство из мечты стал реальностью.

Стены Кабинета-музея видели немало посетителей, причастных к космическим свершениям. Здесь проводились совещания Главных конструкторов. Стоят макеты космических аппаратов, на стене карта траекторий советско-американского космического полёта «Союз-Аполлон». Ряд курьёзных артефактов усиливает ощущение подлинности и прикосновения к истории. Ветераны космической отрасли, посетившие музей, нередко говорят о священном трепете, охватывающим их здесь. В последние годы гостями музея были ветераны НИИ-885 Е. П. Горбунов, В. С. Кузнецов, ветеран Особого конструкторского бюро Московского энергетического института (ОКБ МЭИ) Э. М. Мамыкин. Видеозаписи интервью с ними пополнили видеоархив музея, они служат источником ценных исторических подробностей.

В музее проходят торжественные мероприятия. Например, в марте 2019 г. здесь сотрудниками посольства Франции был вручён орден Академических пальм доктору физико-математических наук Четечкину Валерию Михайловичу за работы по астрофизике, проведённые с французскими учёными.

В Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша, где находится музей, и в настоящее время проводятся космические исследования. В них принимают участие студенты и аспиранты, для которых посещения музея оказываются естественным элементом учёбы.

Фото музея можно увидеть на сайте ИПМ им. М. В. Келдыша по адресу <https://keldysh.ru/MVKeldysh/>.

## ACADEMICIAN M. V. KELDYSH MEMORIAL STUDY ROOM AS A POINT OF ATTRACTION

*N. G. Afendikova*

Keldysh Institute of Applied Mathematics RAS, Moscow, Russia

The Memorial Study-Museum of Academician M. V. Keldysh is one of the national space museums. The authentic documents and exhibits of the museum are related closely to the history of cosmonautics: from the reports of the 40-s on the dynamics of rocket flight to the charts of trajectories to Venus in the early 1960-s. A large detailed globe of the moon, models of spacecraft illustrate the story of space exploration achievements, where the contribution of the academician has often been decisive.

*Keywords:* Academician Keldysh, chief theoretician, Keldysh Memorial Museum, history of cosmonautics

**Afendikova** Nadezhda G. — senior researcher, PhD of physico-mathematical sciences, [keldysh111@gmail.com](mailto:keldysh111@gmail.com)

## ПРОЕКТЫ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

*В. Ю. Афиани*

Российский государственный гуманитарный университет, Москва, Россия  
Архив Российской академии наук, Москва, Россия

Анализируются проекты программы космического образования в России, разработанные в 1990–2010-х гг. Российским космическим агентством, МАИ, МГТУ им. Н. Э. Баумана, Роскосмосом. Программы ориентированы преимущественно на профессиональную подготовку специалистов аэрокосмической области. Академик О. М. Алифанов с коллегами рассматривают космическое образование в широком контексте, предлагают считать целью такого образования формирование современного научного мировоззрения общества как базового элемента мировоззрения будущего. В этой связи возникает необходимость распространения космического образования на всю потенциальную аудиторию: школьников, молодёжи и взрослого населения страны, для формирования в обществе космического сознания. Необходимо дополнение программ космического образования гуманитарной компонентой и разработка программы «космоведения».

*Ключевые слова:* космическое образование, школьное образование, система образования, проекты национальных программ, формирование космического сознания общества, космоведение

Российское космическое образование имеет большие традиции. Советский педагог К. Н. Вентцель (1857–1947), задолго до начала космических полётов, стал разрабатывать проблемы «космической педагогики», обосновывал необходимость перехода к «космическому воспитанию» (Сикорская, 2007). Современные специалисты считают, что «одним из новых направлений в педагогике сегодня является аэрокосмическое образование, имеющее большие возможности для гуманизации образования и саморазвития личности» (Иванова, 2017).

За последние годы в области космического образования в России происходят заметные сдвиги. В частности, свидетельством тому может служить уже вторая (1-я Международная) конференция по этим проблемам, которую проводит Институт космических исследований РАН, получившая международный статус. В настоящее время космическое образование в той или иной степени присутствует в начальной и средней школе, университетском и послевузовском образовании. Традиционно особое внимание уделяется последним двум видам.

Но не менее значимо и школьное образование. И это справедливо. Хорошо известно, что в школе закладываются и знания, и мотивация, которые проявляются в будущем. Для детей и школьников в настоящее время разрабатываются разнообразные проекты и программы. Например, на портале «Ключ на старт. Космос для детей» представлено более 20 организаций и программ, связанных с космическим образованием (<https://space4kids.ru/103/>). Здесь и «Кванториум», и «Сириус», и проекты «Аэрокосмический класс», «Космический урок» и др. Разумеется, этот сайт отражает далеко не всё, что делается в этой области в нашей стране.

Это, несомненно, позитивные явления в образовании. Но, тем не менее, специалисты считают, что космическое образование на раннем этапе, в школе, развивается ещё явно недостаточно (Денисова, 2018, с. 85). Ещё мно-

го в России школ, в которых космическое образование в каком-либо виде отсутствует. Из имеющихся учебников школьники могут получить только начальные астрономические знания, в 1990-х гг. астрономия была исключена из списка обязательных предметов и только в 2017 г. стала возвращаться в школу в 9–11-е классы.

Исследователи справедливо обращают внимание, что «выработка общей стратегии по отношению к предметно-содержательной и мировоззренческой методологии космического образования позволит создать в образовательных учреждениях инновационную среду, открытую актуальным запросам общества», что эта среда должна быть связана с внутренним миром ребёнка, его интересами (Денисова, 2018, с. 87).

Первые попытки предложить общую систему космического образования были предприняты в 1997 г., когда Российское космическое агентство инициировало разработку проекта *Концепции* и проекта *Национальной программы космического образования в России*. Разработанные документы были утверждены на заседании секции «Космическое образование» Научно-технического совета агентства (Алифанов и др., 2000). В документах отмечалось, что «космическое образование является составным элементом национальной системы образования. Космическое образование соответствует базовым императивам развития цивилизации, общества и человека». С развитием космического образования в программе связывалось решение многих проблем человечества: «выживаемость и устойчивое развитие человечества в XXI веке; опережающее развитие качества общественного интеллекта и качества образовательных систем в обществе; становление цивилизации образовательного общества; формирование новой парадигмы проблемно-ориентированного профессионализма; всестороннее, гармоничное, универсально-целостное, творческое развитие; непрерывное образование личности на протяжении всей жизни как условие её существования в „мире изменений“, в мире большой социально-экономической, научно-технической и профессиональной обновляемости; переход в начале XXI века к всеобщему высшему образованию отдельных обществ и цивилизации в целом». Среди основных направлений космического образования выделялось: «формирование у россиян космического мировоззрения; повышение качества профессионального космического образования». Планировалось реализовать эту программу на всех уровнях существующей в стране системы образования, начиная с дошкольного. И в первую очередь — профессионального аэрокосмического образования, дополнительного (общего, профессионального, последиplomного) образования». Отмечалась необходимость дополнительного образования в «структурах государственного управления, определяющих геополитику и политику в области космической деятельности и в области высоких технологий в целом» (Алифанов, Хохулин, 2007). Положения этой Концепции и Программы носили инновационный характер. Но эти документы не получили развития на федеральном уровне.

В Московском авиационном институте в 2002 г. был разработан свой проект *Федерально-региональной программы воспроизводства научных и научно-педагогических кадров для авиационной и ракетно-космической промышленности* (Проект..., 2002а, б). Но и эта программа официально не утверждалась, нет информации о её реализации. В более поздней *Программе развития инновационно-образовательного кластера аэрокосмических технологий на базе МАИ* (Программа..., 2012) о предыдущей программе даже не упоминается. В то же время, институт ведёт большую работу в области космического образования, включая школьное. Работает Предуниверсарий для школьников 8–11-х классов, детский технопарк «Траектория взлёта» с занятиями для учеников 6–11-х классов.

Предлагаются программы дополнительного школьного образования (<https://traektoria.mai.ru/school-offer/>).

В 2013 г. в Минобрнауки РФ и Роскосмос был представлен проект общероссийской *Концепции государственной программы развития системы аэрокосмического и астрономического образования детей и молодёжи* (<https://pandia.ru/text/81/299/93225-4.php>). Он был подготовлен программным комитетом научно-практической конференции «Космическое образование детей: развитие инновационной инфраструктуры», организованной Московским городским дворцом детского (юношеского) творчества и Московским государственным техническим университетом им. Н. Э. Баумана. В этом проекте констатировался факт, что «за последние более 20 лет произошла „существенная деградация“ аэрокосмического образования (АКО) в системе общего среднего образования, растеряны кадры и лидерские позиции. Нет органов общей координации его системного развития. В этом одна из причин резкого снижения качества абитуриентов, падения уровня инженерного образования в целом, падения уважения к высококвалифицированным рабочим и техническим профессиям». Но в то же время, говорилось о появлении предпосылок «для качественного обновления системы естественнонаучного образования детей и молодёжи». В проекте также говорилось о необходимости постановки *системы* непрерывного аэрокосмического образования, начиная с важнейшего элемента — дошкольного образования, которое «закладывает основы необходимых человеческих, мировоззренческих, культурных и профессиональных качеств будущих творцов аэрокосмической и астрономической науки, техники и высоких технологий». Также говорилось, что «аэрокосмическое и астрономическое образование детей и молодёжи концептуально должно стать целостным образованием с гармонизированными инвариантными (обязательными) и вариативным (дополнительным) компонентами». И что «АКО приобщает детей к той богатой человеческой культуре, которую хранят естественные науки, отечественная техника и технологии, история и современная творческая мысль» (<https://pandia.ru/text/81/299/93225-4.php>).

Роскосмос продвигает свою концепцию «Аэрокосмических классов» для школ России. В 2019 г. Роскосмос и Минпросвещения РФ заявили о планах разработки стандарта и методического пакета для аэрокосмических классов или «инженерно-космических классов 2.0». В опубликованных материалах говорится: «Проект „Аэрокосмические классы“ направлен на раннюю профессиональную ориентацию обучающихся. Он связан с поддержанием интереса у школьников к космическим исследованиям и истории отечественной космонавтики, установлением тесных связей в регионах между образовательными организациями и предприятиями отрасли, позволяющих организовывать практико-ориентированное обучение с применением конкретных заданий. Система ранней профессиональной ориентации включает развитие творческих способностей проектирования и конструирования, овладение ещё в школе начальными знаниями и компетенциями специалиста отрасли, развитие профессионально значимых личностных качеств будущего специалиста» (Роскосмос..., 2019; Проект..., 2019).

Но в Государственную программу РФ «Развитие образования», утверждённую в 2017 г., и в дополнение к программе 2020 г. какие-либо положения по космическому образованию не вошли.

Большинство подготовленных проектов и программ космического образования ориентирован, в основном, на естественные и технические науки. Хотя упоминается и о значении культуры, и формировании космического мировоззрения, но эти положения остаются, в основном, декларативными. Разумеется, естественные и технические науки играют важнейшую роль в космическом об-

разовании, чтобы подвести молодого человека к выбору соответствующего специализированного образования и в дальнейшем — профессии.

В тоже время, например, в статье академика О. М. Алифанова (участвовавшего в разработке программы МАИ) и его соавтора В. С. Хохулина, со ссылкой на труды русских космистов К. Э. Циолковского, В. И. Вернадского, А. Л. Чижевского, справедливо подчёркивается, что космическое образование — «это широкий спектр воспитательно-образовательной деятельности, обеспечивающей формирование в обществе космического мировоззрения, получение знаний, необходимых для осознания роли и места человека в современном обществе и в том числе в освоении космоса...» И «основной целью космического образования общества является формирование современного научного мировоззрения общества как базового элемента мировоззрения будущего, так как именно оно напрямую воздействует на становление личности человека и должно формировать духовные и нравственные ценности человеческого сообщества, его коллективный интеллект» (Алифанов, Хохулин, 2007).

Перспективы развития космической отрасли и космических исследований требуют большого притока молодых, высококвалифицированных кадров специалистов. Но такое специализированное образование не может охватить значительную часть детей и молодёжи, привлечь их, особенно если они имеют склонность к гуманитарной сфере. Это относится и к значительной части взрослого населения страны. А для успешного освоения космоса в будущем, не говоря уже о становлении чаемого «космического сознания», нужен не частичный, а максимально полный охват потенциальной аудитории. В частности, чем дальше, тем дороже будет обходиться освоение космоса. И нужно будет убеждать общество и власть в необходимости этих затрат. Законы, политические и практические решения, затрагивающие проблемы космоса, принимают не только люди с естественнонаучным и техническим образованием, но и с гуманитарным. Для этого в обществе должны формироваться предпосылки для становления космического сознания.

Полноценная *система* в космическом образовании на разных уровнях может быть разработана и закреплена в современном варианте программы космического образования на федеральном уровне с дополнением её гуманитарной компонентой. Позитивные тенденции последних лет можно и нужно закрепить и развить с помощью государственных органов и всех заинтересованных сторон, включая Роскосмос и Российскую академию наук.

По нашему мнению, следовало бы обсудить и перспективную разработку нового предмета — «космоведения», ориентированного на всех учащихся, а не только учащихся аэрокосмических классов. «Космоведение» должно быть своего рода синтезом естественно-научных, технических и гуманитарных знаний. Очевидно, что у этого предмета могут быть разные уровни, с разными компонентами для дошкольного, начального школьного и среднего образования, а может быть и для высшего, гуманитарного образования. Философы считают, что «гуманитарность», должна содержаться во всей системе дисциплин, что позволит преодолеть имеющуюся «технократическую асимметрию отечественного интеллекта», гармонизировать отношения технической и гуманитарной культур (Запесоцкий, 2002, с. 395).

## ЛИТЕРАТУРА

Алифанов О. М. , Хохулин В. С. Роль космического образования в XXI веке // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2007. № 1. С. 127–134. URL: <https://cyberleninka.ru/journal/n/nauka-o-cheloveke-gumanitarnye-issledovaniya?i=871039>.

- Алифанов О. М., Бодин А. В., Сенкевич В. П. и др. Цели и задачи национальной программы космического образования России // Полет. 2000. № 5. С. 25–34.
- Денисова Р. Р. Космическое образование как феномен современной педагогики // Вестн. Амурского гос. ун-та. 2018. Вып. 80. С. 85–88.
- Запесоцкий А. С. Образование: философия, культурология, политика. М.: Наука, 2002. 456 с.
- Иванова И. В. Дополнительное аэрокосмическое образование детей: возможности в становлении саморазвивающейся личности // Образование и педагогические науки в XXI веке. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. 192 с. С. 78–87. Гл. 8. URL: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2017/04/МОН-36-Монография.pdf>.
- Программа развития инновационно-образовательного кластера аэрокосмических технологий на базе МАИ. М., 2012. URL: <https://files.mai.ru/site/cluster/mai/programma-gazvitija-klastera-aerokosmicheskikh-tehnologiy-na-baze-mai.pdf>.
- Проект Федерально-региональной программы развития аэрокосмического образования (2002а). М.: МАИ, 2002.
- Проект Федерально-региональной программы воспроизводства научных и научно-педагогических кадров для авиационной и ракетно-космической промышленности (2002б). М.: МАИ, 2002.
- Проект «Аэрокосмические классы» // roscosmos.ru. 18 нояб. 2019. URL: <https://www.roscosmos.ru/27771/>
- Роскосмос и Минпросвещения создадут стандарт для открытия аэрокосмических классов // tass.ru. 22 июля 2019. URL: <https://tass.ru/obschestvo/6690656/>.
- Сикорская Г. П. Учебно-методический комплекс дисциплины «Гуманитарная экология». 2007. URL: <http://elar.ufrfu.ru/handle/10995/1376>.

## PROJECTS OF THE RUSSIAN NATIONAL SPACE EDUCATION PROGRAMS: COMPARATIVE ANALYSIS

*V. Yu. Afiani*

Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia  
Archive of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

The article analyzes the projects of Russian space education programs developed in the 1990–2010s by the Russian Space Agency, MAI, Bauman Moscow State Technical University, Roscosmos. The programs are focused mainly on the professional training of aerospace specialists. Academician O. M. Alifanov and his colleagues consider space education in a broad context and suggest that the goal of such education is to form a modern scientific worldview of the society as a basic element of the worldview for tomorrow. In this regard, there is a need to spread space education to all potential audience: schoolchildren, youth and adult population of the country, for the creation of space consciousness in the society. It is necessary to supplement space education programs with a humanitarian component and the development of the “space science” program.

*Keywords:* space education, school education, education system, projects of national programs, creation of space consciousness of the society, space science

---

**Afiani Vitaly Yu.** — leading researcher of RSUH, senior researcher of Archive RAN, prof., PhD of historical sciences, [academ\\_archive@mail.ru](mailto:academ_archive@mail.ru)



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

*Т. В. Балебанова*

ГБОУ «Школа № 1874» г. Москвы, Россия

В федеральных государственных образовательных стандартах основной результат образования рассматривается на основе системно-деятельностного подхода. Реализация этой особенности в образовательном процессе требует его новой организации, одна из форм которой — проектная деятельность учащихся. В этой форме на базе ГБОУ «Школа № 1874» СЗАО г. Москвы совместно с Институтом космических исследований РАН семь лет реализуется инновационный проект «Выездные экспедиции в обсерватории и научные центры России» в рамках школьной экспериментальной площадки «Межшкольный центр изучения астрономии» (МШЦИА). В ходе развития такой экспедиционной проектной деятельности учащиеся основывают свою работу не только на теоретических научных знаниях, но и на собственных наблюдениях, экспериментах, практической деятельности, полученных фото- и видеоматериалах; происходит формирование личностных качеств, умений и навыков школьников (исследовательских, информационных, кооперативных, коммуникативных, презентационных, рефлексивных), формируется определённая культура проектирования, в которую вовлекается всё большее количество участников.

*Ключевые слова:* проектная деятельность, школа № 1874, изучение астрономии, экспериментальная площадка, МШЦИА, выездные экспедиции

### ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

**Главная цель:** Формирование и развитие личности учащегося, умеющего владеть информационными технологиями, заботиться о своём здоровье, вступать в коммуникацию, решать проблемы.

**Цели:**

1. Популяризация астрономии и физики среди школьников.
2. Развитие творческих способностей школьников.
3. Объединение школьников, увлечённых астрономией и физикой, историей страны, её научными достижениями.
4. Повышение уровня образования школьников, вовлечение их в научную деятельность.
5. Воспитание патриотов России, обладающих высокой нравственностью, проявляющих национальную и религиозную терпимость, уважительное отношение к языкам, традициям и культуре других народов.
6. Популяризация Межшкольного центра изучения астрономии (МШЦИА).

**Задачи:**

1. Привлечение учёных и специалистов для проведения лекционных занятий по астрономии.
2. Проведение практических наблюдений по астрономии.
3. Знакомство с научными учреждениями РФ.
4. Проведение познавательных экскурсий.

---

**Балебанова** Татьяна Вячеславовна — учитель физики и астрономии, отличник народного образования, победитель конкурса лучших учителей РФ 2011 г., лауреат премии г. Москвы 2014 г. в области образования, основатель Межшкольного центра изучения астрономии, [btv-2@yandex.ru](mailto:btv-2@yandex.ru)

5. Стимулирование учащихся к ежегодной проектной и исследовательской деятельности по физике и астрономии, истории, в том числе учащихся из профильных и гуманитарных классов и классов компенсирующего обучения.
6. Разработка курса «Методология проектной деятельности» для участия школьников в конкурсах различного уровня.
7. Осуществление связи между образовательным центром Института космических исследований РАН (ИКИ РАН) и МШЦИА с учебными заведениями СЗАО г. Москвы.
8. Мотивация школьников профильных классов к получению дальнейшего образования в профильных высших учебных заведениях.
9. Привлечение учёных и специалистов для консультаций, научного руководства и рецензирования проектных и исследовательских работ учащихся.

## ЭТАПЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

### 1. Выбор научных учреждений.

В начале учебного года определяются направления поездок (регион РФ), выбираются научные учреждения, с которыми устанавливается связь и проводятся предварительные договорённости о направлениях работы со школьниками (лекции, практические занятия, показ научных объектов).

### 2. Изучение истории региона.

Затем изучается история соответствующего региона, его достопримечательности и формируется примерный план поездки. На основе этого плана решаются правовые и экономические составляющие проекта (определение финансирования, подписание договоров).

### 3. План экспедиции. Собрание.

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

### 4. Работа над темами.

За несколько недель до поездки каждый участник экспедиции выбирает тему проекта и начинает её разработку. Предлагаемые темы охватывают различные предметные области от физики и астрономии до литературы и искусства. Проводится установочный семинар по темам, определяются планы работ, руководители проектов. Затем уже в рамках экспедиции проходят семинары по корректировке работы и обмену опытом, в которых принимают активное участие не только руководители, но и родители. Во время поездок проходят ежедневные рефлексии, на которых обобщается и анализируется увиденное за день, осмысливаются вновь приобретённые знания.

В первой выездной экспедиции (20 человек) в Крымскую астрофизическую обсерваторию весной 2015 г. учащиеся работали над пятью проектными темами.

В третьей экспедиции (28 человек) с 26 по 30 марта 2017 г. в Специальную астрофизическую обсерваторию РАН (САО РАН) в посёлок Нижний Архыз Зеленчукского района Карачаево-Черкесской Республики Российской Федерации для разработки было предложено уже одиннадцать тем:

1. История и деятельность САО РАН.
2. Радиотелескопы — виды, устройство, практическое применение.
3. Астрофизика — особая область научных знаний (предмет изучения, область применения, научные учреждения).

4. Оптические телескопы — виды, устройство, практическое применение.
5. История и деятельность Кисловодской Астрономической станции.
6. История и достопримечательности Архызского края, Кисловодска, Пятигорска.
7. Путешествие по Лермонтовским местам.
8. Природа Кавказского края (флора, фауна, заповедные зоны).
9. Карачаево-Черкессия — субъект РФ (общее знакомство с регионом).
10. Карачаево-Черкессия в Великую отечественную войну. Операция «Эдельвейс».
11. Тропами Остапа Бендера.

В четвёртой экспедиции (26 человек) с 28 марта по 4 апреля 2018 г. в Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук на озеро Байкал для разработки было предложено 17 тем. В пятой экспедиции (19 человек) с 19 по 26 марта 2019 г. на космодром «Восточный» и в Уссурийскую астрофизическую обсерваторию Дальневосточного отделения РАН было предложено также 17 тем.

#### **5. Сбор материала в экспедиции.**

В ходе этой экспедиции были посещены не только научные учреждения и астрономические объекты (Специальная астрофизическая обсерватория, телескоп БТА, Радиоастрономическая обсерватория «Зеленчукская», радиотелескоп РАТАН-600, Кисловодская астрономическая станция) и проведены ночные и дневные наблюдения на г. Пастухова (высота 2100 м над уровнем моря) в выносной цейсовский телескоп, но совершены экскурсии по Лермонтовским местам, в Нижне-Архызский историко-архитектурный и археологический комплекс, к наскальному изображению Лица Христа (Архызская находка 1999 г.), в посвящённый защитникам обороны перевалов Кавказа в годы Великой Отечественной войны музей, а также школьники посетили нарзанную галерею и источники с минеральными водами.

#### **6. Семинары. Рефлексия.**

**7. Подготовка работ и их представление на школьной конференции. Публикация работ и фильмов.**

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.

#### **8. Популяризация проекта.**

#### **9. Результаты. Вовлечение в научную деятельность.**

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. Отдельные темы представляются на других конференциях и конкурсах. Так, в апреле 2018 г. три проектных работы по результатам выездных экспедиций были представлены на Конференции молодых учёных в ИКИ РАН и заняли призовые места.

#### **10. Результаты. Формирование личностных качеств.**

Многие учащиеся попробовали себя в роли корреспондентов и журналистов, их публикации на сайте с каждым годом становятся всё профессиональнее.

Часть школьников либо не имела опыта выступления перед большими аудиториями, либо чувствовала дискомфорт на этих выступлениях. После экспедиций им так хотелось поделиться не только полученной информацией, но и своими впечатлениями, что они с удовольствием рассказывали о своих проектах.

#### **11. Результаты. Межпоколенное сотрудничество.**

Выездные экспедиции становятся семейными мероприятиями. В экспедиции 2017 г. участвовали две семьи по три человека, в 2018 г. — пять родителей, в 2021 г. было семь взрослых, что способствует развитию межпоколенных связей, отношения между родителями и детьми становятся более открытыми, дружескими, подростковый максимализм сглаживается в результате неформального общения. Взрослые в этих поездках выступают в роли учащихся, они начинают лучше понимать интересы детей и поддерживать их.

**12. Жизнь вносит коррективы.**

**13. Профориентация.**

Участвуя в экспедициях, учащиеся определялись и с будущим направлением своей деятельности: выпускники 11-х классов выбрали поступление на факультеты, связанные с космической направленностью.

**14. Перспективы.**

1. Вовлечение в деятельность МШЦИА школ Москвы. Уже три школы Москвы хотят присоединиться к выездным экспедициям МШЦИА небольшими группами.
2. Расширение географии выездных экспедиций. Куда отправиться: в Пулково, Екатеринбург, опять в Крым?
3. Публикации результатов в различных СМИ.
4. Увеличение числа выпускников, поступающих в вузы технической направленности.
5. Увеличение количественного и качественного состава профильных и педпрофильных классов.
6. Увеличение числа проектных работ прежде всего по физике, астрономии, истории, а также работ метапредметной направленности.

**15. Результаты.**

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. Благодаря представленному в работе методу образовательного процесса формируется определённая культура проектирования и в неё вовлекается всё большее количество участников.

## ЛИТЕРАТУРА

- Зимняя И. А.* Воздейственность выступления лектора. М., 2005.
- Хуторской А.* Ключевые компетенции. Технология конструирования // Народное образование. 2003. № 5. С. 55–61.
- Яковлева Н. О.* Теоретико-методологические основы педагогического проектирования: монография. М.: Информационно-изд. центр АТиСО, 2002. 239 с.

## FIELD TRIPS OF THE INTERSCHOOL CENTER FOR THE STUDY OF ASTRONOMY TO RUSSIAN OBSERVATORIES AND SCIENCE CENTERS

*T. V. Balebanova*

School No. 1874, Moscow, Russia

In the federal state educational standards, the main result of education is considered on the basis of the system-activity approach. Realization of this principle in the educational process requires its new organization, one of the forms of which is project activity of students. In this form on the basis of School № 1874 (Moscow) in cooperation with the Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences (IKI) for seven years an innovative project “Field trips to Russian Observatories and Scientific Centers” has implemented within the school experimental site “Interschool Center for the Study of Astronomy”. Through the development of such expedition project activities, students base their work not only on theoretical scientific knowledge, but also on their own observations, experiments, practical activities, obtained photo and video materials; personal qualities, abilities and skills of schoolchildren (research, informational, cooperative, communicative, presentational, reflective) are formed, a certain design culture is established, into which more and more participants are involved.

*Keywords:* project activity, school No. 1874, study of astronomy, experimental platform, Interschool Center, field trips

---

**Balebanova** Tatyana V. — teacher of physics and astronomy, awarded Honorable Person in Education, winner of the contest of the Best Teachers of the Russian Federation in 2011, winner of the 2014 Moscow Prize for Education, founder of the Interschool Center for the Study of Astronomy, [btv-2@yandex.ru](mailto:btv-2@yandex.ru)

## АСТРОНОМИЧЕСКИЕ КРУЖКИ КАК ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ СОРЕВНОВАНИЯМ

М. И. Волобуева<sup>1</sup>, И. А. Утешев<sup>2,3</sup>, Б. Б. Эскин<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Московский физико-технический институт, Москва, Россия

<sup>3</sup> Центр педагогического мастерства (ЦПМ), Москва, Россия

<sup>4</sup> Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ) Санкт-Петербург, Россия

Тема космоса и космических исследований неразрывно связана с астрономией. Изучение астрономии в школе способствует формированию у учащихся научной картины мира, популяризации науки и научных исследований в области астрономии и космонавтики, привлечению молодёжи к работе в этих областях. В статье обсуждается методика проведения занятий в «олимпиадных» кружках по астрономии, плюсы и минусы такого подхода в контексте популяризации астрономического и космического образования среди школьников. Проводится обобщение опыта работы олимпиадных кружков с точки зрения преподавателей, составителей заданий и членов жюри астрономических олимпиад.

*Ключевые слова:* дополнительное образование детей, астрономические олимпиады

### ВВЕДЕНИЕ

В начале 1990-х гг. астрономия была исключена из федерального компонента школьной программы и, таким образом, стала необязательным предметом. Вследствие этого преподавание астрономии в школах практически прекратилось, сохраняясь лишь в отдельных образовательных учреждениях благодаря усилиям педагогов-энтузиастов. Такое положение дел сохранялось больше двух десятков лет: астрономия вернулась в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (далее — ФГОС) только в 2017 г. (приказ Министерства образования и науки РФ от 7 июня 2017 г. № 506). Однако ФГОС предполагает изучение астрономии только на базовом уровне в 10–11-х классах и в небольшом объёме (35 часов).

Примечательно, что исчезновение астрономии из школьной программы совпало с появлением в России двух крупных олимпиад для школьников по астрономии. В 1993 г. впервые состоялась Санкт-Петербургская астрономическая олимпиада. Годом позже, в 1994 г., была проведена Первая Всероссийская олимпиада по астрономии и физике космоса. Наряду с Московской (проводится с 1947 г.) астрономической олимпиадой, эти мероприятия стали основными интеллектуальными соревнованиями для российских школьников в области астрономии и физики космоса (<https://astroedu.ru/олимпиады-по-астрономии>). Сложилась парадоксальная ситуация: астрономия в школе систематически не преподавалась, однако тысячи школьников ежегодно участвовали в интеллектуальных соревнованиях по астрономии, решая задачи высокого уровня сложности. Астрономические олимпиады во многом способствовали сохранению и развитию школьного астрономического образования в России, так как привлекали к изучению астрономии ребят, которые интересовались физикой

---

Волобуева Мария Игоревна — ассистент, panther\_gatchina@mail.ru

Утешев Иван Александрович — студент, методист, uteshev@astroedu.ru

Эскин Борис Борисович — ст. преподаватель, esk@astro.spbu.ru

и другими точными науками. Многие участники этих олимпиад впоследствии получили высшее профессиональное образование в области астрономии. Для учителей, занимающихся со школьниками астрономией, школьные олимпиады стали основным стимулом к продолжению работы.

## **АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОЛИМПИАДЫ**

В настоящее время, когда астрономия вернулась в число обязательных школьных предметов, олимпиады продолжают стимулировать школьников к углублённому изучению этой науки в рамках дополнительного образования (астрономических кружков). Уровень сложности и тематика заданий современных астрономических олимпиад существенно выходят за рамки базовой школьной программы, поэтому для успешного участия в подобных интеллектуальных соревнованиях необходимы дополнительные занятия. Бурное развитие школьного олимпиадного движения в последние полтора десятилетия привело к возникновению астрономических кружков, концепцией обучения в которых становится углублённое изучение астрономии (а также связанных областей физики и математики) через подготовку к участию в олимпиадах.

### **Астрономические олимпиады и образовательные стандарты**

К тому моменту, когда курс астрономии был включён во ФГОС, олимпиады по астрономии ушли далеко вперёд. Федеральный стандарт предполагает изучение астрономии в 10–11-х классах в объёме 35 ч, что соответствует 1 уроку в неделю в течение года. Изучение предмета на базовом уровне подразумевает изложение большей части информации в качественном виде, аналогично гуманитарным предметам.

В то же время олимпиады рассчитаны на учащихся начиная с 5-го класса. Программы кружков, предназначенные для подготовки к астрономическим олимпиадам, как правило, составлены исходя из 3–6 ч занятий в неделю, что может превышать две сотни часов за учебный год. При этом охват тем и их сложность оказываются ближе к курсу общей астрономии для студентов-первокурсников.

Даже после возвращения астрономии в школьную программу большая часть подготовки к олимпиадам по астрономии происходит в рамках дополнительного образования, т. е. в астрономических кружках.

### **Позитивные эффекты астрономических олимпиад**

В рамках основного образования формат олимпиадных кружков способствует привлечению интереса молодёжи к науке, пропаганде научной картины мира. Олимпиады мотивируют к углублённому изучению астрономии, физики, математики и других смежных дисциплин, помогают осознать важность технических навыков: аккуратного и логичного оформления решения, умения проводить громоздкие вычисления, оценивать погрешности, работать в условиях ограниченного времени.

У участников также развиваются «мягкие навыки»: креативность, коммуникабельность, навыки самоорганизации, стрессоустойчивость, умение работать с информацией.

Олимпиады способствуют профориентации молодёжи, а успешные выступления могут быть основанием для предоставления особых прав при поступлении в вузы на соответствующие направления подготовки.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ В ОЛИМПИАДНОМ КРУЖКЕ

Основные направления деятельности в олимпиадном кружке — это изучение теории (например, в рамках лекционных занятий) и разбор методов решения задач различного уровня сложности (Эскин и др., 2015). Это разнонаправленные процессы: олимпиадные задачи на конкретных примерах иллюстрируют пройденную теорию, и в то же время вновь поставленная задача может потребовать изучения дополнительного теоретического материала по астрономии, из смежных разделов физики и математики.

Ещё одно возможное направление работы — проведение наблюдений с телескопами, биноклями и другими инструментами, а также невооружённым глазом. С одной стороны, наблюдения интересны школьникам, с другой — сложны в организации: требуют специального технического оснащения, наблюдательной площадки с хорошим обзором неба вдали от источников искусственного освещения, хорошей погоды. Официальные занятия для школьников проходят в основном в дневное время. Вкупе с тем, что полноценные наблюдательные туры существуют только на международных олимпиадах, данный компонент в работе олимпиадного кружка часто опускается.

Олимпиадный подход к изучению астрономии, при котором значительное внимание неизбежно уделяется методике решения задач, имеет свои плюсы и минусы. К положительным аспектам возможно отнести следующее:

1. Пройденная теория сразу активно применяется на практике, что способствует усвоению знаний. Различные эффекты и тонкости физических законов можно проиллюстрировать на конкретных примерах из реальной науки.
2. Отрабатываются необходимые технические навыки и умения: аккуратное оформление решения, логичное и последовательное изложение мыслей, проведение громоздких вычислений, оценивание погрешностей, оценивание полученного результата на соответствие здравому смыслу.
3. У учеников есть мотивация к развитию. Они постоянно соревнуются между собой, при этом результаты показательны и легко измеримы.
4. Во время обучения можно использовать различные формы работы, в том числе проводить пробные олимпиады, турниры, астробои (по аналогии с широко известным математическим боем) и т. п. При этом участники могут не только решать предложенные преподавателем задачи, но и придумывать свои, и также проверять работы других учащихся.
5. Есть возможность приобщиться к настоящей науке: благодаря высокому уровню подготовки, учащиеся могут рассматривать не только абстрактные модели, но и реальные научные задачи из жизни, хотя, возможно, и с некоторой адаптацией к школьному уровню.

Однако в таком подходе есть и недостатки:

1. Большой объём материала повышенной сложности и интенсивность подготовки повышают порог вхождения: чем старше новичок, тем сложнее ему наверстать упущенное и выдержать конкуренцию с другими участниками из его возрастной параллели. Начать с нуля в старших клас-



- сах и при этом добиться значительных успехов в олимпиадах высокого уровня практически невозможно.
2. Для некоторых школьников постоянная соревновательная среда становится некомфортной. Многие в принципе предпочитают размышлять над задачей продолжительное время в спокойной обстановке — и им плохо подходит формат олимпиады, где, напротив, необходимо быстро думать в стрессовой ситуации.
  3. Чрезмерное увлечение решением задач в ущерб комплексному изучению теории по теме может приводить к формированию у учащихся неполных, отрывочных знаний, к попыткам решать любую задачу с помощью набора известных шаблонов без анализа сути физических явлений. С учётом того, что нередко задачи на школьных олимпиадах представляются в упрощённом, адаптированном виде, попытка реверсивного восстановления теоретического материала по решениям олимпиадных заданий может приводить к ошибочному пониманию тех или иных явлений.
  4. Возможна фиксация учащихся на результатах олимпиад в ущерб изучению астрономии как таковой. В таком случае школьник может вообще отказаться от изучения тем, которые не встречаются в олимпиадных задачах напрямую.

Эти недостатки необходимо учитывать при проведении олимпиадных кружков и по возможности нивелировать их.

### **Олимпиады с точки зрения педагога**

Олимпиады представляют интерес (и сложность) не только для школьников, но и для их педагогов. С одной стороны — это пространство для саморазвития; работа с мотивированными и талантливыми детьми представляет профессиональный интерес и может препятствовать выгоранию преподавателя. В зависимости от региона педагог может быть поощрён материально за успехи учащихся на олимпиадах.

С другой стороны, порог вхождения высок не только для учащихся, но и для педагога, от которого требуется глубокое понимание предмета. Ведение олимпиадных кружков всё чаще становится работой педагогов дополнительного образования, специализирующихся на олимпиадной тематике, нежели обычного учителя, и без того перегруженного рядовыми школьными обязанностями. Если в физико-математических лицеях не так сложно найти интересующихся астрономией ребят, готовых дополнительно заниматься на углублённом уровне, то в средней общеобразовательной школе набрать учебную группу трудно.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Олимпиады — полезный и эффективный способ популяризации астрономического и космического образования среди школьников. Высокая сложность заданий многих современных олимпиад и интерес школьников и педагогов к олимпиадному движению, развивающийся на фоне отсутствия во ФГОС курса астрономии углублённого уровня, стимулировали появление и развитие специализированной системы подготовки к олимпиадам в форме олимпиадных астрономических кружков. Такая концепция обучения не универсальна и подходит не всем, поэтому наряду с кружками необходимо развивать другие форматы систематических занятий астрономией для школьников.

## ЛИТЕРАТУРА

Эскин Б. Б., Волобуева М. И., Тараканов П. А., Костина М. В. Россия на международных астрономических олимпиадах // Физика в школе. 2015. № 6. С. 51–54.

## ASTRONOMY CLUBS AS A PART OF TRAINING SYSTEM FOR INTELLECTUAL COMPETITIONS FOR SCHOOLCHILDREN

*M. I. Volobuyeva*<sup>1</sup>, *I. A. Uteshev*<sup>2,3</sup>, *B. B. Eskin*<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Herzen University, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Moscow, Russia

<sup>3</sup> Center for Teacher Excellence, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

The space and space exploration subject is inextricably linked with astronomy. The study of astronomy at school helps to form students' scientific understanding of the world, to popularize science and scientific research in astronomy and astronautics, to attract young people to work in these fields. The article is focusing on the methodology for astronomy «Olympiad» groups, the pros and cons of this approach in the context of popularization of astronomical and space education among the schoolchildren. The author summarizes the experience of the olympiad clubs from the teachers, task writers and jury members of the Astronomy Olympiads.

*Keywords:* supplementary education for children, Astronomy Olympiad, olympiad clubs, methodology for Astronomy Olympiad

---

**Volobueva** Maria I. — assistant lecturer, panther\_gatchina@mail.ru

**Uteshev** Ivan A. — student of MIPT, methodologist of CPE, uteshev@astroedu.ru

**Eskin** Boris B. — senior lecturer, esk@astro.spbu.ru

## ОБОБЩЕНИЕ ОПЫТА РАБОТЫ С МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫМ КЛАСТЕРОМ «КОСМОС ДЛЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ»

*В. Е. Гершензон, О. Н. Гершензон, Д. Е. Аксенов, К. Е. Никитская,  
М. В. Дорофеева, Г. Н. Мухатдинова*

Группа компаний «Лоретт» (ООО «Лоретт», АНО «Прозрачный мир», ООО «Гринс») Москва, Россия

Обобщён опыт работы группы компаний «Лоретт» по демократизации доступа к спутниковым данным и популяризации работы с ними для широкого общества, в том числе творческой молодёжи и школьников. Изображения Земли из космоса, принимаемые на уникальном оборудовании собственного производства, а также непосредственная работа со станциями приёма спутниковых данных и программным обеспечением по обработке космических снимков стали основой отличительной чертой в проведении разнообразных образовательных мероприятий — тематических и инженерных смен, конкурсов, фестивалей, тренингов, кружков за 2019–2021 гг. Авторы делятся опытом работы с междисциплинарным кластером «Космос для жизни на Земле», рассказывают о его возможностях и перспективах применения в сфере основного общего и дополнительного образования.

*Ключевые слова:* дистанционное зондирование Земли, космические снимки, спутниковая съёмка, геопространственные данные, междисциплинарность, основное образование, дополнительное образование, учебные лаборатории, учебный инженерный конструктор

### АКТУАЛЬНОСТЬ

Наша страна испытывает острую необходимость в высокопрофессиональных научных и инженерных кадрах, обладающих инновационным мышлением, активной жизненной позицией, ориентированных на социальное самоопределение и саморазвитие, участие в прорывных инновационных проектах страны. Несомненно, основы такой профессиональной реализации специалистов должны закладываться со школьной скамьи.

Для формирования у современных школьников целостной, объективной картины мира необходимо включать в основные принципы образования тесное единение теоретических познаний и практических навыков, возможность свободного использования при решении практических вопросов багажа знаний из разных предметных отраслей. Немаловажную роль в этом процессе играет доступность для учащихся в образовательном процессе профессионального современного оборудования. К сожалению, эта возможность в настоящее время реализована далеко не в полной мере.

**Гершензон Владимир Евгеньевич** — сооснователь, соучредитель, генеральный директор ООО «Лоретт», основатель группы компаний «Сканэкс», рук. направления ГИС и ДЗЗ рабочей группы АэроНет НТИ, канд. физ.-мат. наук, [vegshenzon@gmail.com](mailto:vegshenzon@gmail.com)

**Гершензон Ольга Николаевна** — сооснователь, соучредитель, председатель правления группы компаний «Лоретт», сооснователь и соучредитель группы компаний «Сканэкс», основатель, соучредитель АНО «Прозрачный мир», [ogershenzon@gmail.com](mailto:ogershenzon@gmail.com)

**Аксенов Дмитрий Евгеньевич** — директор АНО «Прозрачный мир», [picea2k@gmail.com](mailto:picea2k@gmail.com)  
**Никитская Карина Евгеньевна** — директор по развитию ООО «Лоретт», мл. науч. сотрудник, [knikitskaya@yandex.ru](mailto:knikitskaya@yandex.ru)

**Дорофеева Мария Владимировна** — рук. образовательных проектов ООО «Лоретт», [maria.dorofeeva@gmail.com](mailto:maria.dorofeeva@gmail.com)

**Мухатдинова Галина Николаевна** — вед. специалист ООО «Лоретт», [litklass@mail.ru](mailto:litklass@mail.ru)

Для развития межпредметной образовательной и проектной деятельности; проведения современных уроков технологии, географии, физики, окружающего мира, экологии, информатики, астрономии с использованием высокотехнологичного инновационного оборудования; успешного освоения школьниками образовательных учреждений ряда востребованных прикладных навыков; ранней профориентации учащихся (включая новые профессии и профессии будущего); привлечения школьников к решению актуальных проблем регионов, группа компаний «Лоретт» разработала комплекс модульных учебных лабораторий — Междисциплинарный кластер «Космос для жизни на Земле». Кластер специализирован на инженерии наземных космических систем; приёме, обработке и применении данных со спутников; работе с космическими снимками и геопространственными данными.

## **СТРУКТУРА КЛАСТЕРА**

Кластер представляет собой взаимодополняемую систему учебных лабораторий, каждая из которых имеет модульную структуру и может быть «собрана» исходя из пожеланий и необходимых требований:

- лаборатория «Изображения Земли из космоса» на базе аппаратно-программного комплекса (АПК) «Лоретт»/«Расторопша»;
- лаборатория спутниковой метеорологии на базе АПК «Лентикюларис»;
- лаборатория «Инженерия наземного космического комплекса» на основе инженерного конструктора Link2Space;
- лаборатория «Инженерия наземного космического комплекса» на основе инженерного конструктора Copter4Space.

Каждая лаборатория представляет собой, с одной стороны, независимый модуль, с другой — органичный элемент кластера.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Основные направления деятельности междисциплинарного кластера «Космос для жизни на Земле» дают возможность реализации учебного процесса в различных форматах. Более 15 форм применения модулей кластера было разработано и апробировано за период 2019–2021 гг. в основном и дополнительном общем образовании, в профессиональном образовании, в проектной, научно-исследовательской и творческой деятельности учащихся. Потенциально ресурсная ёмкость кластера очень велика для образовательных программ (от начальной школы до старших классов). Нашей группой компаний разработан ряд авторских программ для основного образования.

Для решения задачи вовлечения школьников в космическую тематику и возвращения интереса к проблемам освоения космоса необходима комплексная и продуманная программа синергии образовательной и производственной деятельности, которая может быть реализована на базе междисциплинарного кластера «Космос для жизни на Земле», созданного в образовательном учреждении.

1. Междисциплинарный кластер может стать центром компетенций (в том числе и новых) в области инженерии наземных космических систем, приёма и обработки данных космической съёмки, работы с геопространственными данными.

2. В рамках основного школьного образования на площадке кластера могут проводиться уроки по спектру основных школьных предметов: физике, математике, географии, истории, технологии, информатике, окружающему миру. Это возможность дополнить школьные предметы исследовательским и инновационным компонентами.

3. Комплекс лабораторий кластера позволяет вести сложные проекты любой тематики, связанные с приёмом и обработкой данных космической съёмки. На данном этапе предлагается развитие трёх современных взаимодополняющих направлений работы:

- инженерное конструирование,
- спутниковая метеорология,
- тематическое дешифрирование.

4. Каждое из перечисленных направлений работы может проходить в научном, предпринимательском или природоохранном ключе, а также представлять собой синтез перечисленных подходов. Например, разработка алгоритмов выявления на спутниковых снимках свалок твёрдых бытовых отходов представляет собой практикоориентированную научную задачу, при решении которой можно найти подходы к созданию системы оповещения о возникновении несанкционированных свалок (природоохранная задача) и создать бизнес по информированию граждан о состоянии территории их проживания (предпринимательская задача).

5. В рамках программ дополнительного образования или в любом другом формате предлагается осуществление на базе кластера проектов, имеющих прикладное значение для региона и страны в целом. Такие проекты могут быть выполнены школьниками и способствуют вовлечению творческой молодёжи в решение актуальных проблем на местном, муниципальном, региональном и федеральном уровне. Участие школьников в такой деятельности создаёт предпосылки к возрастанию интереса молодёжи к своему региону, уменьшает отток талантливых выпускников и формирует кадровый резерв на местах. В качестве примеров полноценных инженерно-исследовательских и инженерно-научных проектов могут быть предложены:

- дистанционный мониторинг состояния сельскохозяйственных земель и анализ динамики землепользования;
- создание школьного/детского метеобюро;
- спутниковый мониторинг свалок и мест несанкционированного складирования мусора на территории региона;
- оценка динамики развития парковых зон крупных городов на основе космических снимков;
- анализ состояния особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и выявление нарушений режима ООПТ;
- мониторинг развития дорожной сети региона;
- оценка последствий пожароопасного сезона на основе временных рядов спутниковых снимков.

6. Функционирование образовательных программ невозможно без полноценной подготовки кадров: разработаны и действуют курсы повышения квалификации педагогов, желающих работать в области применения данных космической съёмки, на образовательной онлайн-платформе «Фоксфорд», а также ряд очных курсов. Мы готовы осуществлять консультационно-методическую поддержку деятельности педагогов при работах по нашему направлению.

7. Группа компаний «Лоретт» в июне 2018 г. открыла профиль в Олимпиаде НТИ (Национальной технологической инициативы) (*сейчас Национальная*

*технологическая олимпиада*) «Анализ космических снимков и геопространственных данных», который с успехом идёт уже третий год. Кластер может стать основной площадки подготовки к этому профилю.

8. В настоящее время ведётся разработка новой компетенции WorldSkills «Оперативные спутниковые данные», что позволит внедрять инновационные методы космической отрасли в колледжи и профессиональные учебные заведения, формируя сообщество молодёжи, владеющее навыками и компетенциями профессий будущего.

9. Кластер станет основой формирования в школьной среде культуры работы с геопространственными данными, образуя формацию специалистов разных направлений, которые могут и умеют использовать в своей повседневной жизни и будущей работе возможности, предоставляемые современными космическими технологиями.

10. Сочетание и взаимозамена оффлайн- и онлайн-форматов (особенно востребованное во время пандемии), уже успешно реализуемое на базе кластера, позволит создать уникальную распределённую систему работы, когда к идущим на площадке проектам и занятиям могут присоединяться и полноценно работать участники из других регионов. Помимо этого, уже существующая и постоянно расширяющаяся сеть наземных станций приёма спутниковых данных (станции «Лоретт» установлены в Калининграде (Музей Мирового океана), Калуге, Южно-Сахалинске, Пскове (Кванториумы), Сургуте (СурГУ), Уфе, Орле (региональные центры работы с одарёнными детьми), Сарове, Санкт-Петербурге и др.) позволяет участникам из разных точек нашей страны дистанционно в режиме реального времени принимать данные пролетающих над местами установки станций спутников, получать космические снимки и далее работать с ними.

11. Дети, занимающиеся на площадке кластера, приобретают навыки, необходимые для участия в Национальной технологической Олимпиаде (профиль «Анализ космических снимков и геопространственных данных»), в крупных инженерных соревнованиях (Всероссийский научно-технический конкурс «ИнтЭРА» (направление «Космическая разведка») (рис. 1), программа «Дежурный по планете», Балтийский инженерный конкурс, Всемирный юниорский водный конкурс, смены «Большие вызовы» в Образовательном центре (ОЦ) «Сириус», тематические смены на базе региональных центров для одарённых детей и др.).

12. Синтез инженерии и ИТ (*англ.* Information Technology, информационные технологии), столь востребованный в последнее время, хорошо представлен в кластере работой с модулями инженерных конструкторов лаборатории «Инженерия наземного космического комплекса». В ходе работы участники не только самостоятельно собирают станции приёма спутниковой информации (с использованием инженерных конструкторов Link2Space, Copter4Space; возможно самостоятельное частичное производство элементов конструкций), но и производят настройку и приём на станции данных с пролетающих метеоспутников в режиме реального времени (рис. 2). В результате сборки и настройки станций принимаются изображения Земли из космоса с возможностью их последующей тематической обработки. Этот функционал позволяет непосредственно отрабатывать этапы создания реальных антенных комплексов приёма спутниковой информации и знакомит учащихса со стадиями развития инженерии наземных космических систем. Работа с инженерными конструкторами может осуществляться в рамках модулей к урокам технологии и информатики школьников и студентов профессиональных училищ и колледжей.

13. В перспективе возможно создание функционирующего на базе кластера ситуационного центра, что позволит школьникам не только получать акту-

альные геопространственные данные, но и осваивать их применение в реальных проектах, в том числе и в работах, направленных на оптимизацию развития и управления территориями.



**Рис. 1.** Участники трека «Космическая разведка» на всероссийском научно-техническом конкурсе «ИнтЭРА», парк «Патриот» в Кубинке, 2021 г. В работе трека использовалась лаборатория «Инженерия наземного космического комплекса» на основе инженерного конструктора Copter4Space



**Рис. 2.** Всероссийский конкурс «Делаем станцию приёма данных в L-диапазоне с метеорологических спутников своими руками». Сборка инженерного конструктора Link2Space. 2019 г.

## АПРОБАЦИЯ

За последние три года активной работы группы компаний «Лоретт» в сфере образования накоплен огромный опыт в проведении тематических смен, конкурсов, фестивалей.

Проводились фестивали, семинары тематические и инженерные смены в детских лагерях, кружки, тренинги, как в онлайн, так и в очном формате, по работе с изображениями Земли из космоса, культуре работы с геопространственными данными, инженерии наземных космических систем.

В статье хотелось бы обратить внимание на самые значимые для нас мероприятия в образовательной сфере:

1. В 2018 г. мы выступили инициаторами создания масштабной федеральной программы «Дежурный по планете», реализуемой в рамках дорожной карты «Кружковое движение» НТИ и объединяющей технологические конкурсы и проекты для школьников и студентов в области космоса. В рамках программы организованы и проведены/работают:

- Всероссийский конкурс школьников «Бельки-2019», целью которого была корректировка движения судов во льдах Белого моря в обход ценных залежек гренландского тюленя при помощи данных космической съёмки;
- Всероссийские инженерные конкурсы «Делаем станцию приёма данных в L-диапазоне с метеорологических спутников своими руками» (с 2019 г. по настоящее время). Финальные этапы конкурсов проводятся как Космическая программа ОЦ «Сириус» на базе региональных центров по работе с одарёнными детьми;
- при поддержке Фонда содействия инновациям разработана и функционирует онлайн-платформа (проектная площадка) программы «Дежурный по планете» (<https://onduty4planet.com>), акцентированная на экологическом спутниковом мониторинге. Платформа предоставляет доступ к космическим снимкам российского спутника «Аист-2Д», сделанным по запросам участников проекта, а также учебным и методическим материалам.

2. Инженерная компания «Лоретт» является оператором и разработчиком направления «Космическая разведка» Всероссийского научно-технического конкурса «ИнтЭРА», организованного Фондом содействия инновациям (с 2019 г. по настоящее время).

3. Участие в проведении и организация отдельного трека во Всероссийском проектном конкурсе социально-технологического предпринимательства «Кубок Преактум-2018» в рамках образовательной смены Всероссийского детского центра «Орлёнок». Участники конкурса разработали модель эффективного бизнеса на основе технологий анализа космических снимков и публичных картографических сервисов.

4. Постоянные участники, эксперты и разработчики проектных кейсов смен Всероссийского конкурса проектных и исследовательских работ «Большие вызовы» ОЦ «Сириус». В 2021 г. в рамках трека «Космические технологии» реализован проект «Создание системы для локального мониторинга облачного покрова по данным космической съёмки».

5. Накоплен богатый опыт проведения тематических космических смен в школьных и детских лагерях и образовательных центрах:

- трек «Космические технологии» Междисциплинарной школы проектов «Большие вызовы» (пос. Ушаково Калининградской области, 2020);



- проектно-методическое сопровождение направления «Дистанционное зондирование Земли» Первой международной проектной школы «Большие вызовы в сфере устойчивого развития» (ОЦ «Сириус», 2019);
- технологический партнёр трека Space Тематической дополнительной общеразвивающей программы технической направленности «Всероссийская школа «Окно в НТИ», проводившейся во Всероссийском детском центре «Орлёнок» (2020);
- региональная образовательная космическая профильная смена «Время первых» в рамках программы «Дежурный по планете» (Уфа, 2020);
- трек «Прикладные космические системы» профильной космической смены «Время первых» (Технопарк Иркутского политехнического университета, Иркутск, 2020);
- тематические образовательные смены для школьников Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) «Геоинформатика» и «Цифровые технологии» (2020);
- модуль по дистанционному зондированию Земли в рамках партнёрской Октябрьской образовательной смены по астрономии на базе Регионального центра «Созвездие Орла» совместно с Орловским государственным университетом имени И. С. Тургенева (Орловская обл., 2020);
- треки «Наземные станции», «Дистанционное зондирование Земли» в рамках проектного курса «Космическая программа: выход на орбиту», организованного «Фондом поддержки талантливых детей и молодёжи «Золотое сечение» (Свердловская обл., 2020).

6. Реализация образовательных программ:

- летняя онлайн-школа Сургутского государственного университета «Аэрокосмические технологии и геоинформационные системы» для школьников и студентов (Сургут, 2020);
- образовательный онлайн-интенсив для школьников «Школа про(сто) космос», организованный совместно с Санкт-Петербургской ячейкой Кружкового движения НТИ (2020);
- интенсивная инженерная образовательная программа «Космические технологии» для учащихся 8–10-х классов из школ Подмоскovie на базе АНОО «Физтех-лицей» имени П. Л. Капицы (Долгопрудный, Московская обл., 2020).

7. Проведение семестрового обучающего курса «Анализ космических снимков» в космическом классе Многопрофильного технического лицея № 1501, Москва (2018, 2019 гг.).

8. Организация и проведение регионального семинара «Данные из космоса в руках школьников — инструмент и технология будущего», Тула (апрель 2019 г.).

9. «Геохакатон-2019», организация и проведение тематических лекций и мастер-классов в Кванториуме (Псков, июнь 2019 г.).

10. Образовательный интенсив «Остров 10–22» Университета НТИ 20.35 (Сколтех) — участие в организации и проведении лаборатории «Планетарное мышление — Аэронет» факультета «Практики будущего» (июль 2019 г.).

11. Участие в Международной исследовательской школе (июнь 2019 г.) — проект «Землепользование Калужской области на основе данных ДЗЗ».

12. Организация кружков для школьников:

- кружок «Изображения Земли из космоса», действующий на базе инженерной компании «Лоретт», отмечен сертификатом Кружка национальной технологической инициативы;

- тематический кружок для учащихся 4–7-х классов «Междисциплинарный космический кластер» на базе АНОО «Физтех-лицей» имени П. Л. Капицы (открыт осенью 2020 г., действует по настоящее время).

13. Проведение открытых профориентационных уроков для учащихся 7–11-х классов по теме «Анализ космических снимков».

14. Программы повышения квалификации «Организация научно-технической, исследовательской и проектной деятельности школьников в области космонавтики» для преподавателей, методистов и административных работников из разных регионов РФ (ОЦ «Сириус»);

15. Программа «Космос в регионы: летняя школа для педагогов 2020» АНОО «Физтех-лицей» имени П. Л. Капицы (Долгопрудный, Московская обл., 2020).

16. Занятия для учителей в рамках федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» АНОО «Физтех-лицей» имени П. Л. Капицы (Долгопрудный, Московская обл., 2019).

17. Для школьников ХМАО проведён онлайн-фестиваль «Взгляд из космоса», организованный при содействии Департамента образования ХМАО. Участники фестиваля (500 школьников и их родителей) познакомились с теоретическими основами и практическими аспектами применения космической съёмки, в режиме реального времени поработали со специализированным программным обеспечением и снимком территории ХМАО, принятым с научно-исследовательского спутника Terra на станцию «Лоретт» (2020).

## АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Только за 2019–2021 гг. нашей командой проведено более 40 мероприятий на различных уровнях. На гистограмме (рис. 3) отражены уровни проведения различных мероприятий: от регионального до международного.



Рис. 3. Тематические смены, конкурсы, фестивали (2019–2021)

Из диаграммы видно, что наибольшая работа проведена с регионами — 26 мероприятий, чуть меньше — на всероссийском уровне (16 мероприятий). Это стало возможным благодаря популяризации космического направления, в том числе через социальные сети, и проявленный интерес детей, родителей, преподавателей, администрации как образовательных учреждений, так и регионов. Для популяризации космического направления с 2019 г. нами проводятся выездные региональные и всероссийские семинары, тренинги, курсы для педагогов.

У нас есть успешные примеры выхода на мероприятия международного уровня, но в приоритете остаётся воспитание поколения людей в России, понимающих важность и пользу космических технологий и способных изменить будущий окружающий мир.

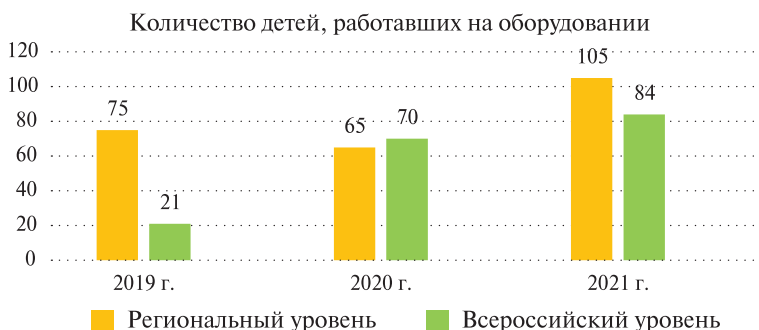
В период 2019–2021 гг. более трёх тысяч детей проявило интерес к космической тематике в части инженерии наземных космических систем и работы со спутниковыми данными (рис. 4).



**Рис. 4.** Количество детей, проявивших интерес к тематике в период с 2019 по 2021 г.

Пик активности на региональном уровне за указанный период пришёлся на 2020 г. Благодаря нашей поддержке интерес к теме изучения Земли из космоса проявили 893 ребёнка. Это стало хорошим импульсом для участия в мероприятиях более высокого уровня. В 2021 г., несмотря на переход части мероприятий в онлайн-формат, 2325 человек на всероссийском уровне интересуется станциями приёма спутниковых данных, возможностями дистанционного зондирования Земли и их применением для решения ряда практических задач. Как мы видим из диаграммы, количество детей по всей стране возрастает с каждым годом, и это хорошая тенденция.

Данные на диаграмме (рис. 5), в совокупности с предыдущим графиком, говорят о необходимости проведения мероприятий на всех уровнях и поиске партнёров для взаимовыгодного сотрудничества ближнего и дальнего зарубежья. Благодаря предоставляемой методической и технической поддержке нашего оборудования в регионах, центры по работе с детьми самостоятельно проводят отборочные мероприятия на конкурсы всероссийского уровня нашего направления, и мы их не учитывали в данной гистограмме.



**Рис. 5.** Количество детей, работавших на оборудовании в период с 2019 по 2021 г.

К сожалению, не все заинтересованные ребята в настоящее время имеют возможность поработать на уникальном профессиональном оборудовании. Во многом эти ограничения накладывают условия конкурсов (оборудование применяется лишь на финальных этапах), малое количество площадок с оборудованием в регионах, дефицит заинтересованных педагогов на местах и человеческие ресурсы нашей команды.

Тем важнее нам представляется смена подхода к обучению школьников научно-исследовательской и инженерной деятельности. Ключевым моментом должно стать изменение эпизодов «отбора» избранных школьников для участия в каких-то проектах, конкурсах, соревнованиях на процесс вовлечения всех (большинства) учащихся в механизм решения реальных задач с использованием на практике знаний, полученных в образовательном учреждении. При этом неважно, в какой области образования (основное, дополнительное или предпрофессиональное) эти знания, навыки и компетенции получены.

Создание в образовательных учреждениях междисциплинарных космических кластеров, позволит ученикам самим, используя знания, полученные в школе, формулировать нестандартные задачи, проверять их на практике, осмысливать результаты опытов. Свои теории и предположения ребята смогут проверить в процессе экспериментов. Из этой работы рождаются оригинальные темы проектов и, возможно, последующих исследований.

## **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ**

1. Создание в регионах хорошо оборудованных площадок с современным оборудованием (кластером) и доступом к ним всех (а не только одарённых) школьников безусловно благоприятно скажется как на возрождении интереса молодёжи к российской космической отрасли, так и на повышении экологической грамотности общества, осознающего уязвимость экосистемы нашей планеты, через понимание общих природно-антропогенных процессов, выявление и наблюдение за которыми сейчас невозможны без доступной своевременной космической съёмки поверхности Земли.
2. Проведение на площадках Междисциплинарного кластера «Космос для жизни на Земле» школьных уроков, интеграция элементов работы с оборудованием в базовое школьное образование, внедрение осознания возможности применения методик работы с таким оснащением в педагогическое сообщество безусловно будет способствовать как увеличению числа мотивированных на созидательную деятельность школьников, так и росту количества учащихся, обладающих самыми современными навыками и компетенциями в области космической инженерии.
3. Реальные проекты по управлению территориями на основе спутниковых данных; вовлечение школьников в решение задач по современному управлению и развитию территорий, в том числе в рамках муниципального, регионального и федерального управления; включение локального бизнеса; тематические образовательные, инженерно-конструкторские и инженерно-исследовательские космические детские смены, внедрение тематических прикладных блоков и модулей в школьную программу и др. — все эти направления позволят ещё в рамках образовательных учреждений как основного, так и дополнительного школьного образования определить и акцентировать ряд перспективных направлений развития космических технологий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на своём 30-летнем опыте работы в отрасли создания технологий для приёма, обработки и использования изображений Земли из космоса, выступая экспертами в области систем дистанционного зондирования Земли и их применения, мы надеемся помочь в воспитании поколения людей, понимающих важность и пользу космических снимков и способных изменить будущий окружающий мир.

Для реализации этой миссии необходима синергия образовательной и производственной деятельности, которая может быть реализована на базе междисциплинарного кластера «Космос для жизни на Земле», созданного в образовательном учреждении. Кластер обеспечивает создание эксклюзивного формата работы со школьниками в области инженерии космических и наземных космических систем, работы с данными дистанционного зондирования Земли и прикладными проектами, базирующимися на этих данных.

В перспективе междисциплинарный кластер «Космос для жизни на Земле» может включать полную линейку исследовательских, проектных и инженерно-конструкторских лабораторий, которая позволит охватить практически весь комплекс работы с космическими спутниковыми технологиями: от проектирования, конструирования, оснащения, испытания и запуска собственных спутников через создание, сборку и установку наземных комплексов приёма и обработки спутниковых данных до получения, обработки и дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли и практического их применения в прикладных проектах.

## SUMMARIZING THE EXPERIENCE OF WORK WITH THE INTERDISCIPLINARY CLUSTER “SPACE FOR LIFE ON EARTH”

*V. E. Gershenson, O. N. Gershenson, D. E. Aksenov, K. E. Nikitskaya, M. V. Dorofeeva, G. N. Mukhatdinova*

Lorette Group (CEO of Lorette Ltd, NGO Transparent World, Grins Ltd.), Moscow, Russia

The article describes the experience of Lorette group companies on making access to satellite data more affordable and on popularizing it among the general public, including the creative youth and schoolchildren. Images of the Earth from space, being received on unique equipment of own production, as well as direct work with satellite data receiving stations and software for space images processing, have become the basis and distinctive feature in holding various educational activities — thematic and engineering sessions, contests, festivals, trainings, clubs — for 2019–2021. The authors share their experience with the interdisciplinary cluster “Space for life on Earth”, talk about its possibilities and prospects of application in the areas of basic general and supplementary education.

*Keywords:* Earth remote sensing, space images, satellite imaging, geospatial data, interdisciplinarity, basic education, supplementary education, educational laboratories, educational engineering construction set

**Gershenson Vladimir E.** — co-founder, CEO of Lorette Ltd., founder of SCANEX Group, head of GIS and RS direction of the AeroNet NTI working group, PhD of physico-mathematical sciences, [vegershenson@gmail.com](mailto:vegershenson@gmail.com)

**Gershenson Olga N.** — co-founder and chairman of the board of the Lorette Group, co-founder of the SCANEX Group, founder, co-founder of the NGO Transparent World ([www.transparentworld.ru](http://www.transparentworld.ru)), co-founder of the international company RBC Signals ([rbcsignals.com](http://rbcsignals.com)), [ogershenson@gmail.com](mailto:ogershenson@gmail.com)

**Aksenov** Dmitry E. — director of NGO Transparent World, picea2k@gmail.com

**Nikitskaya** Karina E. — development director of Lorette Ltd, senior researcher,  
knikitskaya@yandex.ru

**Dorofeeva** Maria V. — head of educational projects at Lorette Ltd, maria.dorofeeva@gmail.com

**Mukhatdinova** Galina N. — leading specialist of Lorette Ltd, litklass@mail.ru

## ШКОЛЬНЫЙ МУЗЕЙ КОСМОНАВТИКИ — ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ И ТВОРЧЕСТВА МОЛОДЁЖИ

*Л. В. Горбунова*

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 2 с углублённым изучением отдельных предметов», Фрязино, Московская обл., Россия

Приводится опыт создания школьного музея, рассматриваются различные подходы к проведению на его основе разнообразных образовательно-просветительских мероприятий. Автор рассматривает цель создания и деятельности школьного музея как всемерное содействие развитию коммуникативных компетенций, навыков исследовательской работы учащихся, поддержке творческих способностей детей, формированию интереса учащихся к познанию окружающего мира через эмоциональное восприятие наглядно представленного учебного и сопутствующего материала по астрономии и космонавтике.

*Ключевые слова:* школьный музей космонавтики, образовательно-воспитательный потенциал музея, формирование исторического сознания, популяризация космонавтики

Фрязинцы — учёные, фрязинцы — покорители космоса. Испытываешь неподдельное чувство гордости за свою малую родину, беседуя с человеком чести и долга, человеком, вписавшим своё имя в летопись славных свершений страны и нашего наукограда. Александр Николаевич Баландин провёл три месяца на борту орбитальной станции «Мир», два раза выходил в открытый космос (один раз в аварийной ситуации). За проявленное мужество наш земляк награждён званием Героя Советского Союза, он является Почётным гражданином Фрязино.

Именно это стало отправной точкой — идеей — создания музея в школе № 2, выпускником которой был Александр Николаевич. Мы собирали документы, фотоснимки, значки, изучали историю космонавтики, но помещения для организации музея не было. И вот мечта сбылась! 24 апреля 2019 г. в малом здании МОУ СОШ № 2 с углублённым изучением отдельных предметов состоялось торжественное (с традиционным разрезанием красной ленточки) открытие единственного в городе музея космонавтики.

Благодаря музею, в школе появилась дополнительная возможность рассказывать о достижениях, открытиях и подвигах наших соотечественников, на их примере прививать детям нравственные ценности, уважение к памяти.

Учащиеся смогли ощутить движение мысли во времени, изучить проблемы и трудности, с которыми сталкивались «пионеры» самолётостроения и ракетостроения, узнать о людях, которые умели мечтать, творить и сражаться за свои идеалы и жизненные ценности.

Школьный музей космонавтики, созданный для детей и руками детей и педагогов, стал отправной точкой в формировании интереса к космической тематике у учащихся, педагогического коллектива и сообщества родителей.

Наш музей — это не просто сбор реликвий (хотя без этого нельзя обойтись), это не только создание экспозиций (хотя без них музей немислим), это ещё и многогранная деятельность, направленная на повышение уровня образования, нравственное воспитание и формирование исторического сознания, что достигается с помощью различных форм музейной деятельности, в том числе массовой научно-просветительской работы.

---

**Горбунова** Людмила Владимировна — зам. директора по воспитательной работе, g.l.v.29@mail.ru

Цель создания и деятельности школьного музея состоит в всемерном содействии развитию коммуникативных компетенций, навыков исследовательской работы учащихся, поддержке творческих способностей детей, формированию интереса учащихся к познанию окружающего мира через эмоциональное восприятие наглядно представленного учебного и сопутствующего материала по астрономии и космонавтике.

Музей обладает огромным образовательно-воспитательным потенциалом.

Одна из основных форм работы школьного музея с учащимися — экскурсии. Информация при их проведении подаётся в разных формах, но основной акцент на её познавательность.

Важнейшая функция музея — это наглядность. В силу психологических особенностей человека этот метод выступает важнейшим механизмом обработки и усвоения необходимого объёма информации и оптимизации образовательного процесса. Именно наглядность определяется как один из наиболее важных, естественно протекающих из природы человека принципов обучения.

Понятно, что экспонаты вызывают у посетителей яркие эмоции. Созданию особого эмоционального настроения способствуют и особые правила: то, что в музее считается регламентированным поведением — медленное движение по залам, сосредоточенное изучение экспонатов.

Определяющим направлением в деятельности музея становится экспозиция музея как историко-информационного центра по истории космонавтики. Тематические стенды рассказывают о разных событиях. Это материалы о тех, кто приблизил человечество к покорению воздушного пространства, о героических людях, которые совершили что-то в первый раз: первый полёт Юрия Гагарина, первый выход в космос Алексея Леонова, первая женщина космонавт Валентина Терешкова... Не могли мы не подготовить материал о погибших космонавтах, ведь освоение космического пространства — это не только интересная сказка с приключениями, но и труд многих тысяч людей, воплощение фантастических идей и выполнение поставленных задач даже ценой своей жизни.

Переходя во второй зал, мы попадаем на «лунную поверхность» — мягкое напольное покрытие, на котором размещаются ребята. На фоне фотографии Международной космической станции двигаются различные модели спутников, сделанные руками учащихся нашей школы. Вся атмосфера вызывает сильные эмоции, а познание через эмоции — наиболее эффективный путь для воспитания убеждений.

Представление экспозиции, подача материала вызывают ответный отклик у посетителей музея.

За два года работы мы обратили внимание на интерес населения города к истории космических полётов. Предприятия наукограда принимали непосредственное участие в разработке приборов, оборудования для авиационно-космической промышленности. Спроектировали и изготовили свыше десяти приборов, которые успешно отработали на космических орбитах и обеспечили получение уникальной научной информации. Это история города, и она тесно переплетается с темой нашего музея, поэтому в экспозиции есть материал о разработках наших предприятий.

Музей стал дополнительным образовательным центром, центром общественной социализации.

Наш музей ещё очень молодой, но его активом проделана большая работа. Лекторская группа подготовила цикл интересных лекций. В 2021 г. много лекций было посвящено юбилейной дате — 60-летию полёта первого человека планеты Земля в космос. Ориентируясь на разный возраст, лекторы рассказывали о детстве Гагарина, о его полёте.



Просто читать лекции и знакомить ребят с экспонатами музея нам показалось скучно, и взаимодействие с аудиторией стало приобретать интерактивный характер, т.е. активный переход от пассивного воздействия к активному взаимодействию. Широкое использование видеоматериала, квест-технологии, задания по изготовлению тематических плакатов, поделок, рисунков, объёмных моделей... Очень нравятся ребятам задания, сформированные в бортовой журнал. Они подобраны не только по возрастным особенностям, но и по предметам: физике, математике, истории, географии, рисованию. Посетители музея отгадывают кроссворды, головоломки и ребусы (картинки-шарады, которые надо «превратить» в астрономические термины, названия объектов и пр.), решают астрономические задачи.

Это методический материал, который показывает высокие результаты при проведении интерактивных лекций. В викторинах-задачах необходимо подумать и сформулировать краткий и точный ответ. Есть также викторины на сообразительность и ассоциации, которые расширяют кругозор, потому что приходится искать нужную информацию на стендах и в экспозициях музея. При этом викторины проводятся письменно, так как именно такой вариант оказывается самым интересным и эффективным. Каждый ребёнок мыслит самостоятельно и сразу же проверяет ответ. Результат таких заданий — понимание частностей, собиранье всех знаний в единую систему, заполнение пробелов, понимание явлений во взаимосвязи и в целом.

Наблюдательная часть занятий строится по игровому принципу. Такой подход отличается от обычных лекций, поэтому ребята активно принимают все виды игр и соревновательные элементы, а поощрения лучших только подстёгивает желание разобраться в сложных заданиях.

Участие школьников в работе музея помогает им развиваться как личности, ребята становятся более уверенными в общении, повышается уровень кругозора.

Одной из наиболее характерных черт школьного музея стало смещение акцентов в понимании миссии музея от накопления, хранения и передачи конкретных знаний от учителя к ученику, к слушателю — к развитию способности приобретать эти знания и умения самостоятельно и использовать в практической деятельности. Старшеклассники МОУ СОШ № 2 с УИОП стали активными участниками совместной работы с научным наставником, представителем шефствующего предприятия Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН Ермаковым Дмитрием Михайловичем по теме «Лабораторные исследования возможностей 4-сантиметрового СВЧ-радиометра для определения влажности почв», с которой выступали на Международной научной конференции школьников «Сахаровские чтения» в Санкт-Петербурге.

Это доказывает, что популяризация космонавтики может рассматриваться как часть популяризации точных наук и технологий в целом и будет служить своеобразной дверью в мир физики, химии, астрономии и так далее.

Музей создаёт условия для жизненного взросления учащихся, поиска нравственных идеалов, профессиональной ориентации.

У музея нет проблемы осуществления постоянной связи с обучающимися, поскольку к музейным мероприятиям, их организации и проведению привлекаются учащиеся разных возрастных групп. Второй год подряд перед учениками начальной школы со стендовым докладом выступает их «однокашник» Корепин Лев. Во втором классе им была подготовлена работа по теме «Животные в космосе», а в третьем — «Питание космонавтов».

Актив музея, готовясь к юбилейной дате полёта Юрия Гагарина, решил, что должны быть не разовые мероприятия, а проекты, объединённые в систему.

И работа закипела! Заняты были все учащиеся: они рисовали, готовили поделки, презентации, участвовали в викторинах, ролевых играх, спортивных соревнованиях. Много эмоций получили ребята от участия в музыкальном фестивале, на котором исполняли любимые песни космонавтов и о космосе.

Старшеклассники писали научно-исследовательские работы, с которыми выступали на конференциях. Горин Михаил на областной конкурс научно-исследовательской и проектной деятельности «Юный исследователь» среди обучающихся общеобразовательных организаций Московской области представил свою работу «Многоразовая транспортная космическая система нового поколения» и в номинации «Космические технологии» занял 2-е место.

В музее организуются научно-популярные лекции сотрудников космической отрасли. Частый гость, безусловно, — Александр Николаевич Баландин, выпускник нашей школы, почётный гражданин нашего города, лётчик-космонавт, Герой Советского Союза, а также космонавт, Герой Российской Федерации Усачёв Юрий Владимирович. Они встречаются с учащимися и, конечно, помогают пополнять наш музей экспонатами.

В апреле 2021 г. перед ребятами выступал заместитель начальника отдела Центра подготовки космонавтов Звёздного городка Темарцев Дмитрий Александрович и представитель общественной организации ветеранов космодрома Байконур, полковник Ясюкевич Владимир Владимирович.

«Без памяти — нет традиций. Без традиций — нет культуры. Без культуры — нет воспитания, без воспитания — нет духовности, без духовности — нет личности, без личности — нет народа», — пишет выдающийся учёный, доктор педагогических наук, академик АПН СССР Геннадий Никандрович Волков. Это истинная правда, правда, созданная самой жизнью. Огромный вклад в сохранении и передаче этих ценностей молодому поколению принадлежит музею.

Каждый человек — своего рода открыватель, он идёт к старым, как мир, истинам своим путём. Но у истока длинной дороги жизни, у каждого из нас есть своя малая Родина, со своим обликом, со своей красотой. Предстает она человеку в детстве и остаётся с ним на всю жизнь. И мы будем стараться, чтобы у каждого фрязинца зародилось чувство гордости и стремление сделать жизнь лучше.

## SCHOOL MUSEUM OF COSMONAUTICS AS A CENTER OF INTELLECTUAL DEVELOPMENT AND CREATIVITY OF YOUTH

*L. V. Gorbunova*

School No. 2 with advanced studies of particular subjects, Fryazino, Moscow region, Russia

The article presents the experience of a school museum creation, considers different approaches to carrying out various educational and popularization events on its basis. The author considers the objective of the school museum creation and activity as an integral part of development of communicative skills of pupils, research work skills, support of children creative abilities, forming of pupils' interest to getting knowledge about the world around by means of visual perception of educational and supporting material on astronomy and cosmonautics.

*Keywords:* school cosmonautics museum, educational potential of the museum, formation of historical consciousness, popularization of cosmonautics

**Gorbunova** Lyudmila V. — deputy director for educational work, g.l.v.29@mail.ru

## ИНТЕГРАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

*В. И. Евсеев, С. А. Матвеев, М. Н. Охочинский*

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»  
им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург, Россия

Рассмотрены современные проблемы кадрового обеспечения отечественной экономики и научно-промышленного комплекса страны и некоторые существующие пути их решения. Предложена модель дополнительного профессионального образования школьников, основанная на их профориентации с последующим поступлением в БГТУ «ВОЕНМЕХ». Обучение школьников 8–10-х классов осуществляется в учреждённой Инженерно-космической школе (ИКШ) в течение двух лет одновременно с занятиями в школах, гимназиях и других учреждениях общего среднего образования. Цель реализации модели заключается в отборе и первичной подготовке молодёжи для более эффективного инженерного образования и кадрового обеспечения в области ракетно-космической техники и радиоэлектронных систем различного назначения. Изложены основные положения концепции работы ИКШ применительно к задачам, стоящим перед отечественной ракетно-космической отраслью науки, техники, её производства, испытаний и эксплуатации в реальных условиях функционирования сложных технических систем и инфраструктуры.

*Ключевые слова:* кадровое обеспечение, интегрированная подготовка, социальное партнёрство, интеграция основного и дополнительного образования, инженерно-космическая школа, концепция подготовки, направления работы, регламентирующие документы, техника и оборудование для обучения

Первые два десятилетия XX века ознаменовались существенным повышением активности ведущих космических стран и многих новых участников исследований и разработки современных систем и средств получения практических результатов от космической деятельности. Россия, после тяжёлых 1990-х гг., также вернулась к масштабным проектам и программам создания новых систем общегосударственного и оборонного назначения, проведения исследований и практических работ для освоения ближнего и дальнего космического пространства. Были сформулированы основные цели, определены необходимые технические, организационные средства и кадровое обеспечение, требуемые для осуществления намеченных планов в ближайшие 20–30 лет.

Кадровое обеспечение российской экономики, промышленности, науки, образования оказалось серьёзной проблемой в постсоветское время, произошёл разрыв поколений, были утрачены многие научно-педагогические школы, молодёжь во многом стала ориентироваться на коммерческую деятельность. К настоящему времени кадровая проблема в значительной мере была смягчена с помощью ряда государственных и общественных инициатив и принятых мер. Большинство технических вузов возобновили подготовку кадров на современной научно-методической, технологической и организационной основе. Была организована масштабная работа по профессиональной ориентации молодёжи

---

**Евсеев** Владимир Иванович — начальник Инженерно-космической школы, д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник, проф., v.evseev43@mail.ru

**Матвеев** Станислав Алексеевич — проректор по научной работе и инновационному развитию, канд. техн. наук, доц.

**Охочинский** Михаил Никитич — доц. каф. ракетостроения, канд. ист. наук, доц., учёный секретарь совета

и школьников, проводится много мероприятий по воспитанию у молодёжи престижа инженерно-технической профессии, в том числе и в космическом направлении подготовки. Крупные предприятия, организации и учреждения в машиностроении, судостроении, авиационной и космической отраслях создавали в своих структурах специальные учебные комбинаты, центры, классы. Стали реализовываться профориентационные мероприятия и целенаправленное обучение актуальным у себя на предприятиях профессиям и специальностям, на своих научных и производственных мощностях, для чего получали у государства необходимые лицензии и сертификаты.

Однако с нынешним развитием науки, техники, технологий на основе новой индустриализации, цифровизации технологических и управленческих процессов, получения и внедрения новых материалов, технологий с элементами искусственного интеллекта, требования к подготовке кадров существенно усложнились. Поэтому пришлось начинать современную подготовку и развитие будущих инженеров и учёных с первых классов средней школы, лицеев, гимназий, колледжей. Стала создаваться **система непрерывной интегрированной подготовки в системе среднего образования** страны, которая призвана давать знания, навыки, умения, способные развивать у молодёжи аналитические способности, системное мышление и, в целом, пробудить творческие устремления молодёжи к созидательной деятельности. Актуальность такого подхода стала тем более очевидна и в новом XXI в., когда бурное развитие интернета, доступность любой информации с любыми чужими комментариями стали стремительно отучать молодёжь от самостоятельного мышления, анализа информации и системного её восприятия. Образование превратилось из творческого процесса, формирующего будущее страны, её науку и технику, культуру, в один из видов услуг, что отрицательно сказывается на глубине и уровне обучения и воспитания. Кроме того, дистанционные методы обучения привели к значительному сужению роли учителя и его общения с обучающимися, стала исчезать воспитательная роль учителя школы в образовательном процессе, а также профессорско-преподавательского состава в вузах. Необходимо отметить, что одновременно значительно снизился уровень профессиональной подготовки учителей в средних учебных заведениях и преподавателей вузов, которые не всегда успевали в своём развитии и освоении современных знаний и навыков в науках и цифровых технологиях.

В основу идеологии непрерывного интегрированного образования были положены апробированные и не утратившие своё значение методы обучения и воспитания, которые много лет успешно использовались в советской школе. При этом, конечно, учитывались отечественные и мировые примеры современного профессионального образования. Например, система дополнительного образования, которую много лет реализует Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных (бывший Дворец пионеров), система дуального профессионального образования в Германии.

Важнейшими направлениями реализации государственных программ развития экономики и промышленности применительно к образованию становятся: развитие образовательной техносферы, формирование инженерной культуры учащихся, информационное обеспечение процессов управления школой, развитие технического творчества и образовательных программ, которые отвечают потребностям пятого и шестого технологических укладов, цифровой экономики. Государством и обществом сформирован запрос на новые, более гибкие форматы образования, нацеленные в будущее.

Ответом Санкт-Петербурга на существующие запросы стало открытие образовательных учреждений основного и дополнительного образования, которые

характеризуются новыми подходами к развитию детского и молодёжного технического творчества. Одним из векторов развития инженерно-технического образования стало учреждение новой современной Инженерно-технологической школы № 777.

Основные принципы организации процесса обучения и воспитания в разных образовательных заведениях сводятся к следующему:

- комплексное решение ранней профориентации и основ профессиональной подготовки школьников **за счёт укрепления социального партнёрства в цепи:** школьное образование (основное и дополнительное) – колледж – вуз – наука – промышленность – органы государственного управления;
- современное среднее образование должно быть нацелено на будущие профессии, основанные **на высокотехнологичном производстве на стыке естественных наук** (физика, математика, нанотехнологии, композитные материалы), **технических наук** (аддитивные технологии, робототехника, современные станки и машины с цифровым программным управлением, 3D-моделирование, прототипирование), **и гуманитарных наук, искусства, литературы** в рамках нового научно-технологического уклада;
- система дополнительного образования сегодня должна стать ведущей в обеспечении своевременной профориентации, формировании и поддержке инженерного мышления у молодёжи и обеспечение многоканальной **интеграции основного и дополнительного образования;**
- особенность дополнительного образования заключается в том, чтобы **интегрировать традиционные уроки и дополнительные занятия по всему спектру интересов детей и подростков.**

Руководствуясь высказанными положениями, в Балтийском государственном техническом университете (БГТУ) «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова по согласованию с ГК «Роскосмос» в августе 2020 г. была учреждена Инженерно-космическая школа им. Г.М. Гречко.

В основу концепции школы были положены следующие направления подготовки:

1. Воспитание у молодёжи инженерного аналитического мышления, системного подхода к творческой деятельности на основе изучения истории инженерного дела в мире и России, жизни и деятельности великих мировых и отечественных учёных, инженеров, изобретателей, конструкторов космической техники, великих достижений науки и техники.

2. Формирование у молодёжи инженерно-технической культуры, гуманистического отношения к техническому творчеству и изобретательству, навыков конструкторской и технологической деятельности, привитие высокой исполнительской дисциплины и ответственного отношения к творческой деятельности, нормативно-правовой основе инженерной работы (ГОСТы, системы менеджмента качества, конструкторско-технологическая и эксплуатационная документация).

3. Воспитание у молодёжи стремления к постоянному поиску нового на путях развития отечественной космонавтики, к разработке техники, оборудования и изделий на новых физических принципах, нахождению инновационных конструкторских и технологических решений и путей их реализации в практике космонавтики.

4. Привитие молодёжи системных и проблемных навыков и умений для формулирования целей и задач, разработки документации по организации и проведению научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.

5. Передача молодёжи опыта и навыков в организации и проведении научных экспериментов, разработке и конструировании приборов, стендов, оборудования для их проведения, обработки экспериментальных данных, презентации и использовании их результатов.

6. Обучение молодёжи методам и средствам организации хозяйственной и экономической деятельности, заключения и ведения договоров, участию в конкурсах, тендерах на получение заказов, грантов, основам финансового сопровождения разработок и выполнения хозяйственных договоров, внедрения их результатов на производстве и в учебном процессе университета.

7. Обоснованное мотивирование молодых технических специалистов в направлении изобретательской деятельности, использовании её результатов в разработках передовых конструкторских и технологических решений и их реализации. Обучение молодых специалистов основам теории и практики охраны и использования интеллектуальной собственности (патенты, образцы и др.).

8. Привлечение молодёжи к вопросам организации, оформления и проведения форумов, симпозиумов, конференций, семинаров, круглых столов, участия в выставках, подготовки выступлений, докладов, презентаций. Хорошим примером в этом деле может служить традиционная Общероссийская научно-техническая конференция молодёжи и студентов «Молодёжь. Техника. Космос», проводимая в БГТУ «ВОЕНМЕХ» ежегодно уже в течение 15 лет.

9. Обучение молодёжи подготовке материалов и написанию научных отчётов и статей, оформлению документации на различные виды научных работ, экспериментальных исследований и осуществлению различных видов контроля и проверки полученных результатов, оценки работоспособности технических устройств, оборудования и приборов.

10. Популяризация и внедрение основ инновационной деятельности для развития современных автоматизированных производств, систем управления с использованием цифровых информационных технологий с элементами искусственного интеллекта с целью их реализации в федеральных и региональных целевых программах развития экономики и промышленности страны, в рамках национальных проектов «Цифровая экономика», «Индустриализация-4.0», «Образование» и др. При этом основное внимание надо уделять участию в разработке и использовании современных средств и технологий, таких как: робототехника, навигация, телекоммуникации, радиоэлектроника, техническое зрение, аддитивные технологии, радиофотоника, интеграция методов и средств, обработка информации и больших данных, искусственный интеллект, виртуальная и дополненная реальность.

11. Обеспечение участия молодёжи в создании реальных образцов высокотехнологичной продукции с использованием инновационных образцов и разработок, передовых технологий, а также в осуществлении коммерциализации их использования и внедрения в производство конкурентоспособной продукции, производимой отечественной промышленностью.

12. Участие в разработке методов и форм сотрудничества молодёжи и студентов с корпорациями, холдингами, крупными компаниями, вузами, отраслевыми союзами и ассоциациями, институтами развития; содействие в организации пилотных проектов с корпорациями и крупными промышленными предприятиями в России и за рубежом.

13. Участие в составе коопераций в организации и проведении совместных исследований, инженерно-технических конкурсов, направленных на совершенствование существующих программ, методов и средств развития, разработки систем, оборудования, приборов.

14. Участие в формировании команд молодых исследователей, испытателей, экспертов, обеспечение участия в проведении экспертиз выполняемых пилотных проектов с целью:

- проверки работоспособности реализуемых технических и технологических решений, а также эффективности внедряемых разработок;
- содействия дальнейшему внедрению и масштабированию решений, успешно прошедших стадию пилотных проектов;
- подготовки предложений и апробации методик внедрения инноваций на конкретных промышленных предприятиях;
- обучения в рамках акселерационных и обучающих программ для молодых исследователей, учёных и преподавателей — основателей и исполнителей инновационных проектов в качестве экспертов, например, в рамках сотрудничества с федеральным Агентством стратегических инициатив, Российской венчурной компанией и другими институтами развития.

15. Участие в программах по организации и проведению курсов повышения профессиональной квалификации молодых специалистов, инженеров, учёных в сочетании с обучением современному предпринимательству, обоснованию инвестиционной привлекательности предлагаемых проектов и выполненных разработок, изучению рынка различных видов продукции, обмену опытом, привлечению инвесторов.

В комплекс форм работы с молодёжью заложены многие современные мероприятия, такие как: лекции, практические занятия с имеющимися реальными образцами космической техники, оборудования, программные комплексы, имеющиеся и создаваемые в процессе занятий, игровые занятия, в том числе соревновательного вида, организация и участие в конкурсах, олимпиадах с введением необходимой атрибутики, встречи с космонавтами, главными конструкторами ракетно-космической техники, в том числе выпускниками БГТУ. При этом обязательным требованием к организации и проведению любых форм подготовки становится привлечение к ним студентов, аспирантов, инженеров научного сектора, профессорско-преподавательского состава.

Для реализации провозглашённых целей и задач в структуре ИКШ определены следующие направления деятельности: учебная работа; научно-исследовательская работа, изобретательство, публикации; профориентация; конференции, семинары, презентации, олимпиады, конкурсы; внешние связи, договоры, гранты. Основная работа должна проводиться в лабораториях, где формируются творческие коллективы. В административном плане ИКШ подчинена проректору БГТУ «ВОЕНМЕХ» по научной работе и инновационно-коммуникационным технологиям.

В творческом развитии школы важной формой работы рассматривается сотрудничество и деловые контакты с различными структурами на предприятиях и в организациях ГК «Роскосмос» и в других регионах России с использованием уже имеющихся творческих и деловых связей и установлением новых.

За прошедший год была завершена подготовка всех необходимых официальных документов, регламентирующих деятельность ИКШ, разработаны программы занятий по нескольким направлениям, например, по малым космическим аппаратам и робототехнике, сформирована группа преподавателей. Приобретены многие образцы космической техники, позволяющей осуществлять конструкторские работы, создавать управляющие программные продукты и интегрировать их в реально действующие комплексы.



**Рис. 1.** Открытие занятий Инженерно-космической школы им. Г.М.Гречко в музее БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова. Справа налево: ректор БГТУ, доктор технических наук профессор Иванов К. М., заместитель начальника ИКШ Толстая В. А., начальник ИКШ доктор технических наук, профессор, полковник воздушно-космических сил Евсеев В. И., 4 октября 2021 г.



**Рис. 2.** На открытии занятий в Инженерно-космической школе им. Г. М. Гречко в музее БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова. Выступает с приветствием ученикам начальник ИКШ профессор Евсеев В. И. Первый справа — лётчик-космонавт, Герой России Борисенко А. И., второй справа — вице-президент Северо-Западной общественной организации «Федерация космонавтики России» Мухин О. П., 4 октября 2021 г.





**Рис. 3.** Открытие занятий в Инженерно-космической школе. Лётчик-космонавт Герой России Борисенко А. И. даёт автограф ученикам школы, 4 октября 2021 г.



**Рис. 4.** Лётчик-космонавт, Герой России Борисенко А. И. с учениками Инженерно-космической школы им. Г. М. Гречко в музее БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова в день открытия занятий, 4 октября 2021 г.

К сожалению, произошла задержка начала полномасштабной работы школы, которая была вызвана пандемией коронавируса. Несмотря на это в 2021 г. руководство университета приняло решение сформировать две группы школьников по 15 человек, в течение сентября этого года было проведено тестирование и отбор учеников из двух гимназий города: № 70 и 73, а также тех, чьи родители подали заявления на сайте БГТУ и школы. А 4 октября, в день начала космической эры, когда в Советском Союзе на околоземную орбиту был запущен первый искусственный спутник Земли, наконец-то было проведено первое занятие со школьниками, которое состоялось в торжественной обстановке в музее БГТУ «ВОЕНМЕХ» в присутствии многих родителей и представителей гимназий. Перед учащимися выступили выпускники университета разных лет: ректор университета профессор Иванов К. М., лётчик-космонавт, Герой России, доцент БГТУ Борисенко А. И., начальник ИКШ, профессор кафедры Евсеев В. И., учёный секретарь Совета, доцент Охочинский М. Н. и другие официальные лица, которые пожелали ученикам успехов в подготовке и призвали быть достойными славных традиций университета. Некоторые моменты этого события представлены на четырёх фотографиях.

Руководство Университета «ВОЕНМЕХ» и Инженерно-космической школы с оптимизмом смотрят в будущее и готово внести свой вклад в подготовку современных инженеров, специалистов в космической науке и технике для нужд отечественной космонавтики и ракетостроения.

Телевизионный репортаж канала ЛенТВ24 об открытии Инженерно-космической школы им. Г. М. Гречко в музее БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова можно посмотреть на сайте <https://lentv24.ru/szt-kosmos-kirienko.htm>.

## **INTEGRATION MODEL OF SUPPLEMENTARY EDUCATION FOR HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT IN SPACE INDUSTRY**

*V. I. Evseev, S. A. Matveev, M. N. Ohochinskiy*

Baltic State Technical University "VOENMEKH" after D. F. Ustinov, Saint-Petersburg, Russia

The paper gives the consideration of modern problems in staffing of Russian national economy and scientific-industrial sector as well as some existing ways of solving them. The model of supplementary professional education for schoolchildren based on their vocational guidance and subsequent enrollment in BGTU "VOENMEKH" is offered. Schoolchildren of 8-10 grades are trained in the established Engineering and Space School (ESS) during two years simultaneously with the education in schools, gymnasiums and other institutions of general secondary education. The aim of this model is the selection and primary training of youth for more effective engineering education and staffing in the field of rocket and space technology and radio-electronic systems for various purposes. The main work concepts of the ESS are described in relation to the tasks facing the Russian rocket and space branch of science, technology, its production, testing and maintenance in the real operating conditions of complex technical systems and infrastructure.

*Keywords:* staffing, integrated training, social partnership, integration of basic and supplementary education, space engineering school, training concept, directions of work, regulating documents, equipment and machinery for training

**Evseev Vladimir I.** — head of Space engineering school, doctor of technical sciences, senior researcher, prof., [dv.evseev43@mail.ru](mailto:dv.evseev43@mail.ru)

**Matveev Stanislav A.** — vice-rector for research and innovative development, PhD of technical sciences, assoc. prof., [sciencebstu@bstu.spb.su](mailto:sciencebstu@bstu.spb.su)

**Okhochinskiy Mikhail N.** — assoc. prof., PhD of technical sciences, [mno1955@yandex.ru](mailto:mno1955@yandex.ru)

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАГАЮЩИХ МИКРОРОБОТОВ НА МКС ДЛЯ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А. А. Жуков<sup>1</sup>, Н. Н. Болотник<sup>2</sup>, В. Г. Чашухин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

<sup>2</sup> Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского РАН, Москва, Россия

Поверхность космической станции подвержена ударам микрометеоритов, в результате чего может происходить разгерметизация, и станция будет терять атмосферу вследствие утечки воздуха. Кроме того, по сообщениям, в последнее время разгерметизация станции происходит вследствие образования трещин, по-видимому, из-за старения материалов. В ряде случаев инспекция и восстановление повреждённых узлов МКС невозможны без участия человека и проводятся в рамках внекорабельной деятельности экипажа, что увеличивает риски космонавтов. Уменьшение рисков космонавтов при работе в открытом космосе возможно с помощью роботов, которые всегда требуются в деятельности человека, связанной с невозможностью или опасностью выполнения работы. Авторами предложена концепция мобильного микроробота космического назначения, реализация которого позволит создать инспекционную систему, при этом подготовка специалистов в области космической робототехники позволит сформировать комплекс инженерных компетенций у специалистов «завтрашнего дня», включая области космической техники, микромеханики, микроробототехники, космического материаловедения, прикладной механики, информационных технологий.

*Ключевые слова:* подготовка специалистов, космическая робототехника, микроробототехника, инспекционный микроробот, космическое образование

Инспекция солнечных батарей (СБ) на Международной космической станции (МКС) в процессе эксплуатации проводится с использованием датчиков, а самой МКС — вручную. В случае постепенного или внезапного изменения показаний датчиков инспекция и восстановление повреждённых узлов СБ МКС невозможны без участия человека и проводятся в рамках внекорабельной деятельности экипажа, что увеличивает риски космонавтов. Поверхность СБ космических аппаратов (КА) и МКС подвергается механическим ударам микрометеоритов, в результате чего на поверхности образуются «кратеры». Например, на панели кремниевой СБ, эксплуатируемой 10 лет на станции «Мир» и возвращённой на Землю, в любом направлении на длине 1 м обнаружены от 5 до 15 пробоев диаметром 1–2 мм (Мельников и др., 2014). При значительной площади в 2400 м<sup>2</sup>, а СБ МКС состоит из четырёх модулей (Зернов, Николаев, 2016), обследовать каждый из модулей площадью 600 м<sup>2</sup> трудоёмко и затратно по времени. Определение точного расположения следов ударов микрометеоритов по СБ в настоящее время осуществляется космонавтами во время выхода в открытый космос. Поверхность самой космической станции также подвержена ударам микрометеоритов, в результате чего происходит разгерметизация и станция теряет атмосферу вследствие утечки воздуха. Кроме того, по сообщениям, в последнее время разгерметизация станции происходит вследствие

---

**Жуков** Андрей Александрович — проф., зав. каф., zhukovaa@mai.ru

**Болотник** Николай Николаевич — зав. лаб., д-р физ.-мат. наук, чл.-корр. РАН, bolotnik@ipmnet.ru

**Чашухин** Владислав Григорьевич — ст. науч. сотрудник, канд. физ.-мат. наук, ketk@mail.ru

образования трещин (длиной до 22 мм, шириной 0,1 мм), по-видимому, из-за старения материалов. Космонавты вынуждены применять доставленный на орбиту микроскоп для идентификации и вручную заделывать трещины с помощью гермометалла и фторопластовой плёнки (Мироненко, 2021; Фетисов, 2021). Уменьшение рисков космонавтов при работе в открытом космосе возможно применением роботов, которые всегда требуются в деятельности человека, связанной с невозможностью или опасностью выполнения работы. Идея применения роботов для инспекции была предложена компанией SRI International (Perline, 2009). В рамках проекта предложен инспекционный ползающий микроробот с миниатюрным оптическим датчиком фиксации трещин на корпусе, однако сведений о практической реализации проекта нет, и в настоящее время отсутствуют технические средства, способные заменить космонавта для инспекции СБ и станции, в связи с чем разработка, изготовление и исследовательские испытания интеллектуальной инспекционной системы на основе микроробота представляются актуальными. Выполнение этой работы позволит реализовать практические задачи, образовательные мероприятия и сформировать новое направление исследований в прикладной механике и робототехнике. Нами предложена концепция мобильного микроробота космического назначения (Болотник и др., 2019), реализация которого позволит создать инспекционную систему, причём подготовка специалистов в области космической робототехники позволит сформировать комплекс инженерных компетенций у специалистов «завтрашнего дня», включая компетенции в области космической техники, микромеханики, микроробототехники, космического материаловедения, прикладной механики, информационных технологий. Такие специалисты будут способны решать задачи реализации напланетных миссий с применением микророботов, инспекции КА, забора проб грунта с последующим анализом, подготовки и реализации Лунной программы, обеспечивая минимизацию рисков космонавтов в условиях, враждебных по отношению к человеку.

Назначение целевой работы — научно-образовательная демонстрация действия мобильных шагающих микророботов в условиях микрогравитации и исследование возможности инспекции внешних поверхностей МКС с их применением.

Такую целевую работу (ЦР) предлагается поставить в Московском авиационном институте (национальном исследовательском университете) (МАИ) с привлечением Московского энергетического института, Московского физико-технического института (национального исследовательского университета) и Института проблем механики им. А. Ю. Ишлинского РАН. Предлагается создать на базе МАИ образовательный центр для подготовки и переподготовки квалифицированных кадров. В образовательном центре студенты, аспиранты и специалисты смогут выполнять следующие научно-исследовательские работы, бакалаврские, магистерские и диссертационные работы:

- исследования и оптимизация кинематических схем движения шагающего микроробота;
- разработка новых кинематических схем перемещения микроробота по плоским и сложнопрофилированным поверхностям;
- исследование свойств материалов, способных реализовывать микроперемещения робота;
- исследование эффективности конструкции микроприводов робота в условиях космического пространства;
- исследование и оптимизация динамики движений микроробота по поверхности СБ МКС (Zhukov et al., 2020);
- исследование способов удержания микроробота на поверхности СБ МКС;

- разработка и исследование способов передачи энергии на микроприводы микроробота;
- исследование возможности одновременного запуска роя микророботов для инспектирования поверхности СБ;
- разработка способов обнаружения дефектов на поверхности СБ;
- разработка и исследование способов передачи данных в общую базу.

Результаты ЦР могут быть включены в учебные программы дисциплин:

- «Технология приборостроения»,
- «Основы конструирования микросистемной техники»,
- «Нано- и микросистемная техника и технология в производстве приборов и измерительных систем летательных аппаратов»,
- «Контроль и диагностика систем космических ЛА» (летательных аппаратов),
- «Испытания измерительно-управляющих комплексов и их элементов»,
- «Основы космической техники»,
- «Системы наблюдения и мониторинга»,
- «Управление роботами».

Для студентов, обучающихся в МАИ, МЭИ и МФТИ по направлениям:

- «Информационные системы и технологии»,
- «Электроэнергетика и электротехника»,
- «Нанотехнологии и микросистемная техника»,
- «Приборостроение»,
- «Ядерная энергетика и теплофизика»,
- «Интегрированные системы летательных аппаратов»,
- «Системы управления летательными аппаратами»,
- «Прикладные математика и физика»,
- «Информатика и вычислительная техника»,
- «Конструирование и технология электронных средств»,
- «Ядерная энергетика и теплофизика».

Для привлечения к исследованиям студентов в рамках ЦР необходима разработка новых учебных курсов:

- материалы и технологии для использования в космических условиях,
- микромеханизмы для использования в космическом пространстве,
- теория управления перемещением механизмов по поверхностям в условиях невесомости,
- энергетика микромеханизмов в условиях космоса.

Таким образом, результаты проведённой ЦР будут востребованы:

- для подготовки специалистов с междисциплинарными компетенциями,
- для инспекции СБ и станции, что позволит уменьшить риски космонавтов при выходе в открытый космос и обеспечить работоспособность МКС, а в дальнейшем и Российской орбитальной служебной станции использованием космических микророботов.

## ЛИТЕРАТУРА

*Болотник Н. Н., Градецкий В. Г., Жуков А. А., Козлов Д. В., Смирнов И. П., Черноусько Ф. Л., Чащухин В. Г.* Мобильный микроробот космического назначения: концепция и перспективы использования // Космич. исслед. 2019. Т. 57. № 2. С. 132–138.

- Зернов А. С., Николаев В. Д.* Опыт эксплуатации солнечных батарей служебного модуля международной космической станции // Космическая техника и технологии. № 1. 2016 г. с. 29–38.
- Мельников В. М., Матюшенко И. Н., Чернова Н. А., Харлов Б. Н.* Проблемы создания в космосе крупногабаритных конструкций // Электронный журнал «Труды МАИ». 2014. Вып. № 78. 21 с. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/> (дата обращения 19.03.2020).
- Мироненко В.* МКС продолжает трескаться — новые изъяны обнаружены в самом старом модуле «Заря» // 3dnews.ru. 30.08.2021. URL: <https://3dnews.ru/1047857/mks-prodolgayet-treskatsya-novie-izyani-obnarugilis-v-samom-starom-module-zarya> (дата обращения 07.09.2021).
- Фетисов В.* Космонавты загерметизировали вторую трещину на МКС и завтра убедятся, что утечка воздуха устранена // 3dnews.ru. 11.03.2021. URL: <http://3dnews.ru/1034638/> (дата обращения 07.09.2021).
- Perline R.* Microrobot Inspectors // SRI International Prospects. SRI. 2009.
- Zhukov A., Bolotnik N., Chashchukhin V.* A walking robot with thermomechanical actuators for the inspection of photo-electric cells of solar arrays for spacecraft // Robots in Human Life / ed. V. Gradetsky, M. O. Tokhi, N. N. Bolotnik, M. Silva, G. S. Virk. CLAWAR 2020: 23<sup>rd</sup> Intern. Conf. Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines. Moscow, 24–26 Aug. 2020: Clawar 2020 Proc. Clawar Association Ltd., 2020. 440 p. P. 247–252. URL: <https://doi.org/10.13180/clawar.2020.24-26.08.42> (accessed: 07.09.2021).

## PROSPECTS OF USING WALKING MICRO-ROBOTS ON THE ISS FOR SPACE EDUCATION

A. A. Zhukov<sup>1</sup>, N. N. Bolotnik<sup>2</sup>, V. G. Chashchukhin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

<sup>2</sup> Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics RAS, Moscow, Russia

The surface of the space station is affected by micrometeorite impacts, causing depressurization, and the station loses atmosphere due to air leakage. In addition, the station has reportedly been depressurizing recently due to cracking, apparently as a result of materials aging. In some cases, inspection and repair of damaged ISS components is not possible without human involvement and is conducted as part of the crew's extravehicular activities, increasing the risks of cosmonauts. Reducing the risks for cosmonauts while working in outer space is possible through the use of robots, which are always required in human activities associated with the impossible or dangerous work. The authors propose a concept of mobile space micro-robot, the implementation of which will create an inspection system, and training of specialists in the field of space robotics will form a set of engineering competencies for the specialists of «tomorrow», including the fields of space technology, micromechanics, micro robotics, space materials science, applied mechanics, information technology.

*Keywords:* training of specialists, space robotics, micro robotics, inspection micro-robot, space education

**Zhukov** Andrey A. — prof., head of lab., [zhukovaa@mai.ru](mailto:zhukovaa@mai.ru)

**Bolotnik** Nikolay N. — head of lab., doctor of physico-mathematical sciences, corr. mem. of RAS, [bolotnik@ipmnet.ru](mailto:bolotnik@ipmnet.ru)

**Chashchukhin** Vladislav G. — senior researcher, PhD of physico-mathematical sciences, [ketlk@mail.ru](mailto:ketlk@mail.ru)

## ИЗУЧЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ПРАВООТНОШЕНИЙ ЧЕРЕЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНТЕРАКТИВНЫЕ ИГРЫ

*Ж. Б. Иванова*

Коми республиканская академия государственной службы и управления,  
Сыктывкар, Россия

Рассматривается пример проведения интерактивного занятия в формате международной интеллектуальной игры «Право. Управление. Космос». Для того чтобы получать знания, студентам необходимо использовать разные источники: лекции, книги, учебники, видео контент и т.д. Чем больше используется источников для получения знаний, тем выше эффективность развития обучающихся. Цель названной игры состоит как в получении студентами новых знаний, так и в их актуализации и систематизации имеющихся знаний в области изучения космических правоотношений. В ходе интерактивной игры полезно создавать контекстуальные зацепки, которые позволят обучающимся лучше запомнить нормативную правовую базу, регулирующую космические правоотношения. На современном этапе космические правоотношения представлены достаточно полной системой юридических норм, которые регулируют общие вопросы космической деятельности. Вместе с тем, расширение практической космической деятельности неизбежно приводит к новым вопросам, и нынешние обучающиеся должны будут искать на них ответы, применяя те знания и навыки, которые получили, в том числе, благодаря обучению посредством интеллектуальных интерактивных игр.

*Ключевые слова:* интеллектуальная интерактивная игра, изучение космического права, процесс преподавания права

Одним из важнейших событий прошлого века стал первый шаг Нила Армстронга на поверхность Луны. «Это маленький шаг для человека, но гигантский скачок для всего человечества» сегодня влияет на многие сферы жизни общества. Космические технологии активно используются людьми в их повседневной жизни, космические правоотношения изучаются студентами вузов.

Не вызывает сомнений, что любой прогресс, саморазвитие основывается на обучении, на образовании. Мы должны уметь учиться для того, чтобы уметь достигать успеха; обладать способностью делать маленькие шаги и достигать нужных результатов.

Эффективным можно назвать такой процесс обучения, который зависит не от материала, а от того, каким способом данный материал преподаётся. Опыт автора показывает, что таким способом стала разработка и проведение с обучающимися интеллектуальных интерактивных игр.

В данной статье рассмотрим пример проведения интерактивного занятия в формате международной интеллектуальной игры «Право. Управление. Космос».

Для того чтобы получать знания, студенту необходимо получать их из разных источников: лекций, книг, учебников, видеоконтента и т.д. Чем больше используется источников для получения знаний, тем выше эффективность развития обучающихся. Поэтому цель названной игры состоит как в получении студентами новых знаний, так и в актуализации и систематизации имеющихся знаний в области изучения космических правоотношений.

Почему важно изучать космические правоотношения студентам юридических и управленческих направлений подготовки в таких регионах, как, например, Республика Коми, где космическая сфера не является приоритетной?

Ответ на это вопрос следующий. Космонавтика — новая сфера человеческой деятельности, с помощью которой расширяется и углубляется представление людей об окружающем мире, интенсифицируется постоянный процесс познания Вселенной, предоставляется возможность оперативного получения информации об экологической обстановке на Земле, о других происшествиях и даже преступлениях посредством космического мониторинга. Поэтому основная цель получения знаний по космическому праву состоит в формировании у обучающихся расширенного научного мировоззрения, поскольку оно становится базовым элементом мировоззрения будущего и продуктивно воздействует на становление личности студента, формирует у него духовные и нравственные ценности, а также коллективный интеллект.

Для того чтобы получать навыки, нужно приобретать их из одного источника — личного опыта. Поэтому чтобы приобрести знания, необходимо думать, а чтобы получить навыки — действовать. В этой связи автор поставила следующие задачи вышеназванной интерактивной игры:

1. *Образовательные*: донести необходимую информацию о космосе, космонавтике, космических правоотношениях; усовершенствовать коммуникативные навыки студентов.
2. *Развивающие*: развить творческие способности у обучающихся, их внимание, память, кругозор; воспитать патриотизм и нравственное отношение к историческому наследию России; развить навыки групповой самоорганизации и умения быстрого поиска правильного решения.
3. *Воспитывающие*: сформировать культуру общения во время работы в группах и между участниками игры; воспитать у обучающихся уверенность в своих силах при поиске решения на поставленные нестандартные вопросы.

Таким образом, в основе данной игры заложены получение знаний в области космоса и космических правоотношений и формирование навыков коллективной работы, быстрого принятия решений и др.

Перед тем как начать игру, преподаватель не только озвучивает её правила, но и даёт пояснения, что прорыв советского народа в космос стал предметом его гордости: он вдохновил архитекторов, скульпторов, поэтов и художников обратиться к космической теме.

Так, А. Дейнека в 1961 г. написал картину «Покорители космоса», а В. Д. Несетеров в 1965 г. — «Земля слушает»; в 1980 г. был установлен памятник Юрию Гагарину в Москве (автор: скульптор Павел Бондаренко), в Калуге — памятник «Циолковский и Королёв»; в Кирове — музей авиации и космонавтики им. К. Э. Циолковского. Поэты создавали прекрасные стихи, среди них:

- Максимилиан Волошин — «Космос»;
- Иосиф Бродский — «Освоение космоса»;
- Владимир Высоцкий — «Космонавту Ю. Гагарину»;
- Александр Твардовский — «Космонавту»;
- Роберт Рождественский — «Жёны космонавтов»;
- Константин Симонов — «Самый первый»;
- Андрей Дементьев — «Юрий Гагарин» и др.

Спустя многие годы памятники, музеи, скульптуры, расположенные по всей нашей стране, стали напоминанием, что всегда необходимо стремиться к высокому, лучшему и достигать своих целей.

Для того чтобы начать игру, следует разбить студенческую группу на команды по 2–4 человека. Игра состоит из вопросов, и после того, как он появится на



экране, командам необходимо дать на него письменный ответ в течение одной минуты. Одна из команд ответ даёт устно, комментируя его.

В качестве разминки студентам предлагаются вопросы из космической терминологии, такие как:

- под этими отношениями следует понимать общественные отношения между субъектами международного космического права, которые складываются в связи и по поводу исследования и использования ими космического пространства и урегулированные принципами и нормами как общего международного права, так и международного космического права (*ответ*: космические правовые);
- это совокупность специальных норм современного общего международного права, регулирующих отношения государств между собой, с международными межправительственными организациями, взаимоотношения таких организаций в связи с осуществлением всеми ими космической деятельности, а также устанавливающих международно-правовой режим такой деятельности в пределах космического пространства, Луны и других небесных тел (*ответ*: космическое право);
- от *греч.* kosmos — Вселенная, dromos — место для бега; это территория с расположенным на ней комплексом специальных сооружений и технических систем, предназначенная для запусков космических аппаратов; ныне на Земле их функционирует около трёх десятков различных по своим возможностям, ещё несколько планируется построить в ближайшее время (*ответ*: космодром).

На разминке некоторые студенты видят, как группы «конкурентов» быстро погружаются в материал, правильно дают ответы, поэтому повышается вероятность мотивации первых на организацию их слаженной работы в данной командной игре.

Далее, после усвоения космических терминов, стоит отметить, что сегодня космическая индустрия не так далека и неприступна, как можно представить на первый взгляд. Поэтому следующий вопрос таков: какие «космические» технологии мы применяем на сегодняшний день?

*Ответ*: портативные вакуумные пылесосы, тефлоновое покрытие, солнцезащитные очки; застёжки липучки и молнии, сапоги-луноходы, брекеты, кроссовки с воздушной подушкой и многое другое.

В ходе интерактивной игры полезно создавать контекстуальные зацепки, которые позволят обучающимся лучше запомнить нормативную правовую базу, регулиующую космические правоотношения. Поэтому вопрос звучит так: какой документ содержит норму, что космическое пространство не подлежит национальному присвоению ни путём провозглашения на нём суверенитета, ни путём использования или оккупации, ни любыми другими средствами.

*Ответ*: договор о космосе 1967 г. — Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела. Пояснение: он стал первым специальным документом, определившим основные принципы и нормы международного космического права.

Для повышения заинтересованности студентов в получении знаний и наработки навыков с увлечением, следует добавить разнообразия и чередовать правовые вопросы с творческими. В этом случае можно поинтересоваться: в каких городах мира установлены памятники собакам-космонавтам?

*Ответ*: памятник собаке-космонавту Звёздочке в Ижевске, в России; памятник собакам-космонавтам Лайке, Белке и Стрелке на Крите, в Греции; памятник собаке-космонавту в парке Кёкенхоф, Лисс, в Голландии.

Следующий вопрос правового характера и он связан с судебным разбирательством: какие законы позволяют использовать космические снимки в суде?

Ответ: данные космической съёмки могут рассматриваться как доказательства в судебной и досудебной практике на основании статей 64 и 89 АПК РФ, статьи 55 ГПК РФ, статьи 26.2. КоАП РФ, статьи 74 УПК РФ, Федерального закона от 20 февраля 1995 г. «Об информации, информатизации и защите информации» и др.

Сделать обучение увлекательным и эффективным поможет рассказ истории. Студенты очень хорошо запоминают материал, в котором вкраплены интересные истории, вызывающие эмоции. Поэтому вопрос о том, кто вдохновил Пьера Кардена на создание космической коллекции Cosmospops (1963–1964), подтолкнёт игроков обратиться к небольшой истории, и они узнают ответ на него: первая женщина космонавт Валентина Терешкова.

Далее, совершенно логично задать вопрос об особенностях правового регулирования труда женщин-космонавтов согласно трудовому законодательству Российской Федерации.

После мы снова переходим в неправовое поле, и просим назвать города с космическими улицами:

- 1) проспект Космический (*ответ*: Омск);
- 2) улица Космическая (*ответ*: Астрахань, Кемерово, Красноярск, Нижний Новгород, Новосибирск, Оренбург, Ростов-на-Дону, Томск, Хабаровск);
- 3) улица Космонавтов (*ответ*: Сыктывкар, Эжвинский р-н).

Безусловно за определённые достижения как в игре, так и в жизни, необходимо награждать. «Исследования, в ходе которых участники получали ожидаемые и неожиданные награды, показали, что активность в структурах мозга, отвечающих за предвкушение и реакцию на поощрение, выше, если награда будет неожиданной. То есть реакция на неожиданную награду гораздо сильнее, чем на ту, о которой человек уже знает» (<https://mel.fm/konspekt/295316-dirksen>). Свою награду победившая команда получит после окончания игры, и после того, как ответит на вопрос, касающийся медали «За заслуги в освоении космоса», рисунок которой утверждён Указом Президента РФ от 07.09.2010 № 1099 «О мерах по совершенствованию государственной наградной системы Российской Федерации».

Получение знаний о космических правоотношениях невозможно без обращения к закону РФ от 20.08.1993 № 5663-1 «О космической деятельности», поэтому студенты должны дать ответы на вопросы:

1. Кто осуществляет общее руководство космической деятельностью в РФ?

*Ответ*: Президент Российской Федерации.

2. Командир экипажа пилотируемого космического объекта Российской Федерации наделяется...

*Ответ*: всей полнотой власти, необходимой для осуществления космического полёта, руководства экипажем и другими лицами, участвующими в полёте.

3. Что предоставляется лицам из числа персонала объектов космической инфраструктуры, профессии которых связаны с опасными или вредными условиями труда?

*Ответ*: социальные гарантии в соответствии с законодательством РФ и условиями соответствующих трудовых договоров.

В процессе преподавания нужно всегда стараться пробовать что-то новое. В нашей игре это будут вопросы на засыпку:

1. Соглашение 1979 г. их объявило «общим наследием человечества».

*Ответ*: Луну и другие небесные тела и их ресурсы.

2. Международное право их рассматривает как «посланцев человечества в космос».

*Ответ:* космонавтов.

3. Согласно словарю, это носитель разума, возникший на одной из планет Солнечной системы — Земле — около миллиона лет назад

*Ответ:* человек.

В конце игры для студентов будет полезно узнать, какие правила должен соблюдать космонавт РФ. Им предлагается вставить пропущенные слова в извлечение из Кодекса профессиональной этики космонавта, разработанного Росмосмосом:

- а) постоянно совершенствовать ... уровень, соблюдать принципы ...;
- б) содействовать укреплению ... российской космонавтики в России и за рубежом, престижа ..., популяризации знаний о космонавтике;
- в) уважать и защищать честь и достоинство ....;
- г) избегать ...;
- д) выполнять требования ... инструкций и иных локальных нормативных актов;
- е) не допускать разглашения сведений, составляющих ..., и другой информации ограниченного доступа...

*Ответы:*

- а) свой профессиональный, образовательный и культурный, ... здорового образа жизни;
- б) репутации ... профессии космонавта;
- в) своих коллег;
- г) конфликтных ситуаций;
- д) положений, регламентов;
- е) государственную и иную охраняемую законом тайну.

В заключение игры подводятся итоги, выявляется команда победитель, награждаются её участники и выслушивается мнение студентов, насколько хорошо ими была усвоена тема космических правоотношений. На этом этапе следует активизировать межличностное общение, поскольку заключительные обсуждения всегда повышают интерес к теме. Каждый участник должен поделиться мнением, какие знания он получил и какие навыки приобрёл.

Завершая изложенное, можно с уверенностью сказать, что на современном этапе космические правоотношения урегулированы достаточно полной системой юридических норм, которые регулируют общие вопросы космической деятельности. Вместе с тем, расширение практической космической деятельности неизбежно приводит к новым вопросам, и нынешние обучающиеся должны будут искать на них ответы, применяя знания и навыки, которые получили благодаря обучению посредством интеллектуальных интерактивных игр.

## STUDYING OF SPACE LEGAL RELATIONS THROUGH INTELLECTUAL INTERACTIVE GAMES

*Zh. B. Ivanova*

Komi Republican Academy of Public Service and Administration, Syktyvkar, Russia

This article analyzes an example of an interactive lesson in the format of an international intellectual game “Law. Management. Space”. In order to gain knowledge students need to use different sources: lectures, books, textbooks, video content, etc. The more sources are used to obtain

knowledge, the higher is the efficiency of students' development. The purpose of the named game is both in obtaining new knowledge by students, as well as the actualization and systematization of existing knowledge in the study of space legal relations. During the interactive game it is useful to create contextual clues, which will allow students to memorize better the legal framework regulating space legal relations. At the present stage, space legal relations are represented by a rather complete system of legal norms covering the general issues of space activities. At the same time, the expanding application of space activities inevitably leads to new questions and the current students will have to seek answers to them by using the knowledge and skills that they acquired, in particular, by learning through intellectual interactive games.

*Keywords:* intellectual interactive game, studying space law, the process of teaching law, studying of space legal relations

---

**Ivanova Zhanna B.** — assoc. prof., [mgb-pravo@yandex.ru](mailto:mgb-pravo@yandex.ru)

## ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ КОСМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОТТОКА КАДРОВ

*Н. Н. Касатиков*<sup>1</sup>, *А. Д. Фадеева*<sup>1</sup>, *О. М. Брехов*<sup>1</sup>, *О. А. Гомозов*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт точных приборов, Москва, Россия

Представлена статья о развитии отношений высших учебных заведений и предприятий космической направленности. Описано, как подготовить студентов к работе на предприятии и прийти на него уже с опытом. В документе описан ряд ситуаций, которые могут произойти на работе после окончания вуза, и во время преддипломных практик.

*Ключевые слова:* космическое образование, целевой приём, искусственный интеллект, UI/UX, графический дизайн, IoT-технологии

Перед студентом стоит важная задача — не только приобрести теоретические знания в выбранной им отрасли, но также проникнуться духом выбранной области, не растерять желание работать по специальности.

Может ли студент самостоятельно привить себе любовь к индустрии? Конечно, вероятность есть, однако обучающиеся уже с первого курса предоставлены сами себе. Разумеется, студенты иногда встречаются по-настоящему вовлечённых в жизнь университета преподавателей, которые помогут сделать первые шаги по «дороге к космосу», но здесь всегда присутствует риск оказаться раздавленным рутинной академической среды.

Мы не можем вернуться в эпоху СССР, где учёба и работа были неотрывно связаны: теперь большинство студентов выбирают частные компании и их можно понять — корпорации зачастую предлагают более комфортные условия труда, перспективы быстрого карьерного роста, а также динамичную среду. Но благодаря современным открытиям, крупным учёным, а также популяризации научной деятельности через современные потребительские каналы, наука и космос становятся всё интереснее и интереснее. Не всем уготована судьба стать следующими Королёвым или Маском, но желание быть причастным к космической индустрии, а также романтизация космоса, очевидно, играют всё большую роль в привлечении абитуриентов.

Какая цель, в основном, стоит перед преподавателями? Обучающихся нужно или научить, или заставить научиться! Но как можно заинтересовать студента предметом? Некоторые преподаватели уверены, что желание должно идти от студента: дескать, он уже на первом или втором курсах сам должен подходить и задавать интересующие вопросы, показывать желание развиваться в рамках своей специальности.

На международной конференции «Российская энергетическая неделя 2021» в рамках молодёжного дня во время соревнования молодёжных команд по формированию проектов, направленных на развитие и популяризацию топливно-энергетического комплекса Российской Федерации, каждая команда, составленная из молодых людей до 35 лет, предложила пути интеграции и вовлечения

---

**Касатиков** Николай Николаевич — аспирант, [nick925@yandex.ru](mailto:nick925@yandex.ru)

**Фадеева** Анна Дмитриевна — магистрант, [anyawindsford@gmail.com](mailto:anyawindsford@gmail.com)

**Брехов** Олег Михайлович — д-р техн. наук, проф.

**Гомозов** Олег Анатольевич — рук. комплекса, канд. техн. наук

молодых людей в научную деятельность во время учёбы и в первые три года после окончания обучения. Стоит отметить, что каждая из трёх команд посчитала необходимым продолжить развитие целевых программ, а также молодёжных форумов, включающих общение с лидерами отрасли и финансировании целевых программ. Вышеупомянутые предложения, конечно, не являются уникальными, но предложенные способы выдержали проверку временем и доказали свою эффективность, а потому включение принципиально новых методов, в то время как старые остаются не до конца отрегулированными, представляется нецелесообразным.

Участие в конференциях и других научных мероприятиях заставляет задуматься над своим профессиональным развитием, оценить перспективы работы и представить научную деятельность в разрезе современного мира. К сожалению, для большинства студентов участие в подобных событиях доступно не более пару раз в год, во время проведения межвузовских конференций.

Работа на кафедре вынуждает преподавателя выполнять определённый учебный план. Это не самая простая работа, так как даже аспирантская программа предусматривает некий отчёт и сбор большого количества подписей. Основная проблема заключается в том, что преподаватель воспринимает свою деятельность сугубо как работу. Однако участие студентов в научной деятельности может принести выгоду как самому обучающемуся, так и его научному руководителю, так как даёт последнему возможность расширить своё профессиональное портфолио.

Зачастую к дипломным руководителям студенты приходят со своими темами. В основном это происходит на 4-м курсе бакалавриата, ведь в магистратуре студенты стараются выбрать научного руководителя заблаговременно. Однако в более чем половине случаев обучающиеся остаются разочарованными и шокированными — предложенная ими тема оказывается недостаточно интересной, не подходящей под определённый уровень знаний или научных интересов кафедры. Поэтому студент теряет мотивацию, так как его тема попросту отсеивается и вместо неё предлагается та, что студенту попросту неинтересна. Многих людей подобные ситуации отталкивают от дальнейших ступеней образования. Можно, конечно, всё списать на естественный отбор в рамках кафедры — лучшим достаются лучшие. Но современная система образования построена таким образом, что любой преподаватель (даже тот, которому «всё равно» на студента), может быть уверен, что так или иначе сможет заполнить себе в дипломники хотя бы двоечника.

В настоящее время такие ситуации происходят и на работе. Часто люди приходят на предприятие под одни задачи, а попадают совсем под другие. Например, поступая четыре года назад на целевое направление, человек не представляет (а зачастую и само предприятие тоже), куда специалист попадёт в будущем, какими конкретно задачами ему предстоит заниматься. Он приходит не под конкретный заказ отделения, а под квоту организации, и уже потом его определяют в те отделы, где есть необходимость в сотрудниках. Да, необходимость действительно есть, но в других специалистах с другими компетенциями и знаниями. Безусловно, связь предприятий с вузами — положительный аспект, но в большинстве случаев сотрудника приходится переучивать под нужды предприятия. А разве это разумно? Представляется необходимым более тщательное проведение профориентации среди абитуриентов, различного рода мероприятий по вовлечению потенциального сотрудника в жизнь предприятия, начиная с первого курса. И тут возникает вопрос желания.

В связи с этим было принято решение развивать плотное сотрудничество с предприятиями в области выполнения государственных заказов, научно-ис-

следовательских и опытно-конструкторских работ, финансируемых различными министерствами. В частности, предлагается выбрать популярные направления — искусственный интеллект, Интернет-вещей, UX/UI-дизайн (*англ.* User Experience; User Interface) — и вести работы над реальными задачами. Эти работы можно проводить с помощью данных из открытых источников, например, задачу контроля и создания дорожной сети с помощью специалистов в сфере дистанционного зондирования Земли можно решить, используя данные сайтов Яндекса или OpenStreetMap. Разработка веб-приложений с удобным пользовательским интерфейсом также пользуется популярностью среди выпускников, так как кроме опыта в сфере, специалисты могут применять свои знания и в других областях. Основываясь на нашем опыте, можно утверждать, что студенты намного более заинтересованы в работе, зная, что она будет приносить реальную пользу.

Кроме того, все вышеупомянутые проекты лучше всего реализуются в группах (конечно, индивидуальное выполнение задач также позитивно отражается на мотивации специалистов, но конечная цель всё же — создание коллектива единомышленников), что может помочь подготовить студентов к дальнейшей работе в научно-исследовательских институтах, корпорациях, где важны навыки работы в команде.

Мы провели исследование среди выпускников бакалавриата и магистратуры кафедры 304 МАИ «Информатика и вычислительная техника».

Как видно из графика, количество выпускников, работающих по специальности на государственных предприятиях, растёт с каждым годом.

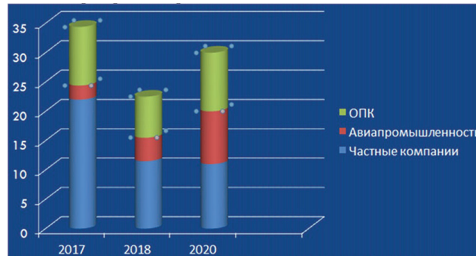


Диаграмма выбора выпускниками будущей профессии

Согласно этим данным, а также основываясь на результатах ежегодного мониторинга ситуации с выпускниками и молодыми специалистами, и, конечно, тесной работы с предприятиями, оплачивающих подготовку целевых кадров, мы пришли к выводу, что работаем в правильном направлении и нельзя останавливаться на достигнутом.

## TRAINING OF STUDENTS FOR SPACE ENTERPRISES TO PREVENT STAFF OUTFLOW

*H. N. Kasatikov<sup>1</sup>, A. D. Fadeeva<sup>1</sup>, O. M. Brekhov<sup>1</sup>, O. A. Gomozov<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

<sup>2</sup> Scientific Research Institute of Precision Instruments, Moscow, Russia

The article focuses on the progress of relations between higher education institutions and space companies. The authors describe how to prepare students to work at the enterprise and come to it

with experience. The paper outlines a number of situations that may occur at work after graduation from university, and during pre-graduation internships.

*Keywords:* space education, target admission, artificial intelligence, UI/UX, graphic design, IoT-technology

---

**Kasatikov** Nikolay N. — postgraduate student, [nick925@yandex.ru](mailto:nick925@yandex.ru)

**Fadeeva** Anna D. — master's degree student, [anyawindsford@gmail.com](mailto:anyawindsford@gmail.com)

**Brekhov** Oleg M. — doctor of technical sciences, prof.

**Gomozov** Oleg A. — head of facility, PhD of technical sciences



## ТРЕХУРОВНЕВЫЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В МАГНИТОСФЕРЕ

*С. И. Климов<sup>1</sup>, О. Л. Вайсберг<sup>1</sup>, В. А. Грушин<sup>1</sup>, Л. М. Зеленый<sup>1</sup>, Д. И. Новиков<sup>1</sup>,  
Л. А. Осадчая<sup>1</sup>, А. А. Петрукович<sup>1</sup>, В. А. Пилипенко<sup>1</sup>, А. М. Садовский<sup>1</sup>, Н. А. Эйсмонт<sup>1</sup>,  
А. В. Костров<sup>2</sup>, Я. Лихтенбергер<sup>3</sup>, Я. Надь<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup> Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород, Россия

<sup>3</sup> Университет Ётвёша, Будапешт, Венгрия

<sup>4</sup> Центр исследования энергии, Будапешт, Венгрия

Рассмотрена история проекта ИНТМИНС, а также организационно-методические и технологические вопросы реализации научно-образовательного проекта такого типа на новом этапе на основе работ «Чибис-АИ», «ГРАБАНТ», «Обстановка (2-й этап)», «Импульс (2-й этап)».

*Ключевые слова:* интерактивный радио-эксперимент, магнитосферные исследования, ИНТМИНС, популяризация радиофизики, научно-образовательный микроспутник

На коллоквиуме КОСПАР-96 Магнитосферные исследования с использованием передовых методов (Пекин, Китай, 15–19 апреля 1996г.) был представлен доклад (Klimov et al., 1996) об активном эксперименте по исследованию распространения электромагнитных полей в ионосфере от электронных и плазменных пучков — **ИНТМИНС (ИНТербол-Мир-ИНСпире)** включающий:

- международный проект ИНТЕРБОЛ с основным спутником «Прогноз» — «Хвостовой зонд» («Интербол-1») и субспутником «Магион-4» (С2-Х, <http://www.iki.rssi.ru/interball/magion.html>) (Blecki et al., 1996);
- орбитальную станцию «Мир», содержащую электронную пушку «Источник» и плазменный генератор «Ариель»;

**Климов** Станислав Иванович — вед. науч. сотрудник, д-р физ.-мат. наук, проф.,  
sklimov@iki.rssi.ru

**Вайсберг** Олег Леонидович — гл. науч. сотрудник, д-р физ.-мат. наук, проф.,  
olegv@iki.rssi.ru

**Грушин** Валерий Аркадьевич — ст. науч. сотрудник, канд. физ.-мат. наук,  
vgrushin@iki.rssi.ru

**Зеленый** Лев Матвеевич — науч. рук., д-р физ.-мат. наук, акад. РАН, проф.,  
lzelenyi@iki.rssi.ru

**Новиков** Денис Игоревич — вед. конструктор, dnovikov@iki.rssi.ru

**Осадчая** Людмила Алексеевна — вед. инженер, osadchaya@iki.rssi.ru

**Петрукович** Анатолий Алексеевич — директор, д-р физ.-мат. наук, чл.-корр. РАН,  
a.petrukovich@cosmos.ru

**Пилипенко** Вячеслав Анатольевич — ст. науч. сотрудник, д-р физ.-мат. наук, проф.,  
pilipenko\_va@mail.ru

**Садовский** Андрей Михайлович — учёный секретарь, канд. физ.-мат. наук,  
a.sadovski@cosmos.ru

**Эйсмонт** Натан Андреевич — вед. науч. сотрудник, канд. техн. наук, доц., neismont@rssi.ru

**Костров** Александр Владимирович — зав. лаб., вед. науч. сотрудник, д-р физ.-мат. наук,  
профессор, kstr@ipfran.ru

**Лихтенбергер** Янош — рук. отд.-ния, проф., lityi@sas.elte.hu

**Надь** Янош — рук. отдела, nagy.janos@wigner.hu

- ИНСПИРЕ (INSPIRE — Интерактивные радио-эксперименты НАСА по космической физике ионосферы) (The INSPIRE..., 2021) — проект, призванный заинтересовать школьников и студентов наукой и техникой, который давал им возможность наблюдать радиоволны очень низкой частоты (*англ.* Very Low Frequency, VLF, от 3 до 30 кГц) с использованием достаточно простых приёмников с антеннами (рис. 1), разработанными высококвалифицированными инженерами и техниками специально для учащихся и учителей.



Рис. 1. The INSPIRE Journal, Volume 25, Spring 2021 (Editor@TheINSPIREProject.org)

Сборка комплекта приёмника была разработана для приёма радиоволн в диапазоне частот от 0 до 15 кГц, в котором улавливаются естественные VLF-излучения, генерируемые, в основном ударами молнии, создающей широкополосные электромагнитные волны в диапазоне от нескольких герц до нескольких мегагерц.

Научные цели ИНТМИНС были следующие.

1. Наземные наблюдения электромагнитных волн звуковой частоты, создаваемых электронными и плазменными генераторами на станции «Мир».
2. Изучение волновых процессов.
3. Определение пути распространения волн до поверхности Земли.

Образовательные цели ИНТМИНС следующие:

- А. Обеспечение связи между наукой и техникой путём обучения школьников и студентов в классе и за его пределами.
- Б. Предоставление учителям проекта, который действительно может быть выполнен их учащимися.
- В. Ознакомление учащихся с доступными достижениями современной науки и техники.

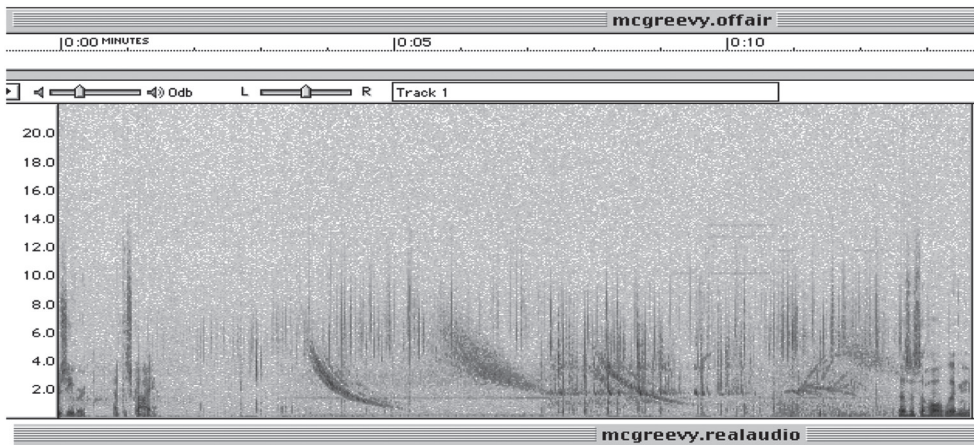
Во время первой фазы проекта ИНТМИНС, с 1 по 10 августа 1995 г., были выполнены инъекции электронов и плазмы, когда станция «Мир» находилась над приёмником сети ИНСПИРЕ. Во время второй фазы 17 сентября и 6 октября 1995 г. были произведены инъекции электронов и плазмы, когда «Мир» и «Интербол-1» находились примерно на одной линии магнитного поля. Основная цель состояла в том, чтобы выработать наиболее эффективный способ сотруд-

ничества между всеми участниками проекта. В дальнейшем предусматривались два основных периода эксплуатации в год: в ноябре и апреле (Taylor et al., 1995).

Большая задача проекта ИНСПИРЕ, реализация которого продолжается в НАСА (The INSPIRE..., 2021), состоит в том, чтобы повысить осведомлённость людей о важности электромагнитных волн, присутствующих в нашей повседневной жизни в различных искусственных формах и естественного космического происхождения. Радиофизика — это наука, способная собирать и объединять людей во всех местах, где преобладает любопытство. Прослушивание естественных радиоволн поможет нам лучше понять наше место во Вселенной и его влияние на нашу повседневную жизнь, пробуждает любознательность людей, независимо от возраста и пола — мужчин, женщин, молодёжи, стариков и детей, которые оказываются очарованными загадочной красотой космоса и его скрытыми тайнами. К сожалению, средства массовой информации часто путают основные понятия и контекст изучения, в результате создаётся впечатление, что обширная область исследований в некотором смысле не мотивирована для её развития. Поэтому неудивительно, что школьные учителя часто боятся изучать электромагнитные волны в своих классах, выходя за рамки простого интернет-контента.

Проект ИНСПИРЕ продолжает реализовывать благородные цели образовательной инициативы, которые должны способствовать укреплению наук, доступных каждому и реализуемых в сообществах, испытывающих трудности с доступом к научной практике, особенно в сельских районах, расположенных на периферии городских центров (The INSPIRE..., 2021).

Разработана доступная школьникам с учителями методика сборки комплекта приёмника (см. рис. 1), работающего в диапазоне от 0 до 15 кГц, в котором улавливается естественное электромагнитное излучение, называемые свистящими атмосфериками (рис. 2), генерируемые в основном ударами молний в атмосфере. Эти приёмники, широко распространённые в США, завоёвывают интерес, например в Бразилии — одной из стран мира с самым высоким уровнем молниевой активности, где их насчитывается более 78 миллионов в год! С 2000 по 2014 г. было зарегистрировано 1792 случая смерти от электрических разрядов, что составляет в среднем 120 случаев в год.



**Рис. 2.** Динамический спектр электрического поля, регистрируемого 10 февраля 1996 г. в проекте ИНТМИНС во время пролёта станции «Мир» над Галладетским университетом в Вашингтоне (англ. Gallaudet University)

К сожалению, дальнейшее развитие проекта ИНТМИНС с российской стороны после 1998 г. прекратилось.

Запуск в 2002 г. изготовленного в ИКИ РАН российско-австралийского научно-образовательного микроспутника «Колибри-2000» (вес 20,5 кг) с использованием инфраструктуры Международной космической станции стал первым шагом в реализации научно-образовательных микроспутников. В данном проекте участвовали школы Обнинска, Москвы (Россия) и Сиднея (Австралия).

Несмотря на малые размеры, «Колибри-2000» содержал 3,6 кг научной аппаратуры, изготовленной в ИКИ РАН и НИИЯФ МГУ, которая позволяла проводить достаточно широкий спектр научных исследований как в сфере «классической» космофизики, так и по изучению космической погоды, атмосферно-ионосферных связей и т. д., а также решать задачи космического образования (Klimov, Afanasyev, 2005; Klimov, Tamkovich, 2005). Было показано, что в области низких и приэкваториальных широт регулярно регистрируются возрастания потоков электронов, появление которых вблизи экватора может быть связано с грозовой активностью (Григорян и др., 1995).

В данной работе мы рассматриваем организационно-методические и технологические вопросы реализации научно-образовательного проекта типа ИНТМИНС на новом этапе (Климов и др., 2016; Мозгов и др., 2018; Zelenyi et al., 2018), основываясь, в первую очередь, на Целевых работах, включённых в «Долгосрочную программу целевых работ, планируемых на РС МКС» (российском сегменте):

- «Исследование природы высотных молний и сопутствующих им процессов в атмосфере и ионосфере Земли на базе микроспутника «Чиби́с-АИ» с использованием грузового корабля «Прогресс» (Целевая работа «Чиби́с-АИ» (Долгоносов и др., 2016));
- «Мониторинг окружающей космической среды электромагнитно-чистыми микроспутниками, интегрированными в инфраструктуру Международной космической станции» (Целевая работа «Трабант») (Климов и др., 2002);
- «Исследования в приповерхностной зоне МКС плазменно-волновых процессов взаимодействия сверхбольших космических аппаратов с ионосферой» (Целевая работа «Обстановка (2-й этап)») (Климов и др., 2002).
- «Модификация ионосферы импульсными источниками плазмы» (Целевая работа («Импульс (2-й этап)»)» (Богатый и др., 2019).

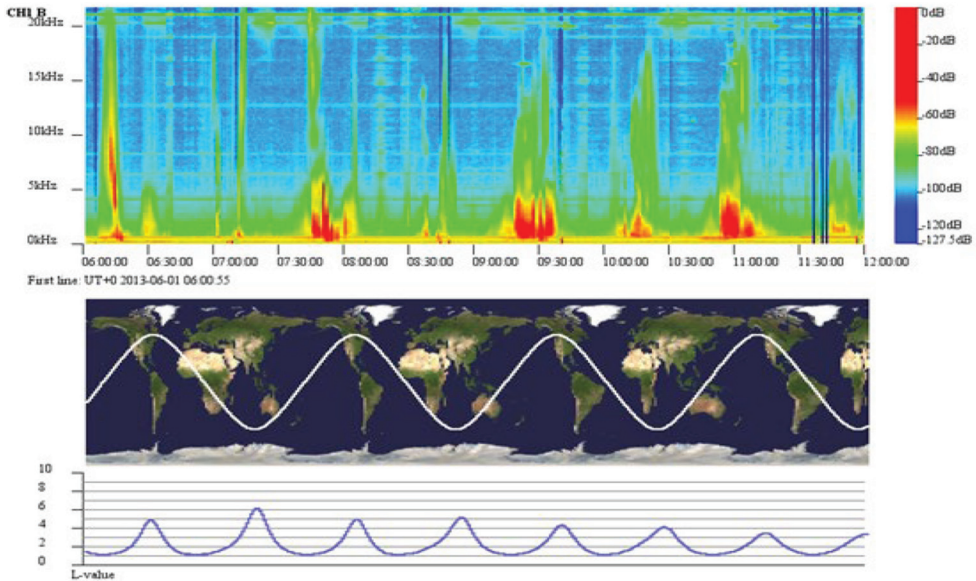
Важно отметить, что новый этап основывается на результатах уже реализованных в экспериментах:

- Академический микроспутник «Чиби́с-М» (2012–2014) (Зелёный и др., 2014).
- «Обстановка (1-й этап)» на Российском сегменте МКС (27.02.2013–09.05.2015) (Климов и др., 2021).

Эксперимент «Обстановка (1-й этап)» (Климов и др., 2021) засвидетельствовал наличие в субавроральных областях (рис. 3) широкополосных электромагнитных излучений, для дальнейшего исследования природы которых крайне необходимо реализовывать научно-образовательную программу типа ИНСПИРЕ.

Следует также принять во внимание ориентацию Роскосмоса на новую Российскую национальную орбитальную служебную станцию РОСС ([https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:Российская\\_национальная\\_орбитальная\\_](https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:Российская_национальная_орбитальная_)

служебная станция (РОСС)), имеющей более высокое, чем МКС, наклонение орбиты ( $\sim 52^\circ$ ), что будет способствовать охвату всей территории России, включая полярные области.



**Рис. 3.** Данные мониторинга электромагнитных излучений эксперимента «Обстановка (1-й этап)» 2013.06.01. Верхняя панель — интенсивность (цветовая шкала справа) магнитной компоненты излучений в диапазоне 0,1–23 кГц, время UT. Средняя панель — проекция орбиты МКС на земную поверхность. Нижняя панель —  $L$ -параметр оболочки магнитного поля Земли

Опыт предшествующих работ свидетельствует, что рассматриваемая научно-образовательная программа может быть осуществлена в ходе реализации, под эгидой Роскосмоса, ЦР: «Чиби́с-АИ», «Трабант», «Обстановка (2-й этап)», («Импульс (2-й этап)»), как ИНСПИРЕ под эгидой НАСА.

## ЛИТЕРАТУРА

- Богатый А. В., Семенихин С. А., Попов Г. А. и др. Подготовка космического эксперимента по исследованию ионосферы с помощью импульсных плазменных инжекторов повышенной мощности на борту Международной космической станции // Тр. 36-й Международной конференции по электроракетным двигателям (IEPC-2019). 15–20 сент. 2019, Вена, Австрия.
- Григорян О. Р., Климов С. И., Кузнецов С. Н., Савин С. П. Приэкваториальная зона: постоянные и переменные электрические поля, энергичные частицы // Международный симп. «Спутниковые исследования ионосферных и магнитосферных процессов»: тез. докл. 1995. С. 5.
- Долгонос М. С., Зелёный Л. М., Готлиб В. М., Климов С. И., Косов А. С., Митрофанов И. Г. Перспективы исследований высокоэнергичных процессов в атмосфере земли: «Чиби́с-АИ» и «Обстановка 2.1» // 11-я ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе». 15–19 фев. 2016, ИКИ РАН: сб. тез. 2016. С. 204. URL: <http://plasma2016.cosmos.ru/docs/Plasma2016-AbstractBook.pdf>.

- Зелёный Л. М., Гуревич А. В., Климов С. И., Ангаров В. Н., Батанов О. В., Богомолов А. В., Богомолов В. В., Вавилов Д. И., Владимиров Г. А., Гарипов Г. К., Готлиб В. М., Добрян М. Б., Долгоносов М. С., Ивлев Н. А., Калюжный А. В., Каредин В. Н., Карпенко С. О., Козлов В. М., Козлов И. В., Корепанов В. Е., Лизунов А. А., Ледков А. А., Назаров В. Н., Панасюк М. И., Папков А. П., Родин В. Г., Сегеди П., Свертилов С. И., Суханов А. А., Ференц Ч., Эйсмонт Н. А., Яшин И. В. Академический микроспутник «Чибис-М» // Косм. исслед. 2014. Т. 52. № 1. С. 93–105.
- Климов С. И., Лисаков Ю. В., Лапшинова О. В., Медников Б. А., Сорокин И. В., Корепанов В. Е., Клос З., Юхневич Ю., Георгиева К., Киров Б., Варга А., Сёге К. Комплексное исследование электромагнитной обстановки Российского сегмента МКС в космических экспериментах «Обстановка» и «Трабант» // 5-я Межотраслевая научно-техн. конф. «Электризация космических аппаратов и совершенствование их антистатической защиты как средства увеличения надёжности и сроков активного существования». 16–17 мая 2002, ЦНИИмаш: сб. тез. докл. 2002. С. 71–74.
- Климов С. И., Готлиб В. М., Долгоносов М. С., Новиков Д. И., Пилипенко В. А., Давыденко С. С., Иудин Д. И., Клименко В. В., Костров А. В., Pincon J.-L., Parrot M., Lefeuvre F., Blelly P.-L., Marchaudon A., Pitout F., Forme F. Научно-методическое обоснование многоспутниковых исследований атмосферно-ионосферных электрических связей // 11-я ежегодная конф. «Физика плазмы в солнечной системе». 15–19 февр. 2016, ИКИ РАН: сб. тез. 2016. С. 213. URL: <http://plasma2016.cosmos.ru/docs/Plasma2016-AbstractBook.pdf>.
- Климов С. И., Грушин В. А., Балайти К., Бачваров Д. З., Беляев С. М., Бергман Я., Ференц Ч., Георгиева К., Гаф М. П., Беликова А. Б., Белякова Л. Д., Гречко Т. В., Коношенко В. П., Корепанов В. Е., Киров Б., Лапшинова О. В., Лихтенбергер Я., Марусенков А., Моравски М., Надь Я. З., Недков Р., Новиков Д. И., Родин В. Г., Роткель Х., Станев Г., Салаи Ш., Сегеди П. Исследования в ионосфере электромагнитных параметров космической погоды в эксперименте «Обстановка (1-й этап)» на Российском сегменте МКС // Косм. техника и технологии. 2021. № 1(32). С. 20–41. DOI: 10.33950/spacetechn-2308-7625-2021-1-20-41.
- Мозгов К. С., Носикова Н. С., Ренский С. И., Сурков В. В., Климов С. И., Пилипенко В. А., Шувалов В. А., Яковлев А. А. Исследование влияния грозовой активности на околоземное космическое пространство // Космонавтика и ракетостроение. 2018. Вып. 5(104). С. 148–161.
- Blecki, J., Grygorczuk J., Juchniewicz J., Kossacki K., Slominski J., Wronowski R., Klimov S. I., Romanov S., Savin S. P., Triska P., Vojta J., Capek A. ULF/ELF plasma waves observed by the Prognos-8 satellite and the Magion-4 subsatellite for Interball-1 in the magnetospheric tail during disturbed periods // 3<sup>rd</sup> Intern. Conf. Substorms (ICS-3): Proc. Versailles, 12–17 May 1996 / ed. E. J. Rolfe, B. Kaldeich. ESA SP-389. Paris: European Space Agency, 1996. P. 511.
- Klimov S. I., Afanasyev Yu. V. Results of in-flight operation of scientific payload on micro-satellite “Kolibri-2000” // Acta Astronautica. 2005. V. 56. Iss. 1–2. P. 99–106.
- Klimov S. I., Tamkovich G. M. Aerospace education program realization by means of the micro-satellite // Acta Astronautica. 2005. V. 56. Iss. 1–2. P. 301–306.
- Klimov S. I., Romanov S. A., Lapshinova O. V., Taylor W. W. L., Antonov V. V., Antropov A. N., Afanas'ev Yu. V., Berkman R. Ya., Grushin V. A., Korepanov V. E., Juchniewicz J., Nozdachev M. N., Pine B., Ryb'eva N. E., Savin S. P., Skalsky A. A., Triska P. INTMINS Project. The three levels active experiment in the magnetosphere // COSPAR Colloquium'96 Magnetospheric Research with Advanced Techniques. 15–19 Apr. 1996, Beijing, China: Abstr. 1996. P. 26–27.
- Taylor B., Klimov S., Pine B. INTMINS — November/95 operation schedule. The INSPIRE J. 1995. V. 4. No. 1. P. 5–11.
- The INSPIRE J. V. 25. Spring 2021. Editor@TheINSPIREProject.org.
- Zelenyi L., Klimov S., Sadovski A. Microsatellites and educational programs // 1<sup>st</sup> Intern. Aerospace Symp. the Silk Road. 2018. P. 39–40. URL: <http://cs.mipt.ru/wp/wp-content/uploads/2017/10/Technical-Program-.pdf>.

## THREE-LEVEL SCIENCE-EDUCATIONAL EXPERIMENT IN THE MAGNETOSPHERE

*S. I. Klimov*<sup>1</sup>, *O. L. Vaysberg*<sup>1</sup>, *V. A. Grushin*<sup>1</sup>, *L. M. Zelenyi*<sup>1</sup>, *D. I. Novikov*<sup>1</sup>, *L. A. Osadchaya*<sup>1</sup>, *A. A. Petrukovich*<sup>1</sup>,  
*V. A. Pilipenko*<sup>1</sup>, *A. M. Sadovsky*<sup>1</sup>, *N. A. Eismont*<sup>1</sup>, *A. V. Kostrov*<sup>2</sup>, *J. Lichtenberger*<sup>3</sup>, *J. Nagy*<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Space Research Institute RAS, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Institute of Applied Physics of RAS, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>3</sup> Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

<sup>4</sup> Center for Energy Research, Budapest, Hungary

The article considers the history of the INTMINS project, as well as organizational, methodological and technological issues of the implementation of a scientific and educational project of this type at a new stage, based on the work Chibis-AI, Trabant, Obstanovka (2<sup>nd</sup> stage), Impulse (2<sup>nd</sup> stage).

*Keywords:* interactive radio experiment, magnetospheric research, INTMINS, popularization of radiophysics, scientific and educational microsatellite

**Klimov** Stanislav I. — leading researcher, doctor of physico-mathematical sciences, prof., sklimov@iki.rssi.ru

**Vaysberg** Oleg L. — chief researcher, doctor of physico-mathematical sciences, Professor, olegv@iki.rssi.ru

**Grushin** Valery A. — senior researcher, PhD of physico-mathematical sciences, vgrushin@iki.rssi.ru

**Zelenyi** Lev M. — scientific adviser, doctor of physico-mathematical sciences, academician RAS, prof., lzelenyi@iki.rssi.ru

**Novikov** Denis I. — leading designer, dnovikov@iki.rssi.ru

**Osadchaya** Lyudmila A. — leading engineer, osadchaya@iki.rssi.ru

**Petrukovich** Anatoly A. — director, doctor of physico-mathematical sciences, corresponding member RAS, a.petrukovich@cosmos.ru

**Pilipenko** Vyacheslav A. — senior researcher, doctor of physico-mathematical sciences, pilipenko\_va@mail.ru

**Sadovsky** Andrey M. — scientific secretary, PhD of physico-mathematical sciences, a.sadovski@cosmos.ru

**Eismont** Natan A. — leading researcher, PhD of technical sciences, assoc. prof., neismont@rssi.ru

**Kostrov** Alexander V. — head of lab., leading researcher, doctor of physico-mathematical sciences, prof., kstr@ipfran.ru

**Lichtenberger** Janos — chief of dep., Professor, lityi@sas.elte.hu

**Nagy** Janos — head of depto, nagy.janos@wigner.hu

## КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПРЕСС: ПРОЕКТЫ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

**М. Д. Князева**<sup>1,2</sup>, **Е. М. Митрофанов**<sup>1,3</sup>, **А. Н. Филатов**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> АНО Центр дополнительного образования «Будущим-космонавтам»  
Москва, Россия

<sup>2</sup> Московский государственный университет технологий и управления  
им. К.Г. Разумовского, Москва, Россия

<sup>3</sup> Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
Москва, Россия

Рассматриваются образовательные проекты и конкурсы для школьников в рамках дополнительного аэрокосмического образования. Ранняя профориентация школьников и развитие у них основ технического мышления и опыта самопознания. Развитие космического образования в контексте расширения практического использования результатов космической деятельности актуально для современного общества. Проект «Время космических возможностей» в 2020 г. стал победителем специального конкурса фонда президентских грантов, а проект «Аэрокосмический экспресс в дополнительном образовании: Геопортальные технологии» — победитель второго конкурса Фонда Президентских грантов в 2020 г.

*Ключевые слова:* аэрокосмический экспресс, дополнительное образование школьников, геопортальные технологии, космонавтика, космическая и спутниковая навигация

Знания о космосе лежат в основе всей системы естественных наук, они необходимы для формирования современного мировоззрения. Космос сегодня приносит в нашу повседневную жизнь множество устройств, без которых, кажется, невозможно жить. Освоение космоса и развитие космонавтики позволят в будущем использовать многие ресурсы и возможности, недоступные на Земле.

Будущее начинается сегодня — будущие инженеры учатся в школе. Наши проекты помогают заинтересовать современного школьника космосом (Князева, Митрофанов, 2020; Митрофанов, Чумаченко, 2018; Митрофанов и др., 2018). В октябре 2020 г. в АНО Центр дополнительного образования «Будущим-космонавтам» стартовали сразу два проекта, получившие поддержку фонда президентских грантов (ФПГ) — «Аэрокосмический экспресс в дополнительном образовании: Геопортальные технологии» и «Время космических возможностей» (специальный конкурс ФПГ 2020 г.).

Есть школьники, которые не учатся в инженерных классах и не имеют возможности нанять репетитора. Но многие из них мечтают получить техническое образование после окончания школы. Возможно, они ещё не задумывались о будущем и не знают свои способности. Может быть, кто-то в глубине души мечтает стать космонавтом или конструктором космических кораблей. Главная проблема заключается в том, что для многих школьников техническое образование становится недоступным, так как нет возможности повысить свой уровень знаний и учиться где-то ещё, кроме школы.

Наш проект «Аэрокосмический экспресс в дополнительном образовании: Геопортальные технологии» предназначен именно для таких детей — помочь

---

**Князева** Марина Данииловна — генеральный директор, доц., канд. техн. наук, доц.,  
mdknjazeva@rambler.ru

**Митрофанов** Евгений Михайлович — доц., канд. техн. наук, seferok@mail.ru

**Филатов** Александр Николаевич — преподаватель дополнительного образования,  
diogen6014@yandex.ru



ребятам реализовать себя, мотивировать интересоваться техническими науками через космонавтику.

С 2020 г. наша организация внесена в реестр социально-ориентированных некоммерческих организаций. Преимущественно мы работаем с обычными детьми и детьми из малообеспеченных семей. За четыре года своей активной жизни наш коллектив успел многое. В 2019–2020 гг. воплотили в жизнь проекты «Московская школа аэрокосмических инженеров» и «Время равных возможностей. Космос для всех», которые были поддержаны: получили гранты мэра Москвы и конкурса «Москва — добрый город». «Аэрокосмический экспресс...» стал продолжением проекта «Московская школа аэрокосмических инженеров».

Проект «Время космических возможностей» — это совершенно новый этап, новые возможности и новое направление нашей деятельности (Шайтура и др., 2020). Самое главное, что стало возможным привлекать в команду новых соратников в команду. Здоровый образ жизни, здоровое питание и интеллектуальное развитие личности ребёнка, а также помощь в образовании, воспитании и профессиональной ориентации — вот основные постулаты нашего проекта. Проект не упускает возможности повысить интерес школьников к техническим знаниям и инженерным специальностям.

Цель проекта «Время космических возможностей» — формирование основ культуры здоровья и здорового образа жизни — здоровый образ жизни на Земле и в космосе.

Задачи проекта:

- Научить школьников использовать специальное программное обеспечение для контроля за своим здоровьем.
- Развивать у школьников практические навыки решения проблемы поддержания здорового образа, привлечение школьников в космонавтику.
- Развивать у школьников навыки планирования своего тренировочного досуга, обогащать их знания о подготовке космонавтов.

В рамках проекта проводились регулярные еженедельные занятия, которые включали теорию плюс практику и плюс игровые элементы. Некоторые занятия проходили только в игровой форме: дегустация космической еды, или имитация полёта на другую планету, или спасательные операции и т. д. И включали также современные информационные и космические технологии:

- Спортивная навигация с использованием космических технологий.
- Поиск потерянных объектов с использованием средств навигации.
- Игры с ориентированием на свежем воздухе.
- Нормы физической подготовки космонавтов — корректировка норм физической подготовки. Оценка своих физических возможностей.
- Развёртывание полевого лагеря для проведения поисково-спасательных мероприятий.
- Космическая станция — жизнь и работа в экстремальных условиях. Мини-курс «Если ты заблудился».
- Космическое питание. Как правильно питаться, чтобы быть здоровым, как космонавт. Культура человеческого питания. Понимание правильного питания и грамотного оставления своего пищевого набора.
- Первая доврачебная помощь. Повышению медицинской грамотности и знаниях о человеческом теле.

В рамках реализации проекта говорили не только о звёздах, но и о жизни на Земле. О том, как вырасти здоровым и умным. Как не потеряться в лесу и в жизни. Как найти то, что потерял. О космической и спутниковой навигации.

О том, как правильно питаться не только в космосе, но и на Земле. И немного поиграть — игры на свежем воздухе с навигацией и беспилотником.

Школьникам рассказывали, что такое дистанционное зондирование Земли, как работают космические аппараты и как используется получаемая ими информация на Земле, как получают, обрабатывают и используют снимки земной поверхности. Ребята узнали о перспективах использования космической съёмки и какие задачи космический мониторинг решает сегодня в различных отраслях экономики.

Особое место в нашей деятельности занимает конкурс «Эксперимент в космосе. Космос для всех». Поэтому мы обязательно проводим в школах встречи-консультации по проектной деятельности, оказываем помощь в подготовке школьных исследовательских проектов, которые потом принимают участие в нашем конкурсе.

В феврале 2021 г. традиционно состоялось открытие конкурса-конференции «Эксперимент в космосе: Космос для всех – 2021» на территории Института космических исследований РАН (ИКИ РАН). Конкурс проходил при активной поддержке ИКИ РАН и Федерации космонавтики России. В этом году конкурс приобрёл статус международного молодёжного.

Участников конкурса приветствовал Александр Иванович Лазуткин — лётчик-космонавт, герой России, председатель Оргкомитета конкурса. Джаякумар Венкатесан (*англ.* Jayakumar Venkatesan) — генеральный директор компании Valles Marineris International Private Limited (Индия), член программного комитета конкурса, приветствовал участников онлайн. В день открытия состоялось и первое заседание конкурса.

В этом году из-за пандемии конференция проходила одновременно в двух форматах: очно и онлайн. В конференции приняли участие студенты московских вузов: Мытищинского филиала Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана, Московского авиационного института (национального исследовательского университета), Института физики, технологии и информационных систем Московского педагогического государственного университета, Российского государственного университета туризма и сервиса и др. Школьники в основном участвовали в онлайн формате. Второе заседание конференции «Эксперимент в космосе. Космос для всех – 2021» прошло в формате онлайн на платформе Zoom. Члены жюри также работали в формате онлайн.

Оба проекта успешно завершены в 2021 г. Сданы отчёты. А на пороге новый конкурс: «Эксперимент в космосе. Космос для всех – 2022». Вся информация и анонсы о конференции и занятий размещается на сайте [www.будущим-космонавта.рф](http://www.будущим-космонавта.рф) и социальных сетях. Мы ждём интересные работы. И надеемся выигрывать конкурсы и гранты.

## ЛИТЕРАТУРА

- Князева М. Д., Митрофанов Е. М. Школа аэрокосмических инженеров // Геодезия и картография. 2020. Т. 81. № 1. С. 59–64.
- Митрофанов Е. М., Чумаченко С. И. Использование геосервисов трехмерной визуализации в обучении // Инновационные и актуальные подходы к обеспечению устойчивого развития образовательного процесса в условиях реализации ФГОС: материалы Всероссийской научно-практ. конф. / гл. ред. М. П. Нечаев. 2018. С. 23–26.
- Митрофанов Е. М., Чумаченко С. И., Князева М. Д. Применение программного пакета SKETCHUP как инструмента для создания чертежей в учебном процессе // Об-

разовательная среда: Материалы всероссийской научно-практ. конф. / гл. ред. М. П. Нечаев. 2018. С. 93–96.

*Шайтура С. В., Князева М. Д., Митрофанов Е. М., Мухин А. С.* Космическое мировоззрение в системе непрерывного образования // Сервис plus. 2020. Т. 14. № 2. С. 42–51.

## SPACE EXPRESS: PROJECTS FOR SCHOOLCHILDREN

*M. D. Knyazeva*<sup>1,2</sup>, *E. M. Mitrofanov*<sup>1,3</sup>, *A. N. Filatov*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Additional Education Center “To Future Cosmonauts”, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Moscow State University of Technology and Management, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

The article considers educational projects and contests for schoolchildren in the framework of aerospace supplementary education. Early career guidance for schoolchildren and development of technical thinking fundamentals and experience of self-discovery. The development of space education in the context of expanding practical application of space activity results is relevant to modern society. The “Time for Space Opportunities” project became the winner of the special contest of the Presidential Grants Fund in 2020 and the “Aerospace Express in Supplementary Education: Geoportal Technologies” project became the winner of the 2<sup>nd</sup> contest of the Presidential Grants Fund in 2020.

*Keywords:* aerospace express, additional education of schoolchildren, geoportal technologies, cosmonautics, space and satellite navigation

**Knyazeva** Marina D. — general director, assoc. prof., PhD of technical sciences, assoc. prof., mdknjazeva@rambler.ru

**Mitrofanov** Evgeny M. — assoc. prof., PhD of technical sciences, seferok@mail.ru

**Filatov** Alexander N. — teacher of additional education, diogen6014@yandex.ru

## РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПИКОСПУТНИКА MINISAT

*А. А. Кумарин*

Самарский национальный исследовательский университет им. С. П. Королёва

Предложен набор свойств образовательного программно-аппаратного комплекса (конструктора) для обучения основам электроники, программирования и конструирования в контексте ракетно-космической отрасли. Разработан конструктор, обладающий данным набором свойств. Конструктор сделан в формате PocketCube, содержит основные системы, присущие реальным спутникам, поддерживает как использование в аудитории, так и запуск с помощью любительских ракет. Следование обозначенному списку свойств и наличие открытых обучающих материалов разных форматов позволит достичь высокого образовательного эффекта.

*Ключевые слова:* конструктор, пикоспутник, CubeSat, PocketCube, обучение программированию, обучение электронике, обучение конструированию

### ВВЕДЕНИЕ

Одна из ключевых проблем аэрокосмической отрасли заключается в недостатке квалифицированных и мотивированных кадров. Это проявляется сразу в нескольких аспектах: высокий средний возраст работников, низкая доля работников с высшим образованием и крайне низкая доля работников пришедших из вузов (в первую очередь целевой набор) (Таначева, Ладыгина, 2013). Слабая мотивация работников к обучению и низкий уровень практических навыков выпускников вузов только усугубляют ситуацию.

Кадры для работы в аэрокосмической отрасли необходимо готовить начиная со старшей школы или с младших курсов. При этом без практического закрепления теоретического материала знания усваиваются плохо даже при наличии стойкой мотивации к обучению, что в нынешней ситуации становится редкостью. Кроме того, техническое оснащение и образовательные программы в большинстве учебных заведений — устаревшие и не обновляются ввиду высокой стоимости материальной базы.

Для обеспечения достаточного уровня практики требуется некоторый программно-аппаратный комплекс (здесь и далее для краткости — конструктор). Например, конструктор спутника. Он должен быть адаптирован для учебного процесса, но при этом не сильно отличаться от устройств, которые можно использовать в аэрокосмической отрасли. Такой конструктор должен отвечать ряду требований. Однако для конструктора спутника такого списка требований не сформулировано.

В данной работе предпринимается попытка сформулировать свойства конструктора спутника, которые, по мнению автора, должны обеспечить положительный образовательный эффект. Эти свойства затем иллюстрируются на примере разработанного с их учётом конструктора пикоспутника.

### СВОЙСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНСТРУКТОРА

Прежде чем перейти непосредственно к свойствам конструктора, которые должны обеспечить положительный образовательный и воспитательный эффект, необходимо определить целевую аудиторию. В зависимости от конкретных тре-

бований к конкретному конструктору возрастная группа может быть различна. Кроме того, возможны различные пороги начальных знаний. Идеальный конструктор подходит любому возрастному диапазону с любым уровнем начальных знаний. В реальности такое в большинстве случаев невозможно, однако возможно сделать адаптивную учебную методику, предусматривающую разные задания в зависимости от уровня обучаемых. Например, в конструкторе, о котором пойдёт речь в настоящей работе, целевая аудитория — школьники старших классов, студенты любых технических специальностей, аспиранты и молодые специалисты предприятий ракетно-космической промышленности. Такой широкий круг достигнут за счёт разнообразия заданий, которые можно выполнять с использованием данного аппаратного обеспечения. Программное обеспечение при этом может меняться.

Когда целевая аудитория определена, можно рассмотреть основные свойства, которыми должен обладать конструктор. В данной работе они определены следующим образом:

- 1) внешняя реалистичность,
- 2) функциональная реалистичность,
- 3) приближённость компонентной базы к реальности,
- 4) лёгкость в освоении обучающимися без предварительного опыта,
- 5) возможность прямого применения полученных навыков в реальной работе,
- 6) возможность применения знаний и навыков вне аэрокосмической отрасли,
- 7) универсальность,
- 8) доступность.

Под *внешней реалистичностью* подразумевается сходство в визуальном плане с реальными образцами космической техники. При нарушении этого пункта может возникнуть разрыв между тем, что учащиеся видят в музеях, новостях и книгах, и тем, что им предлагают на занятиях, а это может привести к отторжению и недоверию. Так, например, коробочка с надписью «солнечные панели» вызывает усмешки и ухмылки вместо желания работать с конструктором. Эта проблема наиболее актуальна для младшей аудитории и менее актуальна для аудитории, обладающей широкими теоретическими знаниями.

*Функциональный реализм* подразумевает, что конструктор должен иметь логическую и функциональную структуру, не противоречащую реальности. Например, если это конструктор спутника, он должен содержать примерно тот же набор бортовых систем с тем же функциональным назначением, что и в реальном спутнике. Сами системы могут быть упрощены, часть систем может отсутствовать, но не должно быть противоречий с реальностью, поскольку при выявлении подобных нестыковок подрывается доверие к конструктору в целом. Если ради удобства или наглядности некоторых промежуточных процессов всё же приходится прибегать к установке систем, которых не может быть в реальном аппарате, то они должны быть опциональными и в методических указаниях должно быть подчёркнуто, что они нужны только для наземной отработки. Кроме того, доля таких отладочных систем не должны быть велика. Примером такой системы выступает акселерометр — очень удобный инструмент для обучения работе с датчиками, однако практически бесполезный в реальном полёте спутника в виду околонулевых значений кажущегося ускорения в орбитальном полёте. Также заманчивой мыслью для разработчика может стать установка светодиодных линеек или небольших экранов для более наглядного отображения информации. Однако сразу же возникнет противоречие с ограниченным

количеством энергии и отсутствием на орбите наблюдателя. Часть подобных систем можно обыграть в методических указаниях, как, например, индикатор для космонавтов при запуске с Международной космической станции.

Под *реальной компонентной* базой подразумевается применение электронных схем, которые непосредственно или в виде радиационно стойких аналогов применяются в реальных аппаратах. В некоторых случаях может быть также целесообразно использование компонентов, которые широко применяются в других отраслях науки и техники. Здесь важно делать разумный компромисс между реалистичностью и ценой. Нет смысла использовать компоненты, имеющие существенно более дешёвые общепотребимые аналоги. Это связано как с применением опыта в других сферах деятельности, так и с доступностью конструктора пользователям и его ремонтпригодностью.

*Лёгкость освоения* подразумевает, что конструктор должен содержать составные элементы различного уровня сложности, позволяющие получать осязаемые результаты уже на первом занятии, но при этом содержать запас сложности для последующих занятий. Приобретаемые навыки не должны быть оторванными от реальности, т.е. они должны быть применимы не только на данном конструкторе, но и как на реальных аппаратах, так и вне аэрокосмической отрасли. Это может убедить тех, кто не верит в перспективы аэрокосмической отрасли, что в ней всё равно есть смысл развиваться без боязни остаться без работы в будущем.

## КОНСТРУКТОР ПИКОСПУТНИКА MINISAT

Реализация конструктора, обладающего перечисленными свойствами, должна дать существенный положительный образовательный эффект. Разработка такого конструктора и стала главной целью настоящей работы.

Первый технический вопрос, возникший при разработке — какому формату должен соответствовать конструктор. Вариантов было достаточно много: CubeSat-1U — куб со стороной 10 см, CubeSat с несколькими модулями (например, CubeSat-2U — два куба, т.е. суммарно  $20 \times 10 \times 10$  см), CanSat — цилиндр с размерами порядка банки газировки (от данного требования и происходит название, can — консервная банка, sat — спутник), уменьшенная реплика какого-то конкретного большого спутника или же свой собственный формат. Каждый из форматов при использовании его как основы конструктора имеет свои преимущества и недостатки. Свой формат не использовался из-за несоответствия свойству реалистичности. Формат реплики не использовался из-за повышенной сложности реализации и при этом отсутствия практической значимости. Формат CubeSat — наиболее популярный для образовательных спутников — был отклонён, поскольку лишает аппарат перспектив запуска для отработки на любительских ракетах из-за больших габаритов и массы. Формат CanSat лишён приведённых недостатков, но также и не обладает внешней реалистичностью. В итоге компромиссным решением стало использование формата, взявшего реалистичность у CubeSat и компактность и легковесность у CanSat: относительно новый и набирающий популярность на Западе — формат PocketCube. Он получается из формата CanSat уменьшением всех линейных размеров в два раза. Электроника такого аппарата совместима с форматом CanSat, но при этом принцип построения конструкции соответствует формату CubeSat. Внешний вид конструктора (3D-модель) представлен на рис. 1.

Конструктор состоит из бортового компьютера, системы питания, системы связи, системы сбора данных. Структура конструктора представлена на рис. 2.

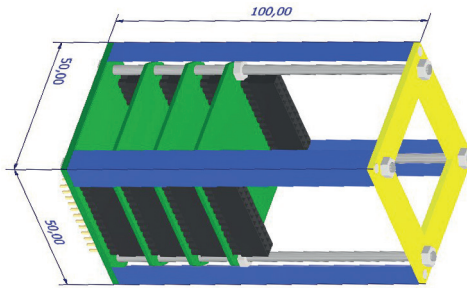


Рис. 1. Внешний вид конструктора

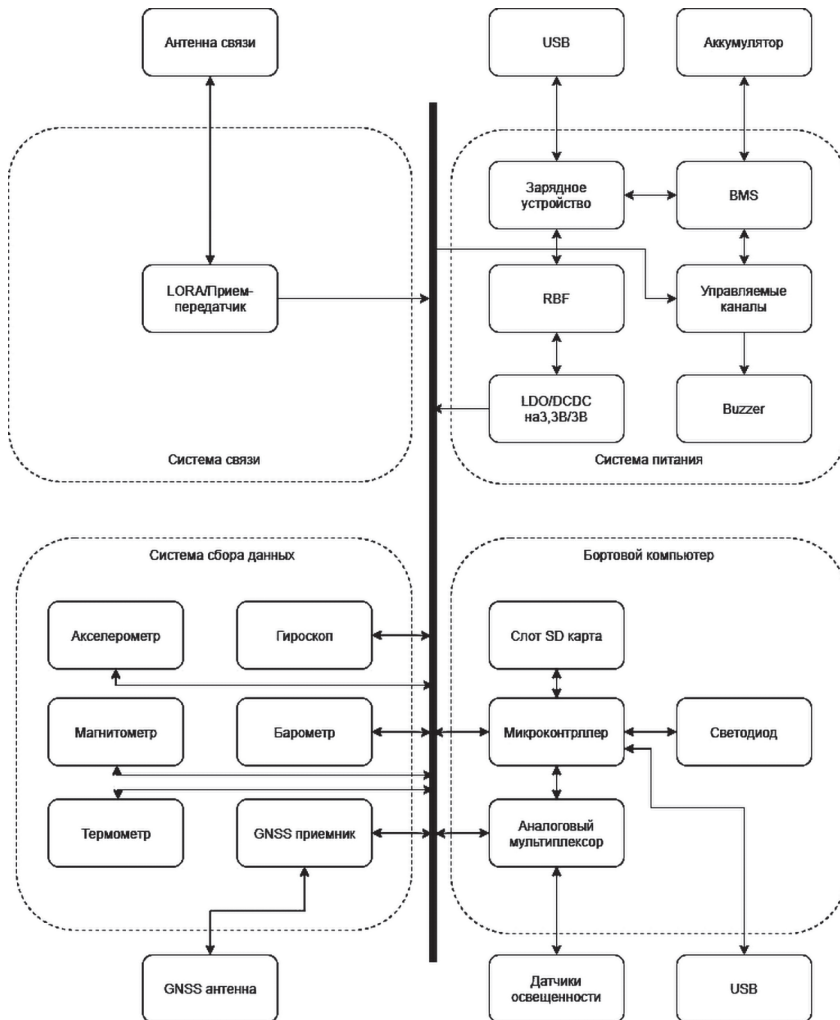


Рис. 2. Структурная схема электроники конструктора

Все эти системы есть в реальных аппаратах.

Система связи представлена распространённым радиомодулем. Для настольной версии конструктора устанавливается простой модуль Bluetooth для экономии ресурса аккумулятора. Это также повышает применимость полученных знаний в практических проектах вне аэрокосмической отрасли. В методических указаниях подчёркивается, что в лётных спутниках Bluetooth использоваться не может. Для лётной версии конструктора используется модуль с LoRa (*англ.* Long Range) модуляцией, который позволяет осуществлять передачу данных на большие расстояния при относительно низкой мощности передатчика.

Система питания оснащена зарядным устройством и преобразователем питания аналогично реальной системе. Отсутствует работа с солнечными панелями в виду их уязвимости к механическим повреждениям. Продвинутым пользователям предлагается добавить солнечные панели самостоятельно.

Бортовой компьютер основан на микроконтроллере, содержит карту памяти для хранения информации, светодиод для отладки и USB-порт (*англ.* Universal Serial Bus) для получения отладочной информации. В качестве основного микроконтроллера взята модель с ядром ARM Cortex-M3. Конкретная модель не используется в реальных спутниках, однако само семейство активно применяется в спутниках формата CubeSat, в которых допускается использование комплектующих коммерческого класса (COTS-компонентов; *англ.* commercial off-the-shelf, «коробочный программный продукт»). Кроме того, данное семейство активно применяется в наземном сегменте и потребительской электронике.

В качестве датчиков используются акселерометр (в методических указаниях будет пояснено, что он не играет существенной роли в орбитальном полёте, а употребляется больше при суборбитальных полётах), магнитометр, гироскоп, датчики температуры, давления (аналогично акселерометру), навигационный приёмник (опционально), датчики освещённости.

Низкий порог вхождения обеспечен применением микроконтроллера, для которого имеется генератор исходного кода инициализации периферии, а также расширенная документация на используемые библиотеки исходного кода. Кроме того, на использованную модель существует множество примеров исходных кодов на различных открытых репозиториях, таких как GitHub. Для начала работы применена концепция базовой платы. Это плата, в которую вставляется спутник. Она играет роль разветвителя бортовой шины, а также содержит ряд отладочных средств таких как светодиоды, семисегментные индикаторы и т. д.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в данной работе были сформулированы свойства образовательного программно-аппаратного комплекса, которые должны обеспечить положительный образовательный эффект. Был разработан конструктор пикоспутника, обладающий сформулированными свойствами. Описана его структура и конструкция.

На момент написания статьи велась работа над методическими указаниями и примерами программного кода. Апробация планируется в рамках организуемых курсов по работе с конструктором, проводимых при поддержке Фонда содействия развитию институтов гражданского общества в Приволжском федеральном округе. Также планируется внедрение в учебный процесс в рамках образовательных программ, реализуемых на межвузовской кафедре космических исследований Самарского университета.



Образовательные материалы будут публиковаться на открытых платформах: открытый репозиторий документации и исходных кодов к конструктору (<https://gitlab.com/minisat>), открытый канал с обучающими видео по конструктору (<https://www.youtube.com/channel/UC117UxoaRjQ17K2xwL1Y7hw>), что откроет возможность обучения работы с современной электроникой широкому кругу школьников и студентов. На случай отсутствия доступа к конструктору, будет выложена инструкция по изготовлению функционального аналога.

## ЛИТЕРАТУРА

*Таначева Ю. Н., Ладыгина Л. Ф.* Проблема образования в аэрокосмической отрасли // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. № 9. С. 53–54.

## DEVELOPMENT OF AN EDUCATIONAL MINISAT PICOSATELLITE

*A. A. Kumarin*

Samara University, Samara, Russia

There is proposed a set of properties of educational software and hardware system (construction set) for teaching the basics in electronics, programming and construction in the context of the rocket and space industry. The constructor possessing such set of properties has been developed. The constructor is made in PocketCube format, contains the main systems typical for real satellites, and supports both classroom use and launching with amateur rockets. Following the designated list of properties and the access to open learning materials in different formats will allow achieving a high educational effect.

*Keywords:* construction set, pico-satellite, CubeSat, PocketCube, teaching programming, teaching electronics, teaching construction

**Kumarin** Alexey A. — electronics engineer, postgraduate student, [alky\\_samara@mail.ru](mailto:alky_samara@mail.ru)

## SCOSTEP — НАУЧНЫЕ КОМИКСЫ ПО СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКЕ

*Р. Ю. Лукьянова*

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

Одно из развивающихся направлений научпопа (*собир.* научно-популярные произведения) — рассказы о науке в картинках. По инициативе Международного научного комитета по солнечно-земной физике (SCOSTEP) создана серия научно-образовательных комиксов, посвящённых актуальным проблемам солнечно-земных связей. Материал изложен корректно, профессионально и в то же время доступно и прорисован японской художницей с юмором в лёгком приключенческом жанре. SCOSTEP призвал учёных всего мира перевести комиксы на свои языки и использовать их в целях популяризации науки. Недавно был закончен перевод на русский текстов всех тематических выпусков. Русские тексты были инкорпорированы в макеты с рисунками, и в настоящее время в электронном виде доступен полный набор развивающих книжек.

*Ключевые слова:* научно-популярная литература, комиксы, солнечно-земные связи, космос, атмосфера

### ВВЕДЕНИЕ

В современных реалиях в основу многих успешных образовательных стратегий положен подход, который можно сформулировать как «обучать, развлекая». Это помогает легче усваивать знания, поддерживать вовлечённость аудитории и в конечном итоге добиваться лучших результатов. Ещё более востребованным становится такой подход в быстроразвивающейся сфере самостоятельного образования, приобретения *soft skills* («гибкие навыки») и расширения кругозора. Литература в стиле научный *non fiction* (*букв.* — «невмысел»), презентации научных исследований в доступном формате (*science slam* — *англ.* научный слэм («активные действия»)), научные баттлы (*сленг* — «конкурс», «состязание»), популярные лекции в модных общественных пространствах входят в ткань молодёжной культуры.

Интерес к науке живёт и в детях, которые от природы наделены любознательностью. Но как подать информацию, чтобы она воспринималась не скучно, а легко и весело? Как в привлекательной форме и простым языком рассказать ребёнку о сложных понятиях? Преподнести современные научные знания так, чтобы они вошли в голову как бы сами, не спрашивая? Рисованные истории — научные комиксы (*англ.* *comic*, «смешной») — вот одна из лучших идей, как показать детям, да и не только им, что наука — это здорово и увлекательно. Комикс — это почти как мультфильм, разбитый на эпизоды, страницы-кадры, их легко читать и интересно рассматривать. Не секрет, что комиксы любят даже «нечитайки», поскольку в них нет сухого учебного текста, долгих, порой скучных описаний, которые трудно читать. Здесь — действующие лица, сюжет, живые диалоги между героями, движение и события, яркие, красивые и динамичные иллюстрации. Легкие, с юмором, но при этом наполненные большим объёмом информации, научные познавательные комиксы знакомят со многими интересными фактами, о которых не рассказывают в школе, и подталкивают детей искать больше знаний в конкретной области.

---

Лукьянова Рената Юрьевна — ведущий научный сотрудник, д-р физ.-мат. наук, [renata@aari.ru](mailto:renata@aari.ru)

На первый взгляд, слова «научный» и «комикс» не очень сочетаются. Действительно, научный комикс — это гораздо более сложное произведение, чем обычный, развлекательный вариант, в котором рассказывается какая-нибудь фантастическая или житейская история. Для создания качественного научного комикса необходимо, чтобы «сошлись вместе три звезды». Основопологающим становится наличие у авторов глубоких знаний в предметной области, поскольку ни при каких обстоятельствах в контент (*англ.* content, содержание) не должны попасть недостоверные факты и ошибочные суждения. Не менее важен талант художника, так как разработка образов героев и иллюстрации играют огромную роль, и во многих случаях именно они и определяют восприятие книги. И наконец, авторы должны провести правильный отбор материала для построения занимательного, достаточно краткого и логически связного рассказа о рассматриваемом природном явлении. В связи со сложностью создания, такой продукт как научный комикс — явление нечастое.

В этом контексте представляет интерес инициатива по популяризации науки Международного научного комитета по солнечно-земной физике (*англ.* Scientific Committee on Solar Terrestrial Physics — SCOSTEP), под эгидой которого создана серия научно-образовательных комиксов, посвящённых актуальным проблемам солнечно-земных связей, космосу и климату.

## НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ ПО СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКЕ (SCOSTEP)

SCOSTEP (<https://scostep.org>) — одна из тематических организаций Международного научного совета и постоянный наблюдатель при Комитете ООН по использованию космического пространства в мирных целях. В деятельности SCOSTEP участвуют около 30 стран. Россия также на протяжении многих лет входит в эту организацию, а российские учёные активно участвуют в разработке её программ и мероприятий. SCOSTEP реализует международные междисциплинарные научные программы, рассчитанные на 4–5 лет, и продвигает исследования солнечно-земной физики, обеспечивая необходимую научную основу для международного сотрудничества и распространения полученных научных знаний о системе «Солнце — Земля», а также объяснения, как Солнце влияет на жизнь и общество. Текущая программа PRESTO (*англ.* Predictability of the variable Solar-Terrestrial Coupling) — «Предсказуемость взаимодействий в системе «Солнце — Земля», запущена в 2020 г. В целях развития международного научного сотрудничества раз в четыре года проводятся специальные симпозиумы, а также организуются тематические сессии на крупных конференциях других научных обществ. Для расширения инфраструктуры оказывается поддержка в организации измерительных кампаний, разработке баз данных и в проведении научных школ и совещаний. Регулярно выпускается информационный бюллетень, в котором рассказывается об интересных работах молодых учёных, о недавно прошедших конференциях и других новостях. Проводятся обзорные online-лекции ведущих учёных. Одна из основных задач SCOSTEP заключается в развитии потенциала молодых исследователей. Для студентов и аспирантов действует конкурсная программа по финансированию визитов в передовые лаборатории мировых исследовательских центров. В целях популяризации космической науки и образования для школьников под эгидой SCOSTEP была создана серия тематических научных комиксов. Они рассказывают детям (а также их родителям) о Солнце и Земле, солнечно-земных связях и их роли в нашей жизни, околоземном космическом пространстве, климатической системе нашей планеты.

## СЕРИЯ НАУЧНЫХ КОМИКСОВ

### Авторы, стилистика, персонажи

Комиксы изначально были написаны на японском языке и выпущены при содействии разработчика приложения Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd. Автор серии — Хайанон (*англ.* Hayanon) (<https://www.hayanon.jp>) — японская писательница и мультипликатор. Консультантом выступил профессор Йосукэ Камиде (*англ.* Yosuke Kamide) из Лаборатории солнечно-земной среды Университета Нагоя (*англ.* Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University). Хайанон окончила физический факультет Университета Рюкю (*англ.* University of Ryukyus). Совмещая глубокие познания в научной области и большой опыт компьютерных разработок и игр, она создала ряд серий комиксов, опубликованных в популярных журналах и отдельными изданиями. Сейчас у неё уже более чем 20-летний опыт работы в сфере издательского дела и образования в Японии. Её оригинальный и последовательный стиль изложения, пробуждающий интерес к научным исследованиям, получил мировое признание.



Рис. 1. Главные персонажи: девочка Мол и её которобот Мирубо в японской и английской версиях

В серию входят девять книжек в японском стиле манга, каждая книжка объёмом 15 страниц. Во всех действуют одни и те же герои, которые попадают в разные приключения, задумываются о законах природы, встречаются с учёными. Учитель — *сэнсей* — в живых, лёгких диалогах обсуждает серьёзные научные проблемы с двумя персонажами: любознательной девочкой из средней школы по имени Мол, которая интересуется наукой и задаёт много вопросов, и её питомцем — роботизированным котом Мирубо (рис. 1). Мол и Мирубо с любопытством и юмором открывают для себя новые явления, например, пытаются поймать космические лучи, добраться до полярных сияний или увидеть, как происходит магнитная инверсия, когда северный и южный магнитные полюса меняются местами. Учитель-сэнсей приходит на помощь, если надо научно объяснить то, что видят дети. Он поясняет сложные вещи в очень доступной, простой форме.

## Научная тематика

Тематика комиксов охватывает широкий круг актуальных проблем солнечно-земной физики и сопряжённых областей знаний. В серию входят следующие книжки:

- «Что такое солнечный ветер?»
- «Что такое полярное сияние?»
- «Что такое геомагнитное поле?»
- «Есть ли связь между солнцем и климатом?»
- «Что такое глобальное потепление?»
- «Что такое озоновая дыра?»
- «Что такое верхняя атмосфера?»
- «Что такое полярные области?»
- «Что такое космические лучи?»

SCOSTEP предоставил «белую» версию (без текста) всей серии комиксов и призвал учёных всего мира перевести тексты на свои языки и вставить их в макет, сделав комиксы доступными в своих странах. Научное сообщество отозвалось на эту инициативу. В настоящее время серия полностью или частично переведена на английский, французский, чешский, немецкий, хинди, итальянский, японский, корейский, русский, испанский, тамильский и урду. Комиксы на разных языках доступны на веб-сайте SCOSTEP: <https://scostep.org/space-science-comic-books/>. Переводы сделаны профессиональными учёными, специалистами своего дела, чьи имена хорошо известны в научном сообществе. Тексты вставлены так, что переводные комиксы выглядят практически так же, как и оригинальные.

## Русская версия

На старте популяризаторской программы SCOSTEP на русский язык были переведены два тематических выпуска: «Что такое полярное сияние?» и «Что такое космические лучи?». В первом случае переводчиком выступил С. Черноусс из Полярного геофизического института. Перевод второй книжки сделан в Московском государственном университете имени М. В. Ломоносова Е. А. Сигаевой при кураторстве М. И. Панасюка. До последнего времени эти два выпуска оставались единственными, переведёнными на русский язык. Тогда как, например, на английском, французском и хинди существовали все девять выпусков. В целях развития детского космического образования в России недавно был выполнен перевод с английского на русский текстов семи оставшихся тематических выпусков, не переведённых ранее. Русские тексты были инкорпорированы (*лат. incorporate*, включать в свой состав, присоединять) в макеты с рисунками, предоставленные SCOSTEP, и таким образом, в настоящее время мы имеем полный набор развивающих книжек. Вид титульных листов книжек представлен на рис. 2.

## Контент на примере комикса про озоновую дыру

Формат научного комикса очень удобен для изучения новой информации — это чтение не только весёлое, но и полезное. Посмотрим на содержание и оформление одной из книжек. На первой странице дано краткое описание истории

открытия и свойств озона (рис. 3а). Затем, страница за страницей читатель идёт вместе с юными исследователями, удивляясь находкам и делая открытия вместе с ними.



Рис. 2. Титульные листы русской версии комиксов



а

б

Рис. 3. Разворот вводной (а) и первой (б) страниц комикса «Что такое озоновая дыра?»

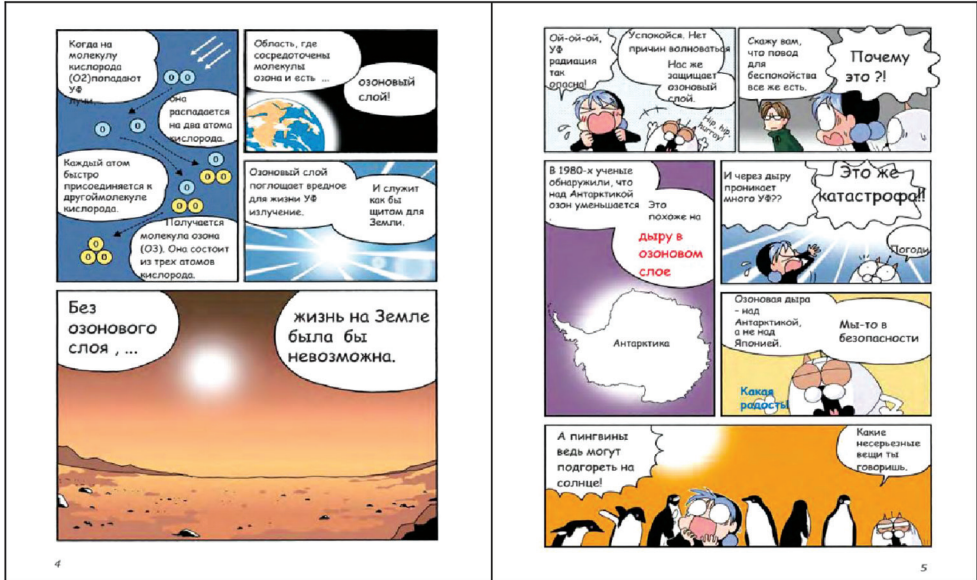


Рис. 4. Разворот 4-й и 5-й страниц комикса «Что такое озоновая дыра?»

Первый эпизод посвящён тому, что Мал задаётся вопросом о том, что же находится на небе выше облаков (рис. 3б). Дальше выясняется, что там, в стратосфере — озоновый слой. Затем вместе с сэнсем Мал и Мирубо обсуждают

химию озона, его роль в нашей жизни, влияние на климат, природу озоновой дыры, меры по стабилизации концентрации озона и другие актуальные вопросы.

Пример разворота страниц 4 и 5, где объясняется, как образуется озон и где и когда была обнаружена озоновая дыра, приведён на рис. 4. Стоит отметить отличную проработку рисунков и удобную для восприятия форму подачи материала, включая компоновку кадров и даже шрифт текста. Завершает книгу небольшой вопросник и описание опыта по получению озона, который можно провести в домашних условиях.

## КРУГ НАУЧНЫХ ПОНЯТИЙ

Полная серия из девяти комиксов, хотя, разумеется, не может претендовать на охват всех актуальных научных проблем, представляет собой полезную иллюстрированную краткую энциклопедию по солнечно-земным связям. Весь материал написан и прорисован с юмором в лёгком приключенческом жанре. В то же время затронутые темы рассматриваются достаточно глубоко. Информация подана вполне корректно, без каких-либо ошибок или неточностей. Следует отметить, что у каждой книжки были ещё и специалисты-консультанты из числа известных в своей области учёных, о чём сказано на последней странице. В таблице приведена сводка основных научных понятий, обсуждаемых героями манга. Можно видеть, насколько широкий круг вопросов охвачен в каждой теме. И это при минимальном объёме рисованных страниц. Хотя информация адаптирована для детей, после прочтения серии формируется довольно целостное представление о солнечно-земных связях.

### Основные научные понятия, рассмотренные в серии комиксов

Тема	Научные понятия
1. «Солнечный ветер»	Как образуется; из чего состоит; как достигает Земли; какие эффекты производит...
2. «Полярные сияния»	Где их можно видеть; почему в полярных областях; что их вызывает; от чего зависит цвет...
3. «Геомагнитное поле»	Структура; связь с полярными сияниями; защита от космических лучей; дрейф полюсов; магнитные инверсии...
4. «Связь между солнечной активностью и климатом Земли»	Какие факты указывают на наличие такой связи на длинных и коротких периодах, как меняется отклик на солнечные вариации по высоте атмосферы...
5. «Глобальное потепление»	Климат в прошлом; повышение температуры при антропогенном потеплении, его последствия; парниковый эффект; как замедлить потепление...
6. «Озоновая дыра»	Как образуется озон; где находится в атмосфере; разрушение озона и антропогенный фактор...
7. «Верхняя атмосфера»	Вертикальное строение атмосферы; температура и её градиенты; ионизация и рекомбинация; как наблюдают верхнюю атмосферу...
8. «Полярные регионы»	Арктика и Антарктика, полярный климат; антарктические станции; полюса как «окна во вселенную»; три вида полюсов...
9. «Космические лучи»	Из чего состоят; откуда приходят; взаимодействие космических частиц с атмосферой...



## ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

В настоящее время русские варианты комиксов доступны в электронном виде на сайте SCOSTEP. Поскольку этот сайт достаточно специализированный, и вряд ли активно посещается широкой публикой, стоит задача донесения информации до целевой аудитории. Для этого можно было бы разместить серию научных комиксов по солнечно-земной физике на тематических образовательных и научно-просветительских сайтах РФ. Представляется полезным выпустить не только электронный вариант, но и изыскать возможности для изготовления печатной версии для бесплатного распространения. Серия в первую очередь предназначена для младших школьников, но в некоторых аспектах может быть интересна и более старшим детям, и взрослой аудитории. Распространение печатных выпусков могло бы найти своё место во время встреч со школьниками, Дней космической науки и других мероприятий.

Число поклонников рисованных историй достаточно велико. Однако в этом сегменте доля рассказов о науке в картинках пока ещё занимает очень мало места. Так, образовательных комиксов российского производства почти нет. На коммерческой основе выпускаются отдельные переводные серии, например «Образовательная манга», в которой есть такие выпуски, как «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Регрессионный анализ» и «Занимательная наука о питании». Сколковский институт науки и технологий создал первый сборник комиксов по мотивам реальных научных исследований «Это точно». Он ориентирован на продвинутую аудиторию, студентов, аспирантов и научных сотрудников.

В современных условиях разработка отечественных серий научных комиксов по тематике наук о космосе и смежным проблемам для широкой аудитории, особенно детской, представляется перспективным направлением. Серия SCOSTEP в оригинале вышла в 2008–2009 гг. Это не так уж давно, но с тех пор появился ряд интересных открытий, на орбиту запущены новые космические аппараты, и вероятно пора поделиться с читателями самыми актуальными на настоящий момент теориями и уточнёнными сведениями.

## SCOSTEP SCIENTIFIC COMICS ON SOLAR-TERRESTRIAL PHYSICS

*R. Yu. Lukyanova*

Space Research Institute, Moscow, Russia

Stories about science in pictures are one of the developing sectors of pop science. Under the initiative of the International Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics (SCOSTEP) the series of scientific educational comics, dedicated to the actual problems of solar-terrestrial relations, was created. In such series, the material is presented accurately, professionally and at the same time quite accessibly, and it is drawn by a Japanese artist with humor in a light adventure genre. SCOSTEP urged scientists around the world to translate the comics into their languages and use them to popularize science. The Russian translation of all the thematic issues has recently been completed. The Russian texts have been incorporated into layouts with drawings, and a complete set of developing books is now available electronically.

*Keywords:* popular science literature, comics, solar-terrestrial relations, space, atmosphere

**Lukyanova** Renata Yu. — leading researcher, doctor of physico-mathematical sciences, renata@aari.ru

## МОЛОДЁЖНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР МГТУ ИМ. Н. Э. БАУМАНА — СТУДЕНЧЕСКИЙ ПУТЬ В КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

*В. И. Майорова*

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет), Москва, Россия

В космической индустрии процесс создания новой техники и технологий на современном этапе заключается в преодолении проблемы подготовки высококвалифицированных специалистов, способных творчески мыслить, принимать решения, обладать способностью переносить знания предметной области в умение создавать новый продукт, владеть иностранными языками, быть готовым работать в интернациональном коллективе. Решение проблемы подготовки специалистов с требуемыми современным рынком инженерного труда компетенциями — задача комплексная, требующая новых подходов как к базовому, так и дополнительному образованию. В статье представлен опыт создания инновационной образовательной среды в Учебно-научном молодёжном космическом центре МГТУ им. Н. Э. Баумана, нацеленный на внедрение проектно-ориентированных методов обучения в дополнительное инженерное образование с целью повышения качества подготовки инженеров для космической промышленности. Приведены примеры выполнения пилотных мультидисциплинарных студенческих проектов по космической тематике, в том числе с участием студентов различных стран из разных языковых, культурных сред и образовательных платформ.

*Ключевые слова:* проектные методы обучения, студенческий спутник, космический эксперимент, малый спускаемый аппарат, международная научная школа

На настоящем этапе развития космической техники нет проблем с генерацией новых идей, передовых технологий, современных решений. Но как воспитать новых Королёвых и Гагариных, чем заманить в космонавтику? Чему и как учить, чтобы получить новый корпус современных специалистов, способных реализовать проекты освоения Луны, Марса и других планет? А именно, такие новые цели выдвигаются сегодня в космической индустрии, что обусловлено, с одной стороны, развитием технологий, а с другой — практиками ведения работ крупными корпорациями и, в целом, «менталитетом» космической промышленности.

С момента зарождения космонавтики лучших инженеров и разработчиков космической техники в стране готовит Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н. Э. Баумана), один из старейших высших технических учебных заведений России. В настоящее время МГТУ им. Н. Э. Баумана выступает одним из ведущих технических университетов России, осуществляет подготовку инженерных и научных кадров для высокотехнологичных отраслей науки и промышленности, реализуя более 200 образовательных программ подготовки специалистов, бакалавров, магистров и аспирантов. Ежегодно в университете обучается около 20 тысяч студентов и 3000 аспирантов. МГТУ им. Н. Э. Баумана — один из соучредителей фонда «Сколково». Университет предоставляет резидентам «Сколково» свои научно-исследовательские и инжиниринговые центры.

Выпускники университета проложили дорогу в космос, сделали его достижимым. Сегодня помимо основных образовательных программ, связанных с кос-

монавтикой, студенты и аспиранты МГТУ совершенствуют мастерство и реализуют свои проекты в уникальном бауманском образовательном пространстве. Базой для проектной, исследовательской и организационной деятельности молодежи в университете служит Учебно-научный молодёжный космический центр (МКЦ), созданный более 25 лет назад. Более 100 студентов, аспирантов и молодых учёных различных специальностей университета ежегодно участвуют в проектах МКЦ. За время обучения в стенах МГТУ каждый студент может попробовать воплотить в реальность свою инновационную идею или проект. Более 5000 школьников и студентов получили дополнительное образование в лично-ориентированных целевых программах, реализуемых Молодёжным космическим центром. Руководит МКЦ Виктория Ивановна Майорова — доктор технических наук, профессор кафедры «Космические аппараты и ракеты-носители» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Майорова В.И. является действительным членом Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского и действительным членом Международной академии астронавтики (*англ.* International Academy of Astronautics, IAA), членом Образовательного комитета и председателем секции «Инновационное космическое образование» Международного астронавтического конгресса. Виктория Ивановна активно работает со студентами и школьниками как в российском, так и в международном научном сообществе.

## О ПРОЕКТАХ СОЗДАНИЯ СТУДЕНЧЕСКИХ СПУТНИКОВ

В последние годы технологии создания студенческих спутников набирают обороты по всему миру. В 2000 г. студенты Стэнфордского университета (США) (*англ.* Leland Stanford Junior University, Университет им. Леланда Стэнфорда-мл.) запустили созданный ими малоразмерный спутник. Вдохновившись этим опытом, «эстафету» переняли вузы других стран.

## Спутники дистанционного зондирования Земли серии «Бауманец»

Первый спутник МГТУ им. Н.Э. Баумана — космический аппарат дистанционного зондирования Земли «Бауманец» — был создан в 2003–2006 гг. под патронажем Федерального космического агентства с привлечением специалистов из космической промышленности. Научно-образовательная программа создания малоразмерных космических аппаратов изначально нацелена на совершенствование подготовки высококвалифицированных специалистов для космической промышленности. Спутник создавали целевые группы, состоящие из студентов и профессионалов. Уникальность проекта состоит в создании особой образовательной среды для студентов, позволяющей получить практические навыки и профессиональные знания на всех стадиях жизненного цикла изделия ракетно-космической техники. Вся полезная нагрузка для микроспутника «Бауманец» была разработана и создана студентами в лабораториях МГТУ им. Н.Э. Баумана. Масса космического аппарата составляла 85,5 кг. Спутник «Бауманец» предполагалось вывести на орбиту на ракете-носителе «Днепр», но 28 июля 2006 г. в связи с аварийным запуском ракеты-носителя космический аппарат был потерян. Однако коллективом разработчиков был получен неоценимый опыт создания реального образца космической техники. В проекте участвовали около 100 студентов, аспирантов и молодых специалистов университета.



**Рис. 1.** Студенческие микроспутники: *а* — «Бауманец» перед отправкой на космодром; *б* — «Бауманец-2» на испытаниях



**Рис. 2.** В центре управления полётами малых космических аппаратов МГТУ им. Н. Э. Баумана

В 2014–2017 гг. студенты МГТУ им. Н. Э. Баумана создали совместно с индустриальным партнёром — АО «ВПК «НПО Машиностроения» — микроспутник дистанционного зондирования Земли «Бауманец-2» с пятью научными экспериментами на борту, запуск которого состоялся в 2018 г. (рис. 1). За время работы в проекте приняли участие более 50 студентов. В МГТУ им. Н. Э. Баумана создан наземный комплекс управления малыми космическими аппаратами,

в состав которого входят Центр управления полётами (рис. 2) и Центр дистанционного зондирования Земли, оснащённые соответствующим программным обеспечением. Для обработки телеметрической информации с космического аппарата студентами разработано специальное программное обеспечение, позволяющее автоматизировать процесс декодирования и восстановления поступающих данных в основном и резервном режимах передачи. С целью повышения надёжности управления полётом разработана автоматизированная система планирования полёта малоразмерных космических аппаратов. Кроме того, установлен и введён в эксплуатацию резервный антенный комплекс для дублирования потока поступающей информации при проведении сеансов связи. Для приёма целевой информации используются приёмные станции данных дистанционного зондирования Земли «Унискан-24» и «Полус». В настоящее время студенты принимают спутниковые снимки со спутника Terra, обрабатывают их и используют для проведения космических мониторингов.

Кроме камеры дистанционного зондирования Земли на спутнике «Бауманец-2» были размещены приборы для проведения космических экспериментов, разработанные студентами, в том числе:

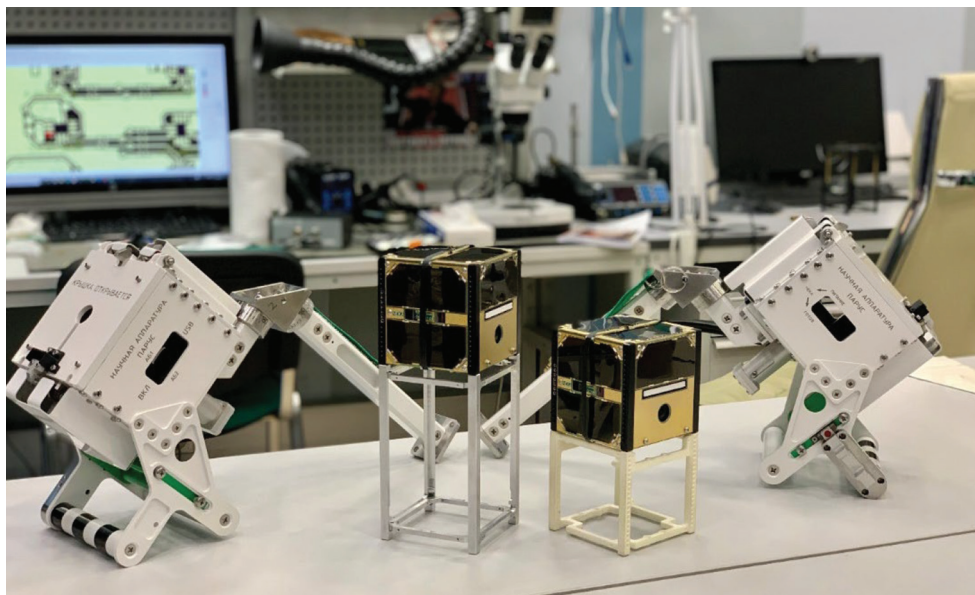
- передатчик ПУ-94 — для исследования прохождения волн миллиметрового диапазона через плотные слои атмосферы с целью выявления новых рабочих частотных диапазонов;
- плата Global Star — для построения резервного канала связи со спутником;
- полезная нагрузка FRIENDS, разработанная совместно с университетом Монпелье-2 (Франция) (*фр.* Université Montpellier 2), для исследования деградации биполярных элементов под воздействием космического излучения.

С 2017 г. в МКЦ была начата программа создания сверхмалых космических аппаратов формата CubeSat. В настоящее время спутники стандарта CubeSat становятся всё более популярным проектным решением. Развитие полезной нагрузки позволяет выполнять малым космическим аппаратам (МКА) всё более серьёзные задачи: как, например, дистанционное зондирование Земли, проведение астрономических наблюдений, проведение технологических и научных экспериментов, обеспечение связи, выполнение задач автоматических межпланетных станций. Малые геометрические размеры МКА и, следовательно, небольшая сила аэродинамического сопротивления позволяет таким аппаратам достаточно долго существовать на низких и средних орбитах после завершения срока эксплуатации. Однако успешное выполнение такого рода миссий требует наличия на борту двигательной установки.

### Технологический эксперимент «Парус-МГТУ»

В настоящее время на базе Молодёжного космического центра студентами разработан технологический эксперимент «Парус-МГТУ» (рис. 3). Этот проект реализуется в рамках программы «Выполнение долгосрочных космических экспериментов на борту Международной космической станции». Базовым предприятием выступает ПАО «РКК «Энергия». Авторами разработано устройство для сведения наноспутников с низкой околоземной орбиты после завершения срока их активного существования. В качестве двигательной установки предлагается использование двухлопастного роторного солнечного паруса для коррекции траектории и последующего увода космического аппарата с орбиты, что решает проблему засорения космического пространства. Разработаны специальные

математические модели для анализа динамики сведения МКА с орбиты, учитывающие активность Солнца, параметры орбиты, вращение и парусность МКА. Проанализировано время сведения МКА с орбиты с солнечным парусом и без него. Устройство отвечает требованиям стандарта CubeSat.



**Рис. 3.** Технологический эксперимент «Парус-МГТУ»  
(адаптерное устройство и пикоспутник)

«Парус-МГТУ» — научно-образовательный космический эксперимент на борту международной космической станции (МКС), в котором отрабатывается перспективная технология освоения космического пространства — солнечный парус. Студентами спроектирован солнечный парус — двигатель, работающий на эффекте давления электромагнитного излучения Солнца. Он позволяет совершать межорбитальные и даже межпланетные перелёты без затрат рабочего тела (топлива). Солнечный парус, отрабатываемый в проекте, представляется бескаркасной тонкоплёночной конструкцией, жёсткость которой обеспечивается за счёт вращения паруса вокруг оси симметрии. Предложена концепция двухлопастного роторного солнечного паруса, которая обладает рядом преимуществ по сравнению с другими типами солнечных парусов — простота, возможность сворачивания паруса и др. Для отработки технологии развёртывания паруса с борта Международной космической станции космонавтом с помощью специального пускового устройства запускается космический аппарат массой около 1 кг. Устройство монтируется на внешнюю поверхность МКС и обеспечивает низкие (менее 0,5 град/с) поперечные угловые скорости наноспутника после команды на отделение.

После отделения на наноспутнике раскрывается солнечный парус, при этом осуществляется фотографирование его формы и регистрация другой научной информации. После раскрытия научные данные с использованием бортового радиопередатчика передаются в Центр управления полётом малых космических аппаратов МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Созданное устройство легло в основу проекта группировки МКА «Ярило» для изучения солнечной активности. Роторный солнечный парус используется как средство распределения МКА по орбите и захоронения после завершения срока эксплуатации. Проект создаётся и развивается на базе Молодёжного космического центра студентами и выпускниками МГТУ им. Н. Э. Баумана.

## Космические аппараты серии «Ярило»

28 сентября 2020 г. состоялся запуск на орбиту малых космических аппаратов «Ярило» № 1 и «Ярило» № 2 (рис. 4), созданных студентами МКЦ МГТУ им. Н. Э. Баумана. Космические аппараты «Ярило» — группировка из двух наноспутников для исследования Солнца и солнечно-земных связей. Особенность миссии состоит в наличии на аппаратах экспериментальной раскрываемой конструкции типа «солнечный парус», с помощью которого планируется построение группировки и пассивный увод с орбиты. Данный проект отличается значительной образовательной составляющей — все проектно-конструкторские работы, разработка аппаратов и их служебных систем, изготовление, экспериментальная отработка, интеграция полезной нагрузки, подготовка к запуску, управление и организация работ осуществлена студентами, аспирантами и молодыми специалистами МГТУ им. Н. Э. Баумана. Накопленные знания, документация, опыт, материальная часть используются для обогащения учебных программ.



Рис. 4. Внутренняя компоновка пикоспутников «Ярило» № 1, 2

Полезной нагрузкой на первом аппарате стал спектрофотометр для регистрации солнечной активности (разработка Физического института им. П. Н. Лебедева РАН). Детектор позволяет осуществлять мониторинг в мягком рентгеновском диапазоне 0,5–15 кэВ, включая наблюдение микровспышек, а также выполнять спектральную диагностику плазмы в исследуемых объектах. С помощью МКА «Ярило» № 1 изучаются вспышки на Солнце.

Полезной нагрузкой второго аппарата выступает детектор гамма-излучения и заряженных частиц (ДеКоР — разработка Научно-исследовательского института ядерной физики им. Д. В. Скобельцына Московского государственного

университета имени М. В. Ломоносова). Задачи прибора заключаются в исследовании быстрых вариаций потоков электронов в зоне зазора между радиационными поясами, а также изучении динамики потоков частиц и гамма-излучения на низких орбитах в зависимости от геомагнитных условий в диапазоне 0,1–2 МэВ. Он позволяет изучать космическую радиацию, которая негативно влияет на организм живых существ и технику, и создаёт преграды для дальних космических миссий.

Наноспутники «Ярило» № 1, 2 запущены по программе «Универсат» ГК «Роскосмос» и находятся на низкой околоземной орбите 575 км с наклоном 97,6° (рис. 5). Расчётный срок службы МКА составляет 1 год — порядка 1500 витков вокруг Земли. Однако и спустя полтора года после запуска космические аппараты всё ещё находятся в рабочем состоянии, что позволяет продолжать отработку систем электроснабжения, радиосвязи, ориентации и стабилизации, навигационного приёмника, бортовой вычислительной машины. Созданный задел позволяет быстро модифицировать и адаптировать аппараты для новых космических миссий в интересах отечественной науки.

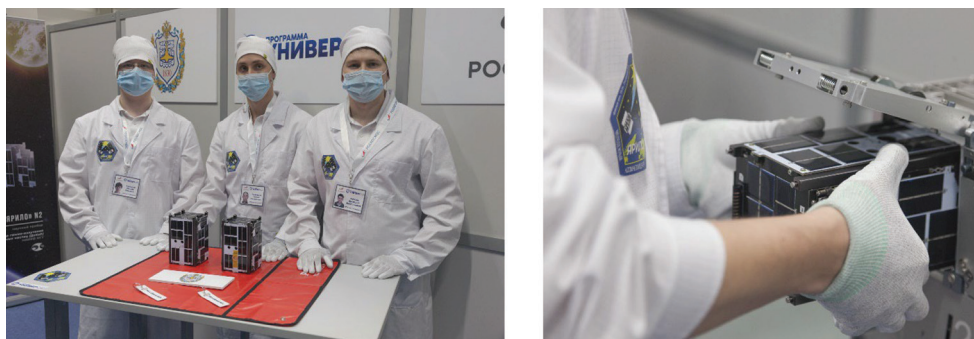


Рис. 5. Пикоспутники «Ярило» № 1, 2 во время предстартовых проверок на космодроме Плесецк

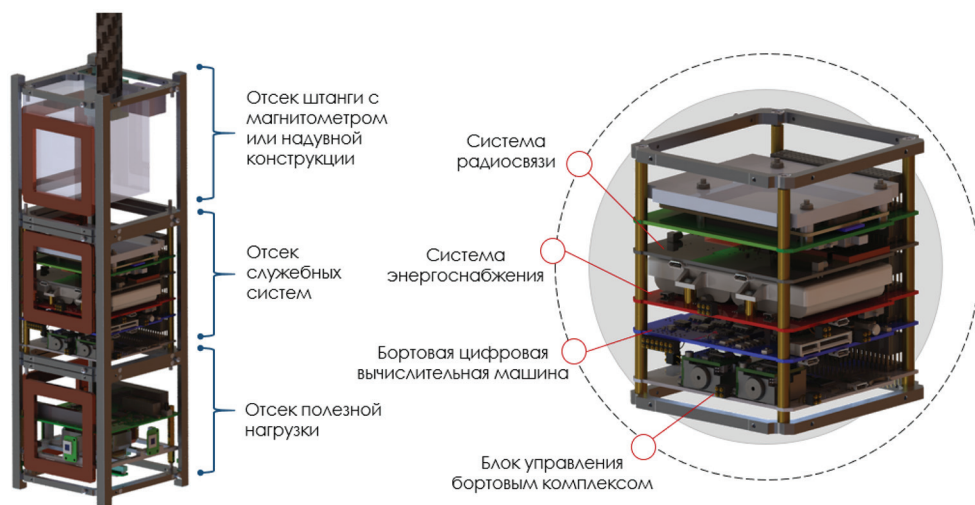


Рис. 6. Внутренняя компоновка пикоспутников «Ярило» № 3 4



В мае 2022 г. планируется запуск ещё двух наноспутников формата CubeSat формфактора 3U (МКА «Ярило» № 3, 4) (рис. 6, 7), предназначенных для мониторинга космической погоды: измерения альbedo Земли и проведения измерений магнитного поля Земли. Полученные данные дают возможность проводить оценку показателей, влияющих на глобальное потепление. Для исключения влияния помех от самого космического аппарата на результаты измерения один из датчиков магнитного поля отведён от корпуса МКА на разворачиваемой штанге из композиционного материала. Штанга помимо размещения датчика обеспечивает орбитальную ориентацию аппарата за счёт гравитационного момента (гравитационная ориентация). На спутнике «Ярило» № 4 планируется проведение технологического эксперимента по развёртыванию надувной конструкции — шара диаметром 2 м, предназначенного для демонстрации технологии увода отработавших спутников с орбиты за счёт торможения об остаточную атмосферу Земли.



Рис. 7. Макеты пикоспутников «Ярило» № 3 4 на выставке «Армия 2021»

## Проект «Малый спускаемый аппарат»

В настоящее время студентами МГТУ им. Н.Э. Баумана разрабатывается малогабаритный спускаемый аппарата (МСА) (рис. 8, 9) и отработывается технология его спуска с использованием эффекта авторотации для торможения в атмосфере.

Отличительной особенностью спускаемого аппарата стала способность оперативно доставлять научные грузы, в том числе биологической природы, с заданной точностью посадки на Земле.

Достоинством разрабатываемого аппарата выступает его автономность: МСА может возвращать грузы с орбиты в любое время, в отличие от существующего грузопотока между Землёй и МКС (один раз в шесть месяцев). Такой подход позволит своевременно доставлять на Землю грузы, в том числе скоропортящиеся, например, кристаллы белка. Сохранность таких грузов обеспечивается использованием термостатированного контейнера, поддерживающего заданный тепловой режим содержимого.

Разрабатываемый проект относится к области аэрокосмической техники и может быть использован в технологии создания возвращаемых автономных автоматических капсул. Термостатированный контейнер может также найти применение для оперативной доставки полезных грузов в труднодоступные районы с помощью авиационных средств. Он также способен обеспечить сбор метеоданных во время полёта за счёт датчиков, расположенных в крышке контейнера.



**Рис. 8.** Представление малого спускаемого аппарата на Международном авиационно-космическом салоне МАКС-2021



**Рис. 9.** Работа над проектом создания малого спускаемого аппарата

Основная цель разработки — обеспечение возможности доставки малых научных грузов с орбиты Земли в нужную область при минимальных финансовых затратах.

На данный момент определена первичная компоновка и основные технические решения самого МСА, создан первый макет, который готовится к бросковым испытаниям для проверки авторотации.

Разработка космической техники и полезных нагрузок — инициатива студентов, занимающихся научно-техническим творчеством на базе Молодёжного космического центра университета. Это возможно, учитывая наличие в МГТУ им. Н.Э. Баумана большого количества Научно-образовательных центров с развитой инфраструктурой, а также принимая во внимание соответствующие направления подготовки: на одном только факультете «Специальное машиностроение» 14 выпускающих кафедр по подготовке специалистов для ракетно-космической промышленности. Объединившись в проектах по разработке космической техники, они представляют собой полноценное конструкторское бюро, где есть проектанты, тепловики, радисты, технологи, баллистики, управленцы. Широкий выбор специальностей в нашем университете стал основой для того, чтобы внедрять инновационные разработки в области ракетно-космической техники в образовательный процесс, что делает связь теории с практикой ещё теснее.

### **Международная научная школа «Исследование космоса: теория и практика»**

Ежегодно в летние каникулы МКЦ организует Международную молодёжную научную школу «Исследование космоса: теория и практика» под эгидой Госкорпорации Роскосмос (рис. 10). Школа проводится более 25 лет, и каждый раз объединяет более 100 российских студентов и иностранных учащихся из Австралии, Армении, Великобритании, Греции, Испании, Италии, Казахстана, Китая, Мексики, Польши, Республики Корея, Румынии, США, Франции, Швейцарии и других стран. За время проведения школы в ней приняло участие более 2500 российских и иностранных студентов из более чем 45 стран. Ключевым образовательным элементом научной школы стал мультидисциплинарный научно-технический проект по космической тематике, разрабатываемый интернациональным коллективом студентов. Тематика проекта ежегодно меняется: студенты разрабатывали автоматический космический аппарат для исследования межзвёздной среды, космическую станцию с нулевой гравитацией, планетоход для исследования Меркурия, концепцию пилотируемой экспедиции на Марс с промежуточной посадкой на астероиде и другие. Каждый год тема проекта согласуется с направлениями подготовки участников школы. Например, выбор проекта пилотируемой экспедиции на Марс с промежуточной посадкой на астероиде был обусловлен тем, что среди студентов, прошедших конкурсный отбор в научную школу, было большое количество студентов-архитекторов из университета Хьюстона (США) (*англ.* University of Houston) и университета Лунда (Швеция) (*швед.* Lunds Universitet). Поэтому стала возможной разработка сразу двух напланетных баз: на Марсе и на астероиде. Актуальность темы также была связана с полученными новыми данными по радиационной опасности во время полёта на Марс, показавшими, что традиционные схемы такого полёта более опасны, чем считалось ранее. Возможности полноценного выполнения этого проекта были также обусловлена тем, что один из наиболее пригодных для полёта на Марс астероидов — 25143 Итокава (*англ.* 25143 Itokawa) был в 2005 г. подробно исследован японским космическим аппаратом «Хаябуса» (*англ.* Hayabusa), что дало необходимые знания о нём, которые были использованы для выполнения поставленной в проекте задачи. В процессе работы над проектом студенты получили неоценимый опыт проектирования сложной космической миссии.



**Рис. 10.** Участники Международной молодёжной научной школы «Исследование космоса: теория и практика»

Помимо выполнения научно-технического проекта участники знакомятся с производственной базой космической отрасли, слушают лекции и получают консультации, проводят круглые столы с учёными, специалистами, космонавтами и астронавтами, знакомятся с культурой нашей страны. Для студентов организованы выездные практикумы на предприятиях ракетно-космической промышленности, где студенты знакомятся с современными разработками отечественной космической техники. Будущие космические инженеры имеют возможность провести прямой сеанс связи с экипажем МКС из российского Центра управления полётами, ознакомиться с системой подготовки космонавтов, примерить на себя космические скафандры, дотронуться до настоящей ракеты Р-7 в Учебно-экспериментальном центре МГТУ им. Н. Э. Баумана, где среди многочисленных образцов ракетно-космической техники представлен самый настоящий лунный посадочный модуль, сохранившийся от советской лунной программы Н-1.

На современном этапе освоения космоса планы ведущих космических агентств амбициозны. Они нацелены на осуществление в составе международной кооперации миссий по исследованию Солнца, Марса, Венеры, системы Юпитера, планет и малых тел Солнечной системы, астероидов. Для их реализации необходимы высококвалифицированные специалисты, соответствующие настоящему и будущему уровню научно-технического прогресса. В этом смысле школа предоставляет большие возможности по приобретению коммуникативных навыков, опыта совместной работы со специалистами и студентами других стран. В недалёком будущем им предстоит работать вместе. В космической промышленности доля международных проектов стремительно растёт, но при этом

количество специалистов, занятых в этой области во всём мире относительно невелико. Школа собирает лучших и наиболее увлечённых своей профессией студентов со всего мира. В дальнейшем многие из участников займут ключевые посты на космических предприятиях своих стран, и приобретённые навыки работы в международном коллективе помогут им вместе реализовать задуманные, кажущиеся сегодня фантастическими проекты освоения космоса.

Школа положила начало международному научному студенческому обмену, который стал важной составляющей обучения в Молодёжном космическом центре. Центральное место занимает в этом процессе программа Moscow Summer Intern Program с участием пяти университетов США, сопровождаемая университетом Уильяма Марша Райса (*англ.* William Marsh Rice University) и Институтом государственной политики Джеймса А. Бейкера III (*англ.* James A. Baker III Institute for Public Policy), Хьюстон. Поездка начинающего специалиста в Хьюстон — центр американской космической науки и техники — даёт возможность расширить взгляд на механизмы решения задач, культуру производства, взаимоотношения между людьми. В рамках научного студенческого обмена МКЦ сотрудничает со многими университетами и молодёжными объединениями мира в области космонавтики, среди которых: Университет Генуи (Италия) (*ит.* Università di Genova), Федеральный политехнический университет Лозанны (Швейцария) (*фр.* École polytechnique fédérale de Lausanne), Харбинский Политехнический университет (Китай) (*англ.* Harbin Institute of Technology) и др.

Программы и проекты Молодёжного космического центра вовлекают в образовательную космическую орбиту студентов разных специальностей и различных университетов: российских и зарубежных. Надо только захотеть и выдержать конкурсный отбор на участие. Молодёжный космический центр всегда рад принять в свои программы увлечённых и неравнодушных молодых исследователей, готовых совершить в будущем новые открытия в освоении космоса.

## BAUMAN MOSCOW STATE TECHNICAL UNIVERSITY YOUTH SPACE CENTER AS THE PATH FOR STUDENTS TO SPACE ENGINEERING

*V. I. Mayorova*

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

At the present stage in space industry the process of creating new equipment and technologies consists in overcoming the problem of training highly qualified specialists, who are able to think creatively, make decisions, transfer subject matter knowledge into the ability to create a new product, speak foreign languages, be ready to work in an international team. Training specialists with the competencies required by the modern engineering labor market is a complex task that demands new approaches to both basic and supplementary education. The paper presents the experience of creating innovative educational environment at the Educational and Research Youth Space Center of Bauman Moscow State Technical University aimed at implementing project-based learning methods in additional engineering education in order to improve the quality of engineers' training for the space industry. Examples of pilot multidisciplinary student space projects, also involving students from different countries from various linguistic, cultural environments and educational platforms, are presented.

*Keywords:* project-based learning methods, student satellite, space experiment, small descent vehicle, international scientific school

**Mayorova** Vera I. — doctor of technical sciences, prof., head of Educational and Research Youth Space Center of BMSTU, mayorova@bmstu.ru

## В ПЛАНЕТАРИИ ОДНОМ МОЖНО ВИДЕТЬ ЗВЁЗДЫ ДНЁМ

*Т. И. Малахова*

МАУ «Планетарий имени Ю. А. Гагарина» муниципального образования  
город Новороссийск, Россия

Представлена информация о работе Новороссийского планетария имени Ю. А. Гагарина — единственного планетария в Краснодарском крае и единственного планетария в России, который носит имя первого космонавта — Ю. А. Гагарина. Новороссийский планетарий — объектом туристического показа Краснодарского края, центр по распространению естественно-научных знаний в области космонавтики и авиации, изучению истории освоения космического пространства, пропаганде патриотизма, созданию условий для приобщения детей и юношества к изучению астрономии с помощью отображения информации через технические средства.

*Ключевые слова:* планетарий, астрономия, космонавтика, Краснодарский край

Новороссийский планетарий был построен в 1960 г. 13 апреля 1961 г. исполкомом Новороссийского Совета депутатов трудящихся было принято решение: «В ознаменование великого исторического события в жизни человечества — первого полёта человека в космос, совершённого Героем Советского Союза майором Гагариным Ю. А., присвоить Новороссийскому планетарию имя «Планетарий имени Ю. А. Гагарина» (рис. 1).

В 2000 г. признан «Памятником истории и культуры города Новороссийска» регионального значения.



Рис. 1. Новороссийский Планетарий имени Ю. А. Гагарина

**Малахова** Татьяна Ивановна — директор, канд. филос. наук, заслуженный работник культуры Кубани, planetnovoros@mail.ru



Рис. 2. Коллектив планетария с отрядом юных космонавтов имени лётчика-космонавта, Героя Советского Союза А. Н. Березового в праздничной колонне 1 мая



Рис. 3. 12 апреля. Возложение цветов к бюсту Ю. А. Гагарина



Рис. 4. Флешмоб, посвящённый 55-летию со дня первого полёта человека в космос

Новороссийский планетарий имени Ю. А. Гагарина — единственный планетарий в Краснодарском крае и единственный планетарий в России, который носит имя первого космонавта — Ю. А. Гагарина.

Проведение кинолекций и тематических программ по астрономии и космонавтике — основная форма работы. Лекторы планетария в формате живого общения помогают зрителям за несколько секунд переместиться в любую точку Земли и космоса, ознакомиться с открытиями и достижениями великих учёных нашей Родины.

Также в музее планетария размещены уникальные наглядные пособия: телескопы, приборы навигации и интерактивные экспонаты, которые способствуют изучению историко-культурного наследия в области авиации и космонавтики, формированию военно-патриотического и научного мировоззрения.

На базе Новороссийского планетария стабильно проводится работа по организации и проведению особо значимых и юбилейных мероприятий для Краснодарского края, в организации и проведении которых принимают участие Федерации космонавтики Кубани и России, подведомственные управления администраций города и края, депутаты Городской Думы, Законодательного Собрания Краснодарского края, в которых принимают участие лётчики космонавты, ветераны Байконура, представители Звёздного городка и Ракетно-космической корпорации «Энергия» (рис. 2–4).

По распоряжению главы муниципального образования город Новороссийск № 6394 от 30.12.2011 планетарий с 20 января 2012 г. реорганизован в муниципальное автономное учреждение «Планетарий имени Ю. А. Гагарина».

12 апреля 2012 г. начал работу патриотический клуб «Трибуна молодого учёного», на открытии которого присутствовали представители Звёздного городка (Москва). А в 2014 юбилейном году в заседании клуба принимал участие О. С. Угольников — старший научный сотрудник Института космических исследований РАН, заместитель председателя центральной исследовательской комиссии по астрономической Всероссийской олимпиаде школьников.



Рис. 5. На встрече в городе-герое Новороссийске. Лётчик-космонавт, Герой Советского Союза А. Н. Берзовой со школьниками





**Рис. 6.** Лётчик-космонавт, Герой Советского Союза А. Н. Березовой с курсантами Государственный морского университета имени адмирала Ф. Ф. Ушакова

В 2013 г. почётным гостем празднования Международного дня полёта человека в космос стал лётчик-космонавт, Герой Советского Союза Анатолий Николаевич Березовой. Он не только поучаствовал в мероприятиях и выступил с познавательной лекцией, но и принял участие в завершающем этапе организации отряда юных космонавтов, состоящего из учеников общеобразовательных школ Новороссийска. Впоследствии отряд был назван его именем (рис. 5, 6).

12 апреля 2014 г. в честь 80-летия со дня рождения Ю. А. Гагарина впервые состоялась театрализованная программа «Он сказал: «Поехали!». В программе принял участие лётчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза, генерал-майор, Герой Труда Кубани В. В. Горбатко (рис. 7, 8).

12 апреля 2015 г., в год празднования 70-летия Великой Победы на площади у планетария был открыт памятник — бюст Юрия Алексеевича Гагарина.

12 апреля 2016 г., в год 55-летия со дня первого полёта человека в космос, состоялось торжественное открытие макета космической техники — ракеты-носителя «Восток», на котором 12 апреля 1961 г. совершил свой легендарный полёт в космос Ю. А. Гагарин.

12 апреля 2018 г. состоялось торжественное открытие «Аллеи Героев-космонавтов» в честь почётных гостей города-героя Новороссийска, которая была высажена 11 апреля 2018 г. рядом с площадью у планетария по инициативе руководителя планетария Т. И. Малаховой. А в 2019 г., во время празднования Дня города-героя Новороссийска, авиационной группой высшего пилотажа ВВС России «Русские Витязи» также были высажены деревья на «Аллее Героев-космонавтов».

12 апреля 2021 г. состоялось торжественное открытие стеллы «Утро космической эры» на площади перед планетарием, в честь 60-летия первого пилотируемого полёта человека в космос, 60-летия открытия Новороссийского Планетария, 60-летия присвоения Планетарию имени Первого космонавта Ю. А. Гагарина.



**Рис. 7.** Лётчик-космонавт, генерал-майор авиации, дважды Герой Советского Союза В. В. Горбатко на Международном дне авиации и космонавтики



**Рис. 8.** Театрализованная программа «Он сказал: «Поехали!», в которой принял участие лётчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза, генерал-майор, Герой Труда Кубани В. В. Горбатко

Вышеперечисленные мероприятия имеют существенную значимость в области нравственно-патриотического воспитания, культурно-массовой работы, формировании активной гражданской позиции, так как популяризируют тему космоса, привлекают молодёжь и студенческую общественность к изучению историко-культурного наследия космонавтики Кубани и в целом родной страны.

За активную работу планетарий награждён благодарностями, дипломами и медалями городского, краевого, всероссийского уровня. В том числе: почётные грамоты Министерства культуры Краснодарского края «За весомый вклад в развитие культуры Кубани» (2013, 2015, 2017), почётные грамоты Краевой региональной общественной организации «Федерация космонавтики на Кубани» «За сохранение и приумножение историко-культурного наследия космонавтики на Кубани» (2012–2016, 2021), юбилейная медаль Юрия Гагарина Общественной организации «Федерация космонавтики России» (2016).

Кроме того Новороссийский планетарий — призёр краевых, всероссийских и международных конкурсов. В том числе: призёр (3-е место) V Международного конкурса коммуникационных проектов Eventiada Awards в номинации «Лучший проект, посвящённый 55-летию со дня первого полёта человека в космос» (2016), призёр (3-е место по РФ и 1-е место по Краснодарскому краю) Всероссийского конкурса «Российская организация высокой социальной эффективности» в номинации «За развитие социального партнёрства в организациях производственной сферы» (2020), призёр (2-е место) Краевого конкурса оборонно-массовой и военно-патриотической работы памяти маршала Г. К. Жукова в номинации «Государственные и муниципальные учреждения культуры. Расположенные на территории Краснодарского края» (2021).

Сегодня Новороссийский планетарий можно рассматривать как «умное» здание, где имеются все необходимые возможности для изучения астрономии: показ различных научно-познавательных программ в сочетании с музейно-выставочной деятельностью и широкой образовательной и научной активностью.

## IN A PLANETARIUM THE STARS CAN BE SEEN IN THE DAYTIME

*T. I. Malakhova*

Gagarin Planetarium, Novorossiysk, Russia

The article is dedicated to the work of the Novorossiysk Gagarin Planetarium — the only Planetarium in the Krasnodar Territory and the only Planetarium in Russia that bears the name of the first cosmonaut — Yu. A. Gagarin. Novorossiysk Planetarium is an object of tourist show of Krasnodar Territory, a center for dissemination of natural-science knowledge in the field of astronautics and aviation, the history of space exploration, patriotic education, encouraging by displaying information through technical means children and young people to become familiar with astronomy.

*Keywords:* planetarium, astronomy, cosmonautics, Krasnodar Territory

**Malakhova** Tatiana I. — director, PhD of philosophical sciences, honored worker of culture of Kuban, planetnovoros@mail.ru

## НАРОДНЫЙ МУЗЕЙ Ю. А. ГАГАРИНА

*О. В. Моисеенко*

Народный музей Ю. А. Гагарина Профессионально-педагогического колледжа Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю. А., Саратов, Россия

Освещена история создания первого в мире музея, посвящённому первому космонавту планета. Ю. А. Гагарин обучался в Саратовском индустриальном техникуме, аэроклубе, в первом отряде космонавтов, проходил парашютную подготовку в г. Энгельс Саратовской области, здесь успешно приземлился космонавт после первого полёта. Связь нашей области с космонавтикой: саратовские космонавты, промышленность, учёные.

*Ключевые слова:* музей Гагарина, история космонавтики, саратовские космонавты, чтения по космонавтике

«Город Саратов я по праву могу считать своей второй родиной, городом своей юности» — эти слова написал Юрий Алексеевич Гагарина в своей книге «Дорога в космос» (рис. 1).

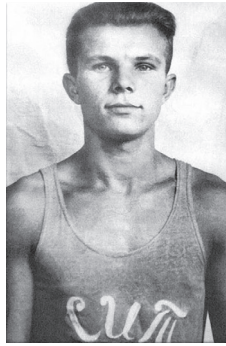


**Рис. 1.** Народный музей Ю. А. Гагарина

Народный музей Ю. А. Гагарина при Саратовском индустриальном техникуме (СИТ) (ныне Профессионально-педагогический колледж Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю. А.) был открыт 5 января 1965 г. и стал первым в мире музеем Ю. А. Гагарина. Юрий Алексеевич обучался в Саратовском индустриальном техникуме в 1951–1955 гг. по специальности мастер литейного производства. (рис. 2).



**Рис. 2.** Юрий Гагарин — учащий Саратовского индустриального техникума



**Рис. 3.** Ю. Гагарин — капитан баскетбольной команды СИТ



**Рис. 4.** Комната-музей Ю. А. Гагарина

Командир первого отряда космонавтов, прославленный лётчик, Герой Советского Союза Николай Петрович Каманин писал: «Для становления личности Гагарина решающее значение имеют 1951–1955 гг. Техникум дал Ю. А. Гагарину не только специальное образование, но и резко поднял его физическое и духовное развитие». Первый космонавт напишет потом в своей книге «Дорога в космос»: «Техникум был для меня и для всех комсомольцев не только школой знаний, но и замечательной школой жизни» (рис. 3).

Наш техникум стали называть «гагаринским» сразу же после полёта, задолго до официального присвоения имени первого космонавта. Писали со всех уголков страны по адресу: «город Саратов, техникум имени Гагарина» или «техникум, где учился Юрий Гагарин». Письма шли с просьбой рассказать, каким был человек, имя которого 12 апреля 1961 г. узнал весь мир...

Свою историю музей ведёт с 15 апреля 1961 г., когда через три дня после полёта в космос Ю. А. Гагарина, был издан приказ директора техникума Сергея Ивановича Родионова о сборе материалов и организации комнаты-музея. Была создана комиссия о сборе материалов, в которую вошли преподаватели, обучающие Юрия Гагарина, и студенты техникума. Главная задача: с максимальной полнотой отразить саратовский период жизни космонавта, космическую «биографию» земли саратовской. Так и сделали. В этом своеобразие и уникальность нашего музея (рис. 4).

Вначале это была небольшая комната, в которой стали проводить встречи и беседы о Гагарине, о первых полётах космических кораблей. Его назвали «Комната-музей Ю. А. Гагарина». Большое участие в организации музея приняла Нина Васильевна Рузанова, преподаватель русского языка и литературы, которая подобрала художников — учащихся техникума: Антона Нага, Станислава Шаврака и фотографа Ильдуса Биктагирова. Постепенно набирался материал. Преподаватели, выпускники, друзья Гагарина и просто незнакомые люди приносили газеты, фотографии, документы.

Официальное открытие музея приурочили к 20-летию создания техникума — 5 января 1965 г., когда Саратов посетил Ю. А. Гагарин вместе с супругой Валентиной Ивановной. Экскурсию вела Н. В. Рузанова. Среди экспонатов был большой красный альбом с портретом Ю. А. Гагарина и надписью: «Ю. А. Гагарин — воспитанник Саратовского индустриального техникума», который побывал на ВДНХ, за него получили диплом и медали (рис. 5).



Рис. 5. Ю. А. Гагарин в индустриальном техникуме, 1965 г.



Рис. 6. В. И. Россошанский — первый директор Народного музея Ю. А. Гагарина

Ю. А. Гагарин поблагодарил создателей музея и в книге отзывов написал тёплые слова благодарности

Музей постоянно развивался и уже с 1978 г. экспозицию перенесли в кабинет литейного дела, где учился будущий космонавт. По площади он был втрое больше прежнего. К нему присоединили ещё один кабинет рядом с музеем. В нём разместили космическую и гагаринскую библиотеки, технические средства, фонды музея и превратили его в лекционно-методический класс.

С 1984 г. музей располагается в двухэтажном здании бывшей столовой индустриального техникума, и все его посетители поднимаются по лестнице, по которой Юрий Гагарин ходил в течение четырёх лет на завтрак, обед и ужин. В год музей проводит мероприятия для более чем 18 тысяч посетителей.

Учащиеся колледжа приходят в музей на экскурсии, чтобы ознакомиться со славной историей учебного заведения и узнать, почему оно носит имя Колумба Вселенной. Большой интерес у молодёжи вызывают встречи с ветеранами Великой Отечественной войны, деятелями науки, организаторами производства, ветеранами космодромов страны, композиторами и артистами, выпускниками учебного заведения.

На материалах музея преподаватели колледжа проводят занятия и внеклассные мероприятия, учащиеся готовят доклады и презентации.

Первым директором музея был преподаватель истории, заместитель директора по воспитательной работе техникума, заслуженный работник культуры РСФСР Владимир Иванович Россошанский. После смерти Владимира Ивановича дело всей его жизни продолжила супруга — Александра Васильевна Россошанская. Она внесла огромный вклад в сохранение и пропаганду культурно-исторического наследия, связанного с именем Ю. А. Гагарина. В настоящее время музеем руководит Инна Николаевна Буйкевич — выпускница учебного заведения, она достойно продолжает дело своих предшественников (рис. 6).

Главная экспозиция музея «От литейщика — до космонавта» рассказывает о жизни и подвиге Гагарина, раскрывая величие и простоту первого космонавта Вселенной. Делая основной акцент на саратовском периоде: учащийся техникума, курсант Саратовского аэроклуба, парашютная подготовка первого отря-

да космонавтов в г. Энгельсе Саратовской области, приземлении после полёта у села Смеловка Энгельского района; о приезде в Саратов первого космонавта с супругой в январе 1965 г., его матери Анны Тимофеевны вместе с другими членами семьи Гагариных в 1981 г. (рис. 7).



Рис. 7. Экспозиция музея «От литейщика — до космонавта»



Рис. 8. Фрагмент решётки, отлитой Ю. А. Гагариным при поступлении в техникум

В экспозиции музея представлены уникальные экспонаты — документы, написанные рукой Юрия Гагарина (заявление, автобиография, письма и др.). Собрано более 10 тысяч документов, связанных с его жизнью и деятельностью. Среди них — фрагмент решётки, отлитой Ю.А. Гагариным при поступлении в техникум, судейский свисток, которым пользовался судья Ю.А. Гагарин на областных соревнованиях по баскетболу; модель самолёта Як-18, отлитая в литейной мастерской техникума учащимся Гагариным (в годы учёбы в аэроклубе), учебные пособия из кабинетов техникума, книги, которые читал будущий космонавт планеты (рис. 8).

В 2004 г. к 70-летию со дня рождения Ю. А. Гагарина в музее появились два новых отдела: «Космонавтика и Саратовский край» (представлена информация о К. Э. Циолковском, С. П. Королёве, других учёных и конструкторах космической науки и техники, о первом отряде космонавтов, о космодроме «Байконур», о Германе Степановиче Титове, который также приземлился в Саратовской области, о саратовских космонавтах Г. В. Сарафанове и Г. С. Шаргине, о первом директоре нашего музея В. И. Россошанском) и раздел «История учебного заведения» (начиная с первого в Саратове Александровского ремесленного училища, открытого в августе 1871 г.). Музей располагает большой коллекцией подлинных материалов о преподавателях, учивших Юрия Гагарина в техникуме, и о его товарищах, учившихся одновременно и вместе с ним (рис. 9.)



Рис. 9. Отдел музея: «Космонавтика и Саратовский край»

За годы существования музей посетило около 500 тысяч саратовцев и гостей города, в том числе из стран ближнего и дальнего зарубежья (Казахстана, Беларуси, Франции, Канады, США, Израиля, Японии, Индии, Германии и других стран). В музее и колледже побывали 38 космонавтов, друзья и однокурсники Ю. А. Гагарина, деятели науки, искусства, политики, иностранные делегации (рис. 10).





**Рис. 10.** Студенты и преподаватели Профессионально-педагогического колледжа у памятника Ю. А. Гагарину (12 апреля 2021 г., Саратов)

За активную работу по патриотическому воспитанию молодёжи общественному музею Ю. А. Гагарина при Саратовском индустриально-педагогическом техникуме в 1985 г. Министерством культуры РСФСР было присвоено почётное звание «Народный музей».

С 6 мая 1999 г. музей Ю. А. Гагарина — член Ассоциации музеев космонавтики России (АМКОС).

Поздравляя музей с юбилеем, Президент Ассоциации музеев космонавтики России, лётчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза П. Р. Попович 5 января 2005 г. писал: «Открытый сорок лет назад, ваш музей стал первым музеем в стране, посвящённым Ю. А. Гагарину. Экспозиция музея раскрывает величие и простоту первого космонавта Вселенной, влияние на формирование его личности Саратовской земли, показывает его разносторонне одарённым человеком».

Сотрудники музея и студенты побывали в Звёздном городке, на космодроме Байконур, в Киржаче, ежегодно участвуют в международных общественно-научных чтениях, посвящённых памяти первопроходца космоса на родине космонавта в Смоленской области, академических чтениях по космонавтике, посвящённых памяти академика С. П. Королёва на базе Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана.

Работа сотрудников музея удостоена дипломами, медалями и благодарственными письмами.

В 2014 г., в год 80-летия со дня рождения Ю. А. Гагарина, музей активно участвовал в организации и проведении первого Гагаринского фестиваля, впоследствии ставшего международным. В течение пяти лет в конкурсах Международного Гагаринского фестиваля приняли участие свыше шести тысяч участников из России, ближнего и дальнего зарубежья.



**Рис. 11.** Почётный караул у бюста Ю. А. Гагарина, расположенного в здании корпуса колледжа

15 апреля 2021 г. Народный музей Ю. А. Гагарина отметил юбилей — 60 лет. В этот юбилейный год полёта Ю. А. Гагарина в космос музей предоставил экспонаты для стационарных выставок в Мемориальном музее космонавтики в Москве и в Парке Покорителей космоса имени Юрия Гагарина на месте приземления в Энгельском районе Саратовской области.

«Облетев Землю в корабле-спутнике, я увидел, как она прекрасна, наша планета. Люди, будем хранить и приумножать эту красоту, а не разрушать её». Вот оно — завещание первого

космонавта! Донести до молодого поколения его завет — главный смысл и предназначение Народного музея Ю. А. Гагарина.

Сегодня музей — это не только память о первом космонавте, но и плод коллективных размышлений о замечательном патриоте, о судьбах отечественной космонавтики, о людях великой страны (рис. 11).

## PEOPLE'S MUSEUM OF Yu. A. GAGARIN

*O. V. Moiseenko*

People's Museum of Yu. A. Gagarin, Pedagogical college of Saratov State Technical University named after Yu. A. Gagarin, Saratov, Russia

The article describes the history of creation of the first museum in the world devoted to the first cosmonaut of the planet. Yuri Gagarin studied at Saratov industrial technical school, at the aero-club. The first group of cosmonauts was trained by parachute in Engels city of Saratov region, here the cosmonaut successfully landed after his first flight. The region is linked to the cosmonautics through the Saratov cosmonauts, industry, scientists.

*Keywords:* Gagarin Museum, history of cosmonautics, Saratov cosmonauts, readings on cosmonautics

**Moiseenko Olga V.** — methodologist, [olgavmoiseenko@mail.ru](mailto:olgavmoiseenko@mail.ru)

## НАУЧНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ ДОМА-МУЗЕЯ А. Л. ЧИЖЕВСКОГО

*Л. Н. Морозова*

Государственный музей истории космонавтики им. К. Э. Циолковского,  
отдел «Дом-музей А. Л. Чижевского», Калуга, Россия

Одно из основных направлений работы Дома-музея А. Л. Чижевского — научно-просветительная деятельность. Обширная коллекция артефактов и интеллектуальный потенциал сотрудников позволяет музею стать звеном непрерывного космического образования и профориентации. Актуальной формой взаимодействия сотрудников Дома-музея А. Л. Чижевского с юными посетителями стали научно-просветительные программы. Музейные занятия помогают школьникам и даже дошколятам познакомиться с научным наследием учёного-биофизика Чижевского, расширить и углубить представление об окружающем мире, получить целостные знания о взаимосвязи процессов, происходящих в природе.

*Ключевые слова:* музей Чижевского, космическое образование, просветительская деятельность музеев, популяризация космонавтики, музейная педагогика, профориентация в музее

Один из родоначальников русского космизма философ Николай Федоров, который, по словам К. Э. Циолковского, заменил ему университетских профессоров, считал «...музеи учреждениями, активно влияющими на цели и смысл человеческой деятельности, воплощающими в себе собор, хранилище, школу, способствующими формированию духовности и творческих начал...музей становится между учёными, производящими работу исследования, и всеми учебными заведениями; посредством их он собирает всех неучёных и всё младшее поколение, чтобы ввести их в область исследования, производимого учёными» (Федоров, 1982). Вот так ещё в XIX в. московский Сократ гениально точно дал теоретическое обоснование просветительской миссии музея.

Во второй половине XX в. отечественное музейное сообщество сформулировало научно-просветительную функцию музея как одно из основных направлений деятельности. Согласно законодательству Российской Федерации и нормативно-правовым актам, регулирующим работу музеев, одна из целей этих учреждений состоит в осуществлении научно-исследовательской, научно-просветительской и культурно-образовательной деятельности (Занина, 2017).

Суть работы сотрудников музеев космической направленности заключается в выполнении социального заказа общества — популяризации космонавтики, особенно среди подрастающего поколения — будущих космонавтов, учёных, конструкторов, инженеров — исследователей и покорителей космоса.

В настоящее время, когда школьное образование зачастую не успевает оперативно реагировать на новые вызовы времени и быстро меняющиеся потребности современного общества, музеи становятся одним из значимых звеньев непрерывного космического образования и профориентации. Музеи, как научно-технические, так и мемориальные, обладают обширной коллекцией космических артефактов, мощным интеллектуальным потенциалом, это даёт возможность стать им значимыми научно-просветительскими центрами.

Увлечённость и энтузиазм сотрудников, владение ими методиками музейной педагогики создают особую образовательную среду, которая способствует развитию интереса к естественным наукам. По определению директора

Государственного Эрмитажа Михаила Борисовича Пиотровского: «...в музее всё пронизано идеями образования и воспитания» (Пиотровский, 2014).

В основе космического музейного образования лежит целостное восприятие ребёнком окружающей действительности. Важно донести до сознания юных посетителей, что в природе всё находится во взаимосвязи и не существует отдельно физики, химии, математики, астрономии. Посещение музея позволяет расширить и углубить представление об окружающем мире и дать о нём целостные знания.

Актуальной формой взаимодействия сотрудников музея с учащимися выступают научно-просветительные программы, которые проводятся как музейные занятия. Используя дифференцированный подход к каждой возрастной группе, сотрудники Дома-музея А. Л. Чижевского разработали и ввели в практику программы, позволяющие школьникам познакомиться с научным наследием учёного, понять значение незнакомых слов и научных терминов.

А. Л. Чижевский — основоположник гелиобиологии, науки о влиянии Солнца на процессы, происходящие в биосфере. Научно-просветительные программы «Солнышко в ладошке», «Путешествие к Солнцу», «Солнце вокруг нас» помогают юным посетителям понять суть открытий Чижевского в этой области космического естествознания и значение работ учёного для космонавтики.

В школьную программу не так давно вернули отсутствующую там 20 лет астрономию. По отзывам учителей, музейные «солнечные» программы помогают восполнить недостаток знаний по этому предмету, возбудить интерес к астрономии.

Ещё одним научным направлением, которому А. Л. Чижевский посвятил сорок лет — аэроинология, наука о воздействии ионизированного воздуха на здоровье человека. Для разъяснения этой непростой темы разработаны научно-просветительные программы «Тайна живого воздуха», «Молния в руках человека».

На «воздушных» музейных занятиях ребята узнают о практическом применении открытия Чижевским благотворного влияния отрицательных аэроионов на здоровье человека.

Экологическое образование стало одним из приоритетных в музее Чижевского. Ещё в начале XX в. Александр Леонидович расширил понятие «окружающая среда» за земные рамки и включил в него околоземное пространство. «Мы существа более космические, чем земные», — писал учёный. Единство космического и земного определяет суть мировоззрения философа-космиста Чижевского.

С освоением космоса околоземное пространство стало не только сферой деятельности человека, но и его ответственности за экологию космического пространства. Негативным следствием развития космонавтики оказывается накопление на околоземной орбите космического мусора — это одна из главных проблем мировой космонавтики.

Осознание ответственности за решение проблем космической экологии начинается с осознания ответственности и проблем экологии на планете Земля. В музее разработаны научно-просветительные программы «Зелёная планета», «По заветам Экзюпери», «Космонавтика и охрана окружающей среды», «Экология и энергетика». В ходе занятия участники ищут выход из конкретной сложной экологической ситуации.

Цель проведения музейных научно-просветительских программ состоит не в предоставлении учащимся объёма знаний, а широком развитии общекультурных компетенций и вовлечения на «территорию» естественнонаучных знаний.

Одной из программ, которая предлагает задуматься учащимся о том, как школьные знания физики, математики, информатики, биологии и т.д. помогут получить интересную востребованную профессию в эпоху быстро развивающихся цифровых технологий, выступает научно-просветительная программа «Искусственный интеллект».

Научно-просветительные занятия проводятся в интерактивной форме. Они несут и образовательную, и развлекательную функцию. Первый интерактивный блок занятия построен на коммуникации посетителей с музейным сотрудником. Во второй части для закрепления полученных знаний используются технические средства обучения — участникам демонстрируются научно-популярные фильмы, мультфильмы и другой видеоматериал по теме занятия. Третья часть занятия интеллектуально активная, здесь ребята находятся в творческом поиске. Им предлагаются викторины, загадки, сюжетно-ролевые и подвижные игры, кроссворды и головоломки и многие другие виды деятельности в зависимости от возраста участников.

В конце занятия обязательно подводятся итоги — это самый интересный момент взаимодействия с детьми. Участники высказывают интересные, порой неожиданные мысли, предлагают пути решения сложнейших проблем современного мира, задают массу вопросов, интересуются, в каком вузе можно получить ту или иную специальность.

Но для того чтобы школьник выбрал технический вуз и затем, будучи студентом, конструировал космонавты, мечтая об их запуске, необходимо ещё в раннем детстве вызвать у него восторг перед бездонным космосом, зародить в душе малыша исследовательский интерес. Ведь дожидаясь, когда он в школе будет изучать физику и астрономию, можно упустить сенситивные периоды, которые наиболее благоприятны для формирования будущего учёного, космонавта, конструктора, инженера, астрофизика.

Самыми любопытными первооткрывателями и исследователями окружающего мира становятся именно дошколята. Этим почемучкам всё загадочно и интересно — солнце, космос, звёзды. Зачастую для того, чтобы ответить на детские вопросы, приходится изучать научные статьи. Вопросы детей и определяют темы научно-просветительных занятий. Как объяснить малышу, что такое «гелиобиология», «аэроионизация», «солнечные пятна», «протуберанцы», откуда в космосе взялся мусор и многое другое? И тут на помощь приходят сказки, как одно из ярких и доступных обучающих средств.

Английский писатель-фантаст Нил Гейман вспоминал: *«Однажды Альберта Эйнштейна спросили: „Как мы можем сделать наших детей умнее?“ Его ответ был простым и мудрым: „Если вы хотите, чтобы ваши дети были умны, читайте им сказки. Если вы хотите, чтобы они были ещё умнее, читайте им ещё больше сказок“»* (<https://www.inpearls.ru/1264943>).

Ребёнку ближе и понятней сказочное повествование, чем сухая научная речь. Сказки музея Чижевского стали нашей педагогической удачей, они позволяют в яркой, образной форме объяснить ребёнку сложные научные направления А. Л. Чижевского на доступном и понятном малышу языке. Важно, что эти сказки оказываются не просто интересными, но и научными.

В музейной копилке есть самые разные сказки: «Сказка о Солнечном Лучике», «Сказка о Витаминах воздуха», «Сказка о Тётушке Свалке», «Сказка о Космической Гаечке», «Сказка о Телескопе и Бабочке», «Сказка о Лунной Фее» и даже «Сказка о Смелом Эритроците».

Как и полагается, сказки начинаются с зачина: «Жили-были...», «Далеко-далеко за синими морями, высокими горами...» В них используются ритмизированные фразы: «Сказка — ложь, да в ней намёк, добрым молодцам урок...»,

«Долго ли, коротко ли...», а также устоявшиеся словосочетания «Лисичка-сестричка», «Серый волк» и др.

Наряду с традиционными оборотами сказочного повествования используются и научно-технические термины, характерные для настоящего времени образы, определяющие узнаваемость сегодняшнего дня. Это соединяет фантастический мир, наполненный волшебством, и реальный, который находится буквально за порогом квартиры, в единую реальность.

В сказках Девочка, находясь на даче у бабушки с дедушкой, знакомится с Солнечным Лучиком, который объясняет ей, что такое «солнечные пятна», «солнечная активность». Планеты Солнечной системы рассуждают, почему только на планете Земля существует жизнь, а непоседа Комета узнаёт о том, что для дыхания человеку необходимы отрицательные аэроионы кислорода. Космическая Гаечка, находясь на орбите Земли, сталкивается с проблемой космического мусора. С Тётушкой Свалкой происходит экологическая рекультивация. Юная Бабочка знакомится с Мудрым Телескопом, который показывает ей глубины Вселенной и рассказывает о дальних галактиках. Лунная Фея с нетерпением ждёт экспедицию космонавтов для того, чтобы помочь разгадать им тайны спутника Земли. Смелый Эритроцит помогает человеку быть здоровым.

Сказка позволяет маленькому исследователю путешествовать в необъятной стране естественнонаучных знаний, сталкиваться с неизведанным и получать ответы на сложные вопросы. Сказочные образы помогают детям постигать закономерности существования окружающего мира.

Ошибочно полагать, что сказка — это упрощённый вариант подачи научной информации детям. Для того чтобы написать сказку на нужную тему, сотруднику музея необходимо провести огромную работу. Нужно досконально разобраться в материале, изучить научную и техническую литературу, учебники по педагогике и психологии детей разного возраста, освоить приёмы и методы музейной педагогики, познакомиться с современными образовательными стандартами, действующими в образовательных учреждениях. Но и этого очень мало! Занятие не вызовет отклика и пройдёт впустую, если оно скучное и заурядное.

Встречая детей, музейщик находится один на один с очень требовательной аудиторией. Успешно проведённое занятие сродни хорошему спектаклю, а для этого необходимо полное взаимодействие и хороший контакт с участниками. Тут важно всё: как приветствовать, как обращаться к ребёнку, которого ты видишь впервые в отличие от школьного учителя, вербальная и невербальная интонация, сила голоса, акценты, жесты, улыбка, глубина погружения в тему и готовность ответить на самый каверзный вопрос.

А самое главное — необходимо удивить детей, какого бы они не были возраста, будь то тинэйджер-нигилист, восхищённый малыш или компьютерный гений, вызвать восхищение бездонным космосом, заинтересовать тайнами и загадками Вселенной. И тогда, незаметно для самого участника музейного занятия, случится его первый шаг по дороге в космос.

## ЛИТЕРАТУРА

- Занина Е. О. Культурно-просветительская деятельность музеев: формы осуществления и перспективы // Молодой учёный. 2017. № 46(180). С. 330–332.
- Пиотровский М. Б. О месте музеев в современной России (Из разговора Е. Медведевой с М. Б. Пиотровским) // Музей. 2014. № 12. С. 11.
- Федоров Н. Ф. Музей, его смысл и назначение // Сочинения / под ред. А. В. Гулыга. М.: Мысль, 1982. 709 с. С. 575–604.

## SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL PROGRAMS OF THE CHIZHEVSKY HOUSE MUSEUM

*L. N. Morozova*

The Konstantin E. Tsiolkovsky State Museum of the History of Cosmonautics,  
Chizhevsky House Museum section, Kaluga, Russia

The educational activity of the Chizhevsky House Museum is one of the main directions of its work. An extensive collection of artefacts and the intellectual potential of the staff allow the museum to become a link in the chain of continuous space education and careers guidance. Educational programs are an actual form of interaction between the workers of the Chizhevsky House Museum and young visitors. Museum events help school children and even pre-schoolers get acquainted with the scientific heritage of the biophysicist and scientist Chizhevsky, to broaden and deepen their understanding of the world, to get a comprehensive knowledge about the relations between the processes that take place in nature.

*Keywords:* Chizhevsky museum, space education, museum educational activities, popularization of cosmonautics, museum pedagogy, vocational guidance in the museum

---

**Morozova** Lyudmila N. — senior researcher, morozova@gmik.ru

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ: ИНФОРМАЦИЯ В СОВРЕМЕННЫХ МАССМЕДИА

*Ю. Б. Надточий*

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации  
Москва, Россия

Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Москва, Россия

Популяризация космонавтики, исследований в области освоения космического пространства, как и в целом популяризация науки, научных исследований и достижений, способствует росту престижа данной сферы (данного направления) деятельности человека. Сейчас подчёркивается значение космического образования для будущего любой страны и тщательно изучается роль космонавтики в развитии любого государства и обеспечения его национальной безопасности. Необходимость развития системы космического образования отчасти определяется и пониманием возрастающей ценности и полезности для общества освоения космического пространства. В статье представлены результаты изучения некоторых материалов отечественных и зарубежных массовых медиа, находящихся в открытом доступе, по вопросам состояния и развития российской космической отрасли.

*Ключевые слова:* космическая отрасль, популяризация, массовые медиа, направления развития, результаты опросов

В настоящее время можно отметить пристальное внимание к вопросам популяризации космонавтики в России, в связи с чем вызывает интерес различная доступная информация (посты в социальных сетях, научные статьи, видеозаписи, отчёты консалтинговых компаний и др.), на основе которой можно сделать определённые выводы любому человеку, ознакомившемуся с данными материалами.

Наиболее масштабным и популярным на сегодняшний день видится научно-просветительский проект Первого канала, который совместно с Государственной корпорацией по космической деятельности «Роскосмос» объявил в 2020 г. конкурс на поиск актрисы на главную роль в первом художественном фильме, снятом в космосе (Вызов..., 2021). Отмечается повышенное внимание со стороны общественности к реализации этого проекта и к его результатам. Конечно, в СМИ появляется и негативная информация, но она не только не снижает интереса к проекту, а наоборот, привлекает ещё большее количество заинтересованных людей (в том числе и тех, которые хотят разобраться в полученной информации).

Отреагировали на этот проект и в зарубежных изданиях, указывая, что в случае успеха этот проект пополнит длинный список первых достижений российской космической отрасли: запуск первого спутника, отправка на орбиту первых собак, первого космонавта Ю. Гагарина, первой женщины-космонавта В. Терешковой и сейчас — съёмка первого фильма в космосе (Russian..., 2021).

Из программ Роскосмоса отмечается проект «Цифровая Земля». Это создание обновляемой цифровой модели всей поверхности планеты. Реализация проекта предполагает создание и регулярное обновление сплошного покрытия данными, полученными из космоса, территории всего земного шара (Маурин, 2017).



В рамках одной статьи довольно затруднительно изучить и изложить все существующие доступные материалы, но можно сделать обзор наиболее распространённой информации.

Далее рассмотрим некоторые результаты изучения современных материалов по вопросам состояния и развития отечественной космической отрасли в средствах массовой информации (СМИ).

Относительно современного состояния отечественной космической отрасли в российских медиа существует двойное мнение: 1) в настоящее время имеет место определённый кризис в российской космической отрасли, что приводит к потере конкурентоспособности и реализации догоняющего типа развития данной отрасли и 2) Россия по-прежнему остаётся космической державой, так как «космическая держава — это практически официальное наименование той страны, которая имеет собственные ракеты-носители, собственные спутники, может выводить их на орбиту и собственный космодром» (Россия..., 2019).

Отмечаются абсолютно противоположные мнения и по вопросам дальнейшего развития космической отрасли России. С одной стороны, обсуждаются возможности милитаризации космоса, что заставит Россию более интенсивно развивать космическую отрасль и вкладывать в её развитие средства, а с другой — подчёркивается важность избежать милитаризации космоса (Лару, 2021; Эксклюзивное..., 2021).

Для современного развития рассматриваемой отрасли важна также дальнейшая популяризация космонавтики, в том числе и популяризация знаний о практическом применении космических технологий, об их влиянии на повседневную жизнь любого человека, актуализация космонавтики в представлениях молодёжи, перемещение фокуса с прошлого на будущее, а также создание в публичном пространстве российского общества фигуры-популяризатора, олицетворяющей увлечённость космосом (Российская..., 2019; Эксклюзивное..., 2021). Однако при этом отмечаются некоторые препятствия на этом пути, а именно: недостаток заложенных бюджетных средств на популяризацию научных достижений в космической области.

Изучаются преимущества государственно-частного партнёрства как возможности успешного развития космонавтики. Сейчас Роскосмос ориентирован на создание частно-государственного партнёрства. И здесь снова отмечается полярность мнений: частный бизнес считается более конкурентоспособным по сравнению с государственными корпорациями или частно-государственным партнёрством (при условии, что для него создана соответствующая экосистема). Однако при этом обращается внимание на существование определённых сложностей гражданской интеграции космических технологий и доведения их до потребительского уровня (Российская..., 2019; Эксклюзивное..., 2021).

Наряду с перечисленными выше направлениями развития космической отрасли сейчас подчёркивается необходимость освоения космического интернета для решения определённых проблем в условиях формирования цифровой экономики (Лару, 2021).

Интерес представляет исследование, проведённое в 2019 г. Центром социального проектирования «Платформа» с помощью метода глубинного интервью, в котором приняли участие 40 экспертов с разной степенью вовлечённости в тематику космической отрасли (представители государственных структур, эксперты космической индустрии, космонавты, представители бизнес-структур, заинтересованных в космических программах, представители науки, инновационных отраслей, социологи/политологи/культурологи и профильные журналисты), и ему подобные зарубежные исследования (например, (30 Voices..., 2020)).

На основе полученных данных экспертами определены некоторые перспективы развития космической отрасли России в зависимости от реализуемой/намеченной государственной политики (Российская..., 2019):

- разделение космической деятельности на военную и гражданскую;
- создание экосистемы для развития частного бизнеса в различных сегментах космической деятельности;
- актуализация юридической базы, регламентирующей космическую деятельность;
- повышение компетенций в производстве космических аппаратов и космической техники;
- модернизация, цифровизация ракетно-космического производства;
- участие в крупных проектах освоения космоса в рамках международных альянсов;
- увеличение финансирования космической отрасли и др.

Для России (по мнению экспертов) также важны такие направления развития как: ориентация на максимальную прагматизацию космоса, участие только в прибыльных и амбициозных проектах, определение собственных целей, плана их достижения и последовательная его реализация, развитие международной кооперации с целью объединения технологий, компетенций и финансовых ресурсов, развитие частного космоса (частного бизнеса) и диверсификация космической отрасли (Российская..., 2019).

Диверсификация особенно перспективна в условиях санкций и требований импортозамещения, основными направлениями диверсификации признаются: топливно-энергетический комплекс, медицина и фармацевтика, системы управления, тяжёлая промышленность и машиностроение и дистанционное зондирование Земли (Российская..., 2019).

В исследовании, проведённом компанией KPMG Australia (*англ.* Klynveld Peat Marwick Goerdeler) в 2020 г., в качестве экспертов выступили представители космической и смежных отраслей, даны следующие прогнозы относительно развития мировой космической отрасли (Решетникова, 2021; 30 Voices..., 2020):

- появление виртуальных путешествий в космос;
- повсеместное использование космических данных;
- обеспечение безопасности космического пространства;
- регулярные полёты в дальний космос и др.

Ключевые решения по развитию российской космической отрасли перечислены на сайте Правительства РФ (<http://government.ru/rugovclassifier/55/events/>), это:

- разработка, производство, запуск и эксплуатация космических аппаратов различного назначения;
- регулирование деятельности организаций космической отрасли;
- инвестиции в космическую отрасль;
- развитие международного сотрудничества в области освоения космоса и запуска космических аппаратов;
- развитие космодромов.

Подготовленная Минэкономразвития России и одобренная поручением Правительства Российской Федерации от 21 декабря 2018 г. «Программа популяризации научной, научно-технической и инновационной деятельности» в соответствии с предполагаемыми результатами уже способствует «повышению уровня осведомлённости общества о результатах научной и научно-техниче-

ской деятельности, инновационных продуктах и решениях, вовлечению молодёжи и студентов в профессиональную научно-техническую и инженерную деятельность, повышению изобретательской активности, росту восприимчивости общества к внедрению современных технологий и инновационных продуктов и услуг в производственную деятельность и повседневную жизнь» ([https://www.economy.gov.ru/material/departments/d01/populyarizaciya\\_innovacionnoy\\_deyatelnosti/](https://www.economy.gov.ru/material/departments/d01/populyarizaciya_innovacionnoy_deyatelnosti/)). Реализация программы также способствует развитию системы космического образования в России и появлению/повышению интереса к получению такого образования.

По мнению отечественных учёных, определены самые актуальные профессии космической индустрии будущего, а именно (Учёные..., 2021):

- космический архитектор (планирует работу орбитальных станций и инопланетных баз, которые помогают осваивать космос);
- аналитик спутниковых данных (анализирует огромный поток информации о поверхности суши, которую в реальном времени передают космические спутники, следит за изменениями на Земле и делает достоверные прогнозы).

По результатам проведения различных исследований, которые отражаются в научных статьях, акцент делается на процесс космизации окружающей нас действительности и описываются составляющие данного процесса (Алифанов, Хохулин, 2007) — космизация:

- науки;
- коммуникаций;
- промышленности;
- бизнеса;
- здравоохранения;
- метеорологии, геофизических, геологических, метеорологических и других исследований, а также «некосмических» направлений деятельности человека;
- политики;
- обороны.

И даже говорится о космизации сознания как о формировании целостной картины окружающего нас мира, об осознании принадлежности к единому человеческому сообществу, осознании роли и ответственности перед обществом и будущими поколениями за возрастающее воздействие человеческой деятельности на обстановку на планете и др. (Алифанов, Хохулин, 2007).

Отметим существование такой позиции, как необходимость развития предпринимательства в космической отрасли, так называемого космического предпринимательства. В пользу такой точки зрения говорят следующие факты: 1) сейчас в космической отрасли больше всего зарабатывают те, кто не связан с полётами в космос и 2) растёт число российских космических стартапов, результаты реализации которых востребованы и на зарубежных рынках (Зайцева, Глуховская, 2021). При этом российские компании, работающие в космической сфере, должны и дальше ориентироваться на создание конкурентоспособных продуктов, обладающих экспортным потенциалом (Лару, 2021).

Зарубежные СМИ часто говорят о том, что финансирование российской космической программы постепенно начинает убывать, указывая разные причины данной ситуации (The New York Times..., 2021), что Россия отстаёт в глобальной космической гонке, сталкиваясь с жёсткой конкуренцией со стороны США и Китая (Russian..., 2021). Также указывается, что сейчас Россия борется

за инновации (так как наша космическая промышленность по-прежнему полагается на технологии советских разработок), а наша космическая промышленность — за государственное финансирование (Russian..., 2021).

Относительно государственных расходов на развитие космической отрасли по данным отчёта Euroconsult «Государственные космические программы: ориентиры, профили и прогнозы до 2029 г.» бюджет США на космос в 2020 г. составил 48 млрд дол., бюджет Китая, по оценкам специалистов — 8,9, Франции — 4, а России — 3,6 млрд дол. (Amid..., 2021).

Далее рассмотрим, какое мнение сложились у россиян и как оно изменялось за последние годы относительно космического развития (достижений) в нашей стране на основе той доступной информации, которая поступает через СМИ.

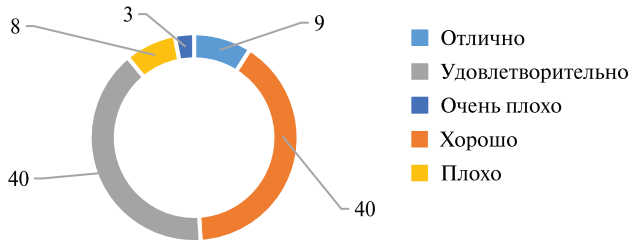
Опрос жителей нашей страны, проведённый в апреле 2017 г. Фондом «Общественное мнение» (1500 респондентов в возрасте от 18 лет и старше) показал: большинство россиян (65 %) считают, что Россия сохраняет лидирующее положение в космонавтике. Противоположного мнения придерживается 20 % участников опроса и 15 % выбрали ответ «затрудняюсь ответить». А на вопрос: «Как вы думаете, через 10 лет Россия будет или не будет занимать лидирующие позиции в космонавтике?», получены следующие результаты: будет — 61 %, не будет — 14 % и затруднились ответить — 25 % (О космическом..., 2017).

В опросе 2018 г., проведённом Институтом общественного мнения «Анкетолог», приняли участие 1292 респондента в возрасте от 18 до 60 лет. При оценке состояния российской космонавтики были выбраны в основном оценки «хорошо» и «удовлетворительно» (по 40 %). На вопрос: «По вашему мнению, российская космическая отрасль находится в настоящий момент в кризисе?», чуть более половины (52 %) жителей России ответили «да, но это временные трудности, которые российская космическая отрасль преодолеет», 37 % выбрали ответ «нет, кризиса в российской космической отрасли не наблюдается» и 11 % считают, что в настоящее время мы наблюдаем закат российской космонавтики. Среди наиболее значимых проблем в российской космической отрасли респонденты выделили следующие проблемы: недостаток квалифицированных технических и научных специалистов (40 %), нехватка экономических мощностей для выполнения космической программы и неэффективное организационное управление космической программой (по 36 % выборов), устаревшее материально-техническое обеспечение полётов (космодромы, центры управления полётами и т.д.) (31 %), отсутствие общего стратегического плана развития российской космической отрасли (30 %), нерентабельность космической программы при больших тратах на неё (27 %), устаревшие космические технологии и недостаточный контроль над состоянием ракетносителей и подготовкой к полёту (по 26 %) и др. Но при этом по мнению почти половины опрошенных россиян (46 %), наша страна выступает лидером в области освоения космоса (рис. 1, 2) (Космическая..., 2018).

В исследовании, проведённом в апреле 2021 г. Исследовательским холдингом Ромир, приняли участие 1500 респондентов в возрасте от 18 лет и старше. На вопрос: «Как вы считаете, является ли современная Россия великой космической державой?», половина респондентов ответила положительно (ответы «является» — 28 % и «скорее является» — 22 %). Не согласны с данным мнением 39 % наших соотечественников (ответы «Россия постепенно утрачивает этот статус» — 22 % и «Россия перестала быть великой космической державой» — 17 %) и 11 % россиян затруднились ответить (Мнения..., 2021).

Во всероссийском опросе, проведённом «ВЦИОМ-Спутник» также в апреле 2021 г. с помощью метода телефонного интервью, приняли участие 1600 рос-

сиян в возрасте от 18 лет и старше. На вопрос о необходимости для России участия в освоении космоса подавляющее большинство (91 %) респондентов ответили положительно, всего 7 % считают, что нам не нужно участвовать в освоении космического пространства и 2 % ответить затруднились. При этом на вопрос: «Как вы считаете, для чего России нужно участвовать в освоении космоса?» (опросили респондентов, которые положительно ответили на предыдущий вопрос) были указаны такие ответы, как: для развития науки и высоких технологий (51 %), для обеспечения обороноспособности страны (40 %), для развития авиакосмической промышленности, создания новых рабочих мест (22 %), для обеспечения возможности на равных конкурировать с США, Евросоюзом и Китаем (17 %), для поддержания престижа страны на международной арене (15 %) и др. (День..., 2021).



**Рис. 1.** Ответы на вопрос: «Как в целом вы оцениваете состояние российской космонавтики в настоящий момент?», в процентах от опрошенных (Космическая..., 2018)



**Рис. 2.** Ответы на вопрос: «По вашему мнению, кто в настоящее время является лидером в области освоения космоса?», в процентах от опрошенных (Космическая..., 2018)

При всём разнообразии рассмотренных и существующих мнений относительно состояния и перспектив развития отечественной космической отрасли на данный момент времени очевидно одно: космическая отрасль была и остаётся одним из приоритетных направлений развития нашей страны.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алифанов О. М., Хохулин В. С. Роль космического образования в XXI веке // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2007. С. 127–134.
- Вызов. Первые в космосе // 1.tv.ru. 15.05.2021. URL: <https://www.1tv.ru/shows/kosmos/o-proekte/v-kosmos-dlya-semok-v-filme-poletit-yuliya-peresild> (дата обращения: 27.11.2021).

- День космонавтики // wciom.ru. 12.04.2021. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskiy-obzor/den-kosmonavтики> (дата обращения: 21.08.2021).
- Зайцева М., Глуховская Ю. Пришло время космического предпринимательства // rbc.ru. 27.05.2021. URL: <https://plus.rbc.ru/news/60a65e287a8aa97ed414799f> (дата обращения: 27.11.2021).
- Космическая отрасль в оценках россиян: инфографика // iom.anketolog.ru. 19.03.2018. URL: <https://iom.anketolog.ru/2018/03/19/programma-osvoeniya-kosmosa> (дата обращения: 21.08.2021).
- Лару Д. Многополярная звезда: РФ намерена сохранить статус космической державы // iz.ru. 12.04.2021. URL: <https://iz.ru/1150451/dmitrii-laru/mnogopoliarnaia-zvezda-rf-namerena-sokhranit-status-kosmicheskoi-derzhavy> (дата обращения: 21.08.2021).
- Маурин Ф. Космос 2.0: Как России не проиграть в новой космической гонке // nvo.ng.ru. 21.08.2017. URL: [https://nvo.ng.ru/realty/2017-08-21/100\\_cosmos.html](https://nvo.ng.ru/realty/2017-08-21/100_cosmos.html) (дата обращения: 27.11.2021).
- Мнения россиян о космическом величии России разделились // romir.ru. 12.04.2021. URL: <https://romir.ru/studies/mneniya-rossiyan-o-kosmicheskom-velichii-rossii-razdelilis> (дата обращения: 17.04.2021).
- О космическом статусе нашей страны // fom.ru. 12.04.2017. URL: <https://fom.ru/Budushchee/13290> (дата обращения: 21.08.2021).
- Решетникова М. Жизнь на Луне и полеты в дальние миры: как эксперты видят будущее космоса // rbc.ru. 06.05.2021. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/609105cd9a794763d5f8c8ae> (дата обращения: 27.11.2021).
- Российская космическая отрасль: ожидания бизнеса и общества // pltf.ru. 2019. 60 с. URL: [https://pltf.ru/wp-content/uploads/2019/11/otchet\\_26.11.1500.pdf](https://pltf.ru/wp-content/uploads/2019/11/otchet_26.11.1500.pdf) (дата обращения: 26.05.2021).
- Россия останется космической державой, заявил эксперт // ria.ru. 04.12.2019. URL: <https://ria.ru/20191204/1561960213.html> (дата обращения: 21.08.21).
- Учёные назвали перспективные космические профессии будущего // rbc.ru. 19.04.2021. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/education/60799b2d9a794758f28d13c9> (дата обращения: 17.04.2021).
- Эксклюзивное интервью. Сергей Рязанский. Канал «РБК» // ontvtime.ru. 12.04.2021. Режим доступа: <https://tv.rbc.ru/archive/ekskluziv/607427ca2ae59672faba594d> (дата обращения: 27.01.2022).
- 30 Voices on 2030: The Future of Space // KPMG Australia. 2020. 92 p. URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/au/pdf/2020/30-voices-on-2030-future-of-space.pdf> (дата обращения: 27.11.2021).
- Amid global economic turbulence, governments maintain firm financial commitment to space // Euroconsult-ec.com. 15.12.2021. URL: <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/amid-global-economic-turbulence-governments-maintain-firm-financial-commitment-to-space/> (дата обращения: 27.11.2021).
- Russian actor and director arrive at space station to make first film in orbit // guardian.com. 05.10.2021. URL: <https://www.theguardian.com/world/2021/oct/05/russian-actor-and-director-prepare-for-space-launch-to-record-first-movie-in-orbit> (дата обращения: 27.11.2021).
- The New York Times (США): Россия отправляет съемочную группу в космос – и вот на что стоит обратить внимание // inosmi.ru. 05.10.2021. URL: <https://inosmi.ru/social/20211005/250635970.html> (дата обращения: 27.11.2021).

## **PROSPECTS OF SPACE INDUSTRY DEVELOPMENT: INFORMATION PRESENTED IN THE MODERN MASS MEDIA**

*Yu. B. Nadtochiy*

Financial University under the Government of Russian Federation, Moscow, Russia

Moscow University for Industry and Finance "Synergy", Moscow, Russia

Popularization of cosmonautics, investigations in the field of space exploration, as well as popularization of science in general, of scientific research and achievements, contribute to raising the prestige of this field (this direction) of human activity. Now the importance of space education for the future of any country is emphasized and it is thoroughly studied the role of astronautics in the development of any state and ensuring its national security. The importance of space education development is partly determined by the understanding of the increasing value and usefulness of space exploration for society. This article presents the results of the study of some open access materials of domestic and foreign mass media on the status and development of the Russian space industry.

*Keywords:* space industry, popularization, mass media, directions of development, results of surveys

---

**Nadtochiy** Julia B. — assoc. prof., PhD of pedagogic sciences, Yflnjxbq-7e@yandex.ru

## КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ИНКЛЮЗИВНОЙ ШКОЛЕ

*Р. С. Назарьев, Г. В. Демьянова-Назарьева*

ГКОУ «Центр инклюзивного образования «Южный», Москва, Россия

Космическое образование — органическая часть естественнонаучного образования современной школы. Рассмотрены элементы космического образования в курсе географии. Выявлены сложности обучающихся с особыми образовательными потребностями возникающие при изучении космических объектов и процессов. Предложены учебные приёмы, способствующие адаптации сложного учебного материала, в том числе в рамках космического образования. Использование современных педагогических методик необходимо для построения и реализации образовательного процесса в условиях инклюзивного образования.

*Ключевые слова:* естественнонаучное образование, космические исследования, основы астрономии, инклюзия, обучающийся с особыми образовательными потребностями, образовательный маршрут

Естественнонаучное образование в школе — основной инструмент формирования научной картины мира обучающихся. Биология, география, физика и химия не только знакомят учеников с соответствующими науками и областями знаний, но и закладывают основы научных способов познания мира. Дети учатся проводить исследования, наблюдать и ставить эксперименты. На уроках они знакомятся с гипотезами и теориями, строят модели изучаемых объектов и учатся проводить объективную оценку полученных результатов. Нельзя не отметить важную роль естественнонаучного образования в подготовке школьников к успешной социализации в современных условиях кардинальной технологической и социальной трансформации общества. Использование научного подхода к анализу информационных потоков, окружающих каждого жителя нашей планеты, даёт возможность принимать взвешенные и более точные решения в повседневной жизни.

Необходимо отметить, что в инклюзивном образовании при обучении детей с особыми потребностями формирование научного способа познания может вызвать значительные сложности. Однако в случае успешного освоения особым ребёнком научных методов познания и научении переноса этого опыта на другие сферы жизни вероятность успешной социализации этих детей значительно возрастает.

Рассмотрим практику обучения географии обучающихся с особыми образовательными потребностями в аспекте космического образования.

Космические исследования и информация, полученная с помощью космических аппаратов, активно используется в изучении самых разных тем в географии. Важнейший постулат в географии — шарообразность Земли. Одно из основных доказательств этого факта — наблюдение Земли из космоса и соответствующие фотографии. При знакомстве с планом и картой используются спутниковые снимки и их производные, например Яндекс Карты, Google Earth. Изучение глобальных процессов — опустынивания, потепления, озоновых дыр и т. п., также требует работы со спутниковыми снимками, как и исследование

---

**Назарьев Роман Святославич** — учитель, rsnazarev@gmail.com

**Демьянова-Назарьева Галина Владимировна** — психолог инклюзивного образования, nazareva.gala@mail.ru



атмосферных процессов. На уроках экономической географии активно используются снимки из космоса при изучении процессов урбанизации, сельского хозяйства, оценки уровня экономического развития государств и регионов (Смирнова, 2004).

География изучает не только Землю и процессы, протекающие в земных оболочках. В курсе географии, в том числе по адаптированной учебной программе, предусмотрено изучение основ астрономии, в частности, рассматривается Земля, как планета, и её эволюция, устройство Солнечной системы и её составляющие, звёзды и другие космические объекты. Эти знания, в совокупности с собственно географией, также должны способствовать формированию объективной, научно обоснованной, картины мира у ученика.

Можно выделить ряд сложностей, с которыми может столкнуться педагог в процессе обучения детей с особыми образовательными потребностями. Во-первых, если у ребёнка, вследствие диагноза, не развито абстрактное мышление, либо есть проблемы зрительного восприятия. В этом случае, мы можем столкнуться с тем, что ему очень сложно, а иногда и невозможно понять изучаемый материал. Во-вторых, в случае наблюдаемой ограниченности интересов сама тема космоса ребёнку может быть безразлична. В-третьих, возможна ситуация, когда ученик способен усвоить материал, однако ему требуется больше времени и многократные повторения, тогда как рамки школьной программы, как правило, ограничены одним уроком на тему (Санина, 2019).

С целью преодоления трудностей, возникающих у обучающихся с особыми образовательными потребностями, предлагается использовать учебные приёмы, зарекомендовавшие себя в коррекционной и инклюзивной педагогике. Их использование позволяет адаптировать сложный учебный материал в соответствии с возможностями обучающегося и учитывается при построении его индивидуального образовательного маршрута.

Если изучаемый материал слишком сложен для понимания, мы можем уменьшить охват изучаемой информации, ограничившись минимальным объёмом, требуемым в рамках учебной программы. Успешно показывает себя практика использования наглядных моделей изучаемых космических объектов и процессов, особенно для обучающихся с нарушением зрения. Дополнительной мотивацией может стать изготовление подобных моделей самим ребёнком. Важным элементом обучения детей, имеющих проблемы с запоминанием или упорядочиванием информации, может быть использование на уроке карточек с данными по изучаемой теме. Использование карточек — подробно проработанный в педагогике процесс, который активно используется при обучении детей с особыми образовательными потребностями. Карточки с рисунками и записями прикрепляются на рабочую поверхность, и ребёнок может быстро вернуться к информации, освоенной на предыдущем этапе урока. Манипуляции карточками могут осуществлять учитель, тьютор или сам ученик, в зависимости от возможностей ученика и наличия вспомогательных специалистов (Кот, 2017).

В том случае, когда тема космоса ученику безразлична, необходимо очертить сферу интересов ребёнка и использовать на занятиях пособия, тематически пересекающиеся с ней. Например, если ребёнок любит поезда, то «путешествовать» вместе с ним по Солнечной системе может паровозик. Если он любит собак, то планеты могут предстать в виде собак разных пород и т. п. Также можно попытаться ввести тему космоса в сферу интересов ученика. Этому может способствовать посещение музея космонавтики, просмотр мультипликационного или художественного фильма соответствующей тематики, участие в тематическом шоу и других подобных ярких, эмоционально окрашенных мероприятиях.

Увеличить количество времени, отводимого на изучение определённых тем, можно путём организации внеурочной деятельности естественнонаучного направления — кружков, элективных курсов, тематической продлёнки. Повторение изученного материала может быть включено в домашнее задание, или исследование, которое проводит ученик.

Необходимо отметить, что построение и реализация образовательного маршрута ребёнка с особыми образовательными потребностями — сложный процесс, который требует сотрудничества всех участников образовательного процесса — учителей, психологов, дефектологов и тьюторов. К сожалению, большинство школ нашей страны ограничены в ресурсах, и соответственно в возможностях организации инклюзии. Тем не менее, данные приёмы могут быть использованы и в случае отсутствия вспомогательных специалистов. Также они эффективны в работе с отстающими учениками и при изучении сложных тем, в том числе в условиях обычной школы.

Обучение детей с особыми образовательными потребностями — это реализация их права на образование, гарантированное Конституцией. Инклюзивное образование становится нормой современной школы, и задача общества обеспечить возможность его реализации. Используя современные педагогические методики, мы можем сделать космическое образование доступным каждому ребёнку.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- Кот Т. А.* Методика Гленна Домана в системе инклюзивного и домашнего образования // Гуманитарные науки. 2017. № 2(38). С. 164–168.
- Санина С. П.* Проблемы обучения географии: обзор зарубежных исследований // Современная зарубежная психология. 2019. Т. 8. № 1. С. 17–27. DOI: 10.17759/jmfr.2019080102.
- Смирнова Е. В.* Изображения Земли из космоса на уроках географии // Компьютерные инструменты в образовании. 2004. № 4. С. 23–31.

## **SPACE EDUCATION IN AN INCLUSIVE SCHOOL**

*P. S. Nazariyev, G. V. Demyanova-Nazarieva*

Center for Inclusive Education Yuzhny, Moscow, Russia

Space education is an organic part of the modern school science education. Authors consider the elements of space education in the geography course. There are revealed the difficulties of students with special educational needs appearing in the studying of space objects and processes. There are suggested teaching methods, contributing to the adaptation of complex educational material, including space education. The use of modern pedagogical methods is necessary for the educational process in the context of inclusive education.

*Keywords:* science education, space research, basics of astronomy, inclusion, student with special educational needs, educational route.

---

**Nazarjev Roman S.** — teacher, rsnazarev@gmail.com

**Demyanova-Nazarieva Galina V.** — psychologist of inclusive education, nazareva.gala@mail.ru

# РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ СЕМЕЙСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ «Д-СТАРТ» С ВНЕШНИМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СВЕРХМАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ЦЕЛЯХ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Д. А. Новосельцев*

ООО «Д-Старт», Омск, Россия

Предложена линейка двигателей сверхмалых космических аппаратов ООО «Д-Старт», преимущественно фемтокласса, с внешними источниками энергии, постоянной (циклической) микротяги и для одноимпульсных межорбитальных манёвров с относительно большим приращением скорости, на основе базовой схемы кинетического реактивного двигателя. Представлены результаты конструкторских работ и стендовых экспериментальных исследований. Описаны возможности и перспективы использования двигателей и смежных технических решений для широкодоступных научно-образовательных космических аппаратов, а также интеграции работ по созданию двигателей в образовательный процесс.

*Ключевые слова:* двигатель, одноимпульсный манёвр, межорбитальный манёвр, деорбитинг, отражатель, мишень, термосублимация, фемтоспутник, CubeSat, sub-CubeSat, ChipSat, космический мусор

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в образовательном процессе используются космические аппараты (КА) формата CubeSat (например, (Зуев и др., 2014)). Формат малых спутников CubeSat становится всё более популярным для образовательных миссий, но стоимость их компонентов остаётся высокой. Российскими производителями предлагаются «бюджетные» платформы для образовательных и экспериментальных спутников формата CubeSat, например, ОрбиКрафт-Про от ООО «Спутникс» (<https://sputnix.ru/ru/kosmicheskoe-obrazovanie/konstruktory-sputnikov/orbikraft-pro-obuchenie>) или Геоскан-1U и 3U от ГК «Геоскан» (<https://www.geoscan.aero/ru/products/cubesat>). Стоимость подобных изделий в комплектации, не предназначенной для запуска на околоземную орбиту, на 2021 г. составляет более 1 млн руб. и значительно выше для лётных модификаций. Отдельную проблему представляет собственно космический запуск подобных изделий. Так, на запрос автора от оператора пусковых услуг АО «Главкосмос пусковые услуги» получена следующая информация от 17.08.2021 г.: на июнь 2022 г. стоимость запуска КА формата CubeSat-1U составит 30 000 дол. США (более 2 млн руб.). Все эти факторы значительно осложняют возможность применения КА формата CubeSat в образовательном секторе с учётом существующих финансовых ограничений. Тем не менее, основным направлением развития использования реальных (орбитальных) КА в образовательном процессе в Российской Федерации выступает проект Spase-п, предполагающий развёртывание в 2020-х гг. орбитальной группировки в составе 100 КА формата CubeSat-3U, преимущественно на платформах ГК «Геоскан», и осуществляемый при содействии Фонда содействия инновациям (Сбор..., 2021). Известны планы

компании ООО «Спутникс», с конца 2021 г. входящей в Sitronics Group (входит в Акционерную финансовую корпорацию «Система»), увеличить производство КА формата CubeSat типоразмера 1U и более на собственной платформе до 100 в год, для чего в технопарке «Сколково» в декабре 2021 г. запущен новый производственный участок мощностью около 30 комплектов в год, и есть основания полагать, что значительная часть этих спутников может иметь образовательное или научно-образовательное назначение.

В то же время, освоение проектирования и производства нижней части линейки сверхмалых КА (Hein et al., 2019) единичной массой 100 г и менее — пико- и фемтоклассов, в том числе бескорпусных КА «на плате» (типа ChipSat) (Manchester et al., 2013), при стоимости изготовления КА и его запуска, пропорциональной его массе, открывает возможности значительно более экономически эффективного решения большинства задач исследования, освоения и использования космоса, чем использование традиционных средств, и перспективы решения новых задач. Крайне низкая стоимость подобных сверхмалых КА (от нескольких тысяч рублей за единичный КА и от нескольких десятков тысяч рублей за запуск, или от десятков до сотен долларов США (<https://ambasat.com/shop/>) открывает возможность участия в космической деятельности новых членов с ограниченным бюджетом: юридических и физических лиц. Наиболее совершенный на текущий момент прототип фемтоспутника Monarch разработки Cornell University (Umansky-Castro et al., 2021) имеет массу всего около 2,5 г при размерах 5×5 см.

В настоящее время подобные КА активно используются в ряде зарубежных стран как в профильном космическом образовании, так и в более широкой области так называемых STEM (*англ.* science, technology, engineering and mathematics). Одним из лидеров этого направления выступает компания AmbaSat Ltd., разработчик и производитель КА AmbaSat-1 в различных модификациях (<https://ambasat.com/shop/>). При этом AmbaSat-1 — полнофункциональный КА, способный передавать данные о собственных координатах и показания одного из предлагаемых производителем датчиков: температуры, давления, влажности, химического состава, уровня освещённости, уровня УФ-излучения (ультрафиолетового). На КА следующего поколения AmbaSat-2 разработчиком предусмотрена возможность установки фотовидеокамеры.

Снижение стоимости единичных функциональных КА с миллионов до десятков тысяч рублей значительно снижает «порог входа» и расширяет возможности их применения в космическом образовании, в том числе в качестве «личных» КА учащихся.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Основной проблемой, ограничивающей область применения таких КА, стало отсутствие двигательных установок, позволяющих им осуществлять самостоятельные манёвры. Как известно, для КА CubeSat разрабатываются, разработаны и используются двигательные установки различных типов (например, (Levchenko et al., 2018)), и в последние годы этот сектор находится в состоянии активного развития.

В настоящее время осуществляется пакетный запуск современных КА формата ChipSat в количестве 100–200 в пусковом контейнере формата CubeSat 3U (Manchester et al., 2013), масса которого может превышать массу всей группы фемтоспутников, а сбор и передача данных такими КА после вывода из контейнера осуществляется из небольшой области около контейнера.

Сейчас для фемтоспутников предлагаются (ChipSats..., 2020) электродинамические двигательные установки с использованием силы Лоренца (например, (Perez et al., 2016)) и солнечные паруса, интегрированные в конструкцию фемтоспутника (например, Atchison, Peck, 2010)), а также лазерные паруса. Они преимущественно относятся к двигателям постоянной микротяги для поддержания стабильной высоты фемтоспутника на низкой околоземной орбите. Действующих двигателей относительно большой тяги для КА фемтокласса до настоящего времени не существует.

Предложения по созданию различных «бюджетных» межорбитальных буксиров, например, ООО «Лин Индастриал» (<https://spacelin.ru/osnovnyye-proekty/buksir-dlya-apparatov-nano-i-mikro-klassa/>), не меняют ситуацию в целом, поскольку подобные буксиры не способны распределить по целевым орбитам многочисленные КА фемтокласса массой в граммы экономически целесообразным образом.

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

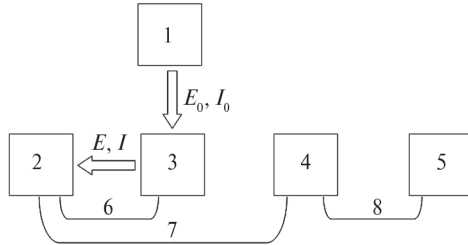
ООО «Д-Старт», организованное в 2020 г., осуществляет деятельность по разработке, освоению производства и внедрению двигателей различных типов с внешними источниками энергии для межорбитальных манёвров КА фемтокласса и смежных технических решений (Новосельцев, 2021). Основная перспективная задача состоит в освоении технологии и рабочего процесса так называемых кинетических реактивных двигателей, позволяющих в перспективе рационально утилизировать природный и техногенный космический мусор (включая отходы возможной орбитальной переработки астероидного вещества) как энергоноситель, а также осуществлять одноимпульсные манёвры с высоким мгновенным значением характеристической скорости  $\Delta V$ , включая манёвры отлёта с околоземной орбиты в межпланетное пространство и к окраинам Солнечной системы (Новосельцев, 2019). В настоящее время по данной теме ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) в рамках гранта Фонда содействия инновациям по договору № 3626ГС1/60541 от 24.06.2020 с использованием собственного экспериментального оборудования ООО «Д-Старт», включая разработанный и изготовленный ООО «Кросс-Автоматика» стенд МСИД.

В то же время, ООО «Д-Старт» осуществляется разработка доступных двигателей для существующих и перспективных КА фемтокласса типа ChipSat, в том числе простейших фемтоспутников класса Sprite AmbaSat-1 массой до 10 г (и в перспективе AmbaSat-2) партнёрской компании AmbaSat Ltd. (Великобритания) (в рамках соглашения о намерениях от 02.10.2020) и более тяжёлых фемтоспутников массой до 25 г компании ThumbSat (Мексика).

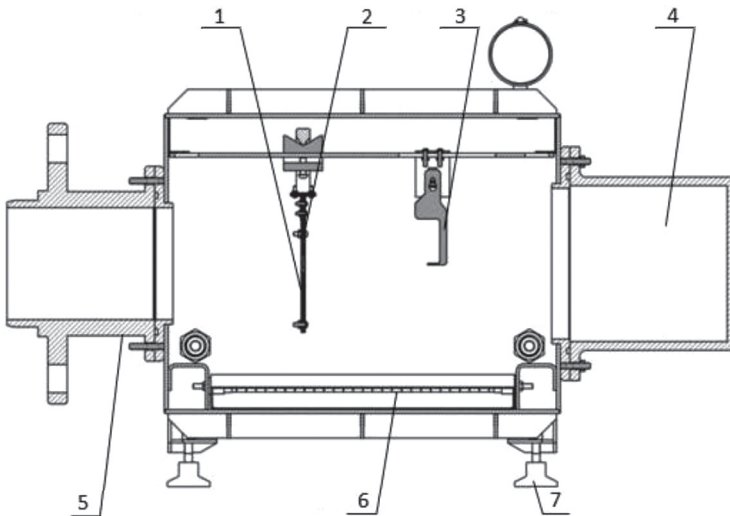
Общая принципиальная схема семейства двигателей «Д-Старт» с внешними источниками энергии представлена на рис. 1.

В качестве приоритетного направления с возможностью малосерийного производства рассматривается семейство двигателей «Импульс» для фемтоспутников типа ChipSat существующих и перспективных конструкций. Семейство включает:

- термосублимационные двигатели циклической малой тяги «Импульс-С» для поддержания высоты орбиты или деорбитинга фемтоспутников;
- термokatалитические двигатели «Импульс-Т» для одноимпульсных межорбитальных манёвров;
- комбинированные двигатели с последовательной сменой режимов «Импульс-ТС».



**Рис. 1.** Принципиальная схема двигателя с внешним источником энергии: 1 — внешний источник энергии, 2 — отражатель, 3 — мишень для источника энергии, 4 — подвеска полезной нагрузки, 5 — полезная нагрузка, 6 — механическая связь между отражателем и мишенью, 7 — механическая связь между отражателем и подвеской, 8 — механическая связь между подвеской и полезной нагрузкой



**Рис. 2.** Термобарокамера стенда МСИД ООО «Д-Старт»: 1 — отражатель, 2 — подвеска отражателя, 3 — подвеска мишени, 4 — улавливатель, 5 — входной фланец, 6 — теплоизоляторы — нагревательные устройства, 7 — регулируемые опоры



**Рис. 3.** Прототип термосублимационного двигателя «Импульс-С» на ленточной подвеске после цикла стендовых испытаний

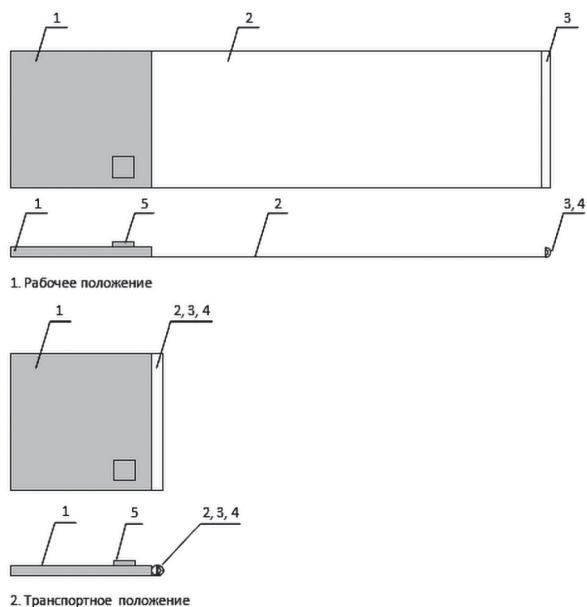
Термосублимационные двигатели типа «Импульс-С» в определённой степени являются функциональными аналогами, например, испарительного двигателя ООО «Лин Индастриал» без нагрева на входе с использованием воды в качестве рабочего тела (<https://spacelin.ru/osnovnye-proekty/buksir-dlya-apparatov-nano-i-mikro-klasa/>), но отличаются значительно более простой конструкцией, несопоставимо меньшими массой и размерами, допускающими установку на самых лёгких фемтоспутниках, а также высокой устойчивостью к возможным повреждениям.

Стендовые испытания прототипов двигателей с различным рабочим телом (в варианте для установки на светорадиоотражателе фемтоспутника ThumbSat) были успешно проведены на стенде МСИД ООО «Д-Старт» (рис. 2) 27.08.2021 (рис. 3) и 08.09.2021 в условиях, имитирующих половину орбитального витка на освещённой Солнцем части траектории на высоте 400–500 км. Для моделей «Импульс-С» и «Импульс-ТС» были предварительно получены максимальные значения тяги и относительной тяги на единицу площади рабочей поверхности соответственно:  $P \approx 10^{-6}$  Н,  $P/F \approx 10^{-3}$  Н/м<sup>2</sup> и  $P \approx 1,4 \cdot 10^{-3}$  Н,  $P/F \approx 1,56$  Н/м<sup>2</sup>. В связи с частичным разрушением блока рабочего тела в ходе испытаний под действием неустранимой на стенде силы тяжести, работы по выбору рабочего тела будут продолжены.

Следует отметить, что в ходе испытаний при выработке рабочего тела поверхность подложки из плёнки металлизированной полиэтилентерефталатной ДА НИИКАМ ТУ 2255-21680878-001-2001 ([https://www.niikam.ru/documents/Catalog\\_NIIKAM.pdf](https://www.niikam.ru/documents/Catalog_NIIKAM.pdf)) осталась чистой и неповреждённой, что позволяет после завершения основного манёвра использовать двигатель в режиме солнечного паруса (Atchison, Peck, 2010).

Лётные испытания двигателя типа «Импульс» для КА AmbaSat-1 ранее планировались ООО «Д-Старт» на собственном фемтоспутнике AmbaSat-1 № 13307/068 в августе 2020 г. (рис. 4), и на массо-габаритном макете AmbaSat-1 на Международной космической станции (МКС) в ходе внекорабельной деятельности (рис. 5) в соответствии с заявкой в Долгосрочную программу целевых работ на МКС в 2021 г., по программе эксперимента «Импульс-0», но неоднократно переносятся «вправо» соисполнителями.

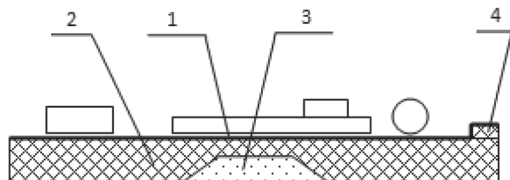
В то же время в целях оптимизации массы и конструкции фемтоспутника типа ChipSat ООО «Д-Старт» разрабатывается перспективная конструкция двигателя типа «Импульс» (С, Т, ТС) в виде жёсткого сплошного блока (пластины) твёрдого рабочего тела переменного состава и формы для установки с одной стороны основной платы (не несущей электронных компонентов) в качестве подложки платы (масса которой у современных фемтоспутников составляет до 60 % общей массы (ChipSats..., 2020)). Ближайшим аналогом такого фемтоспутника может стать прототип Monarch общей массой 2,5 г с тонкой каптоновой подложкой (<https://spacelin.ru/osnovnye-proekty/buksir-dlya-apparatov-nano-i-mikro-klasa/>), при условии, что все электронные компоненты располагаются на одной стороне подложки. Подобная конструктивная схема предварительно обсуждалась со стороны ООО «Д-Старт» с представителями AmbaSat Ltd для перспективного фемтоспутника AmbaSat-2. Блок рабочего тела может изготавливаться высокоточной 3D-печатью соответствующими компонентами или литьём в формы, изготавливаемые 3D-печатью, при этом закон регулирования двигателя задаётся и изменяется от одного изделия к другому выбором массы, формы, состава и взаимного расположения слоёв рабочего тела (аналогично тому, как закон регулирования современных ракетных двигателей твёрдого топлива задаётся формой заряда) (рис. 6). Освоение опытного производства таких перспективных двигателей «Импульс» планируется в 2022 г.



**Рис. 4.** Схема лётного эксперимента «Импульс» на фемтоспутнике AmbaSat-1: 1 — фемтоспутник в сборе, 2 — подвеска, 3 — отражатель, 4 — мишень, 5 — датчик температуры, давления и химического состава продуктов газификации мишени



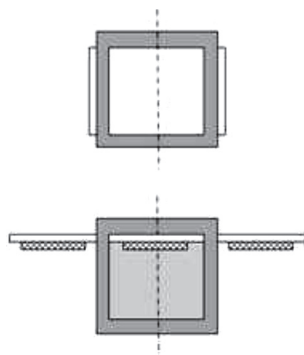
**Рис. 5.** Массо-габаритный макет фемтоспутника с двигателем «Импульс-С» на ленточной подвеске для лётного эксперимента «Импульс-0» (рабочее положение)



**Рис. 6.** Схема перспективного многорежимного комбинированного двигателя «Импульс-ТС», интегрированного с конструкцией фемтоспутника типа ChipSat (с несущим блоком рабочего тела): 1 — несущая плата (без жёсткой подложки) с установленными электронными компонентами и зеркальной светоотражающей нижней поверхностью, 2 — несущий твердый блок рабочего тела (рабочий слой С — термосублимационный), 3 — твердый блок рабочего тела (рабочий слой Т — термokatалитический), 4 — вспомогательный сектор блока рабочего тела для деорбитинга. Форма блока рабочего тела показана условно и в общем случае определяется заданным законом регулирования



**Рис. 7.** Схема масштабирования двигателей циклической микротяги типа «Импульс-С» для установки на КА типа CubeSat или PocketQube на развёртываемых боковых панелях



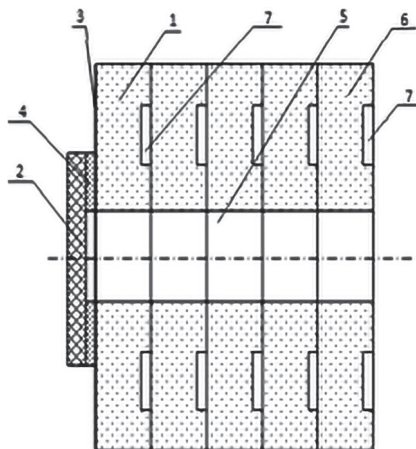
Конструкция всех двигателей типа «Импульс» включает встроенные технические решения или устройства для деорбитинга, исключающие накопление космического мусора из завершивших срок активной эксплуатации фемтоспутников при их использовании.

Планируются пусковые испытания двух массо-габаритных макетов фемтоспутников с двигателями «Д-Старт»: типа AmbaSat-1 с двигателем «Импульс-С» на развёртываемой ленточной подвеске и перспективного фемтоспутника с интегрированным блоком рабочего тела на нижней поверхности несущей платы — на устойчивость к типичным пусковым нагрузкам (перегрузкам, механическим ударным, вибрационным, тепловым, акустическим), с использованием в качестве летающего стенда прототипа суборбитальной метеоракеты Nebo-25 партнёрской компании ООО «Успешные ракеты» (Мансуров, 2021).

Также рассматривается возможность обоснованного применения двигателей типа «Импульс» на традиционных КА формата CubeSat или PocketQube (50×50×50 мм), например, в целях деорбитинга — в частности, в рамках меморандума о намерениях (*англ.* Memorandum of Understanding — MOU) от 30.03.2021 г. с компанией UZURO Tech. (Республика Корея). При этом аналогичные двигатели могут размещаться на развёртываемых боковых панелях, не занимая внутренний объём КА (рис. 7). В настоящее время ведётся подбор и оптимизация параметров и конструкции подобных двигателей для российской компании ООО «Стратонавтика» (в том числе для возможного применения в образовательных целях) для решения задачи снижения орбиты КА формата CubeSat с 650 до 300 км.

Другим рассматриваемым вариантом оптимизации массы фемтоспутников типа ChipSat — Sprite представляется проект «Фейерверк» (заявка на изобретение № 2020133973 «Фемтоспутник и способ группового запуска фемтоспутников»). В данном случае в слотах пускового контейнера типа CubeSat 3U, применяемого для группового запуска КА типа AmbaSat-1 или KickSat Sprite (Manchester et al., 2013), размещаются жёсткие блоки фемтоспутников, выполненные на облегчённых платах без несущей подложки, соединённых тонкими слоями связующего материала, аналогичного рабочему телу двигателей «Импульс». Такие слои обеспечивают целостность блока при стартовых перегрузках, вибрационных, ударных и иных механических нагрузках, а затем, после запуска блоков фемтоспутников из слотов пускового контейнера в автономный полёт, выполняют функцию двигателей разделения и разведения.

Следующим перспективным изделием, разрабатываемым ООО «Д-Старт», становится изделие «Блок» (заявка на изобретение № 2021100179 «Отражатель кинетического реактивного двигателя и космический аппарат фемтокласса (фемтоспутник)»), разработка которого планируется в 2022–2023 гг. в продолжение выполняемых работ по договору № 3626ГС1/60541 за счёт средств запрашиваемого гранта Фонда содействия инновациям по программе «Старт-2». Изделие представляет собой импульсный (в том числе кинетический) двигатель для одноимпульсного манёвра в виде жёсткого несущего отражателя, выполненного в габаритах стандарта CubeSat, интегрированный с КА.



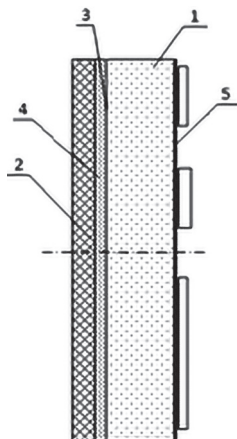
**Рис. 8.** Схема перспективного кинетического реактивного двигателя «Блок» с несущим отражателем, интегрированного с конструкцией фемтоспутника типа CubeSat: 1 — рабочий элемент модульного несущего отражателя, 2 — мишень, 3 — рабочая поверхность отражателя, 4 — сублимационный слой отделения мишени, 5 — сквозной канал для ударника, 6 — промежуточный элемент модульного несущего отражателя, 7 — слот для полезной нагрузки

При этом отражатель сделан из материала малой плотности наподобие твёрдого аэрогеля, а полезная нагрузка типа ChipSat размещается в слотах отражателя (рис. 8). Подобная конструкция допускает запуск КА фемтокласса с использованием

типовых устройств для спутников формата CubeSat. В рамках соглашения о стратегическом партнёрстве № ДС-КЛ от 26.06.2021 планируется разработка пусковых устройств для КА «Блок» разработчиком ООО «КосмоЛаб». Лётные (стратосферные) испытания прототипа КА «Блок» планируются в 2023 г. при участии ООО «Стратонавтика», ранее неоднократно осуществлявшего запуск научных, образовательных и коммерческих грузов в стратосферу с использованием стратостатного комплекса собственной разработки. В дальнейшей перспективе рассматривается возможность создания модификаций «Блок-В» (возвращаемые на Землю КА «Блок» с использованием отражателя в качестве аэродинамического теплового щита) и «Блок-Л» (КА «Блок» для доставки полезной нагрузки типа ChipSat на поверхность Луны с одноимпульсным стартовым манёвром с околоземной орбиты и ударным торможением о поверхность с использованием отражателя в качестве бампера).

В более отдалённой перспективе возможно изготовление аналогичных двигателей для КА нового перспективного стандарта DiskSat (Welle et al., 2021), круглая несущая опорная плита которого хорошо интегрируется с отражателем кинетического или иного импульсного двигателя.

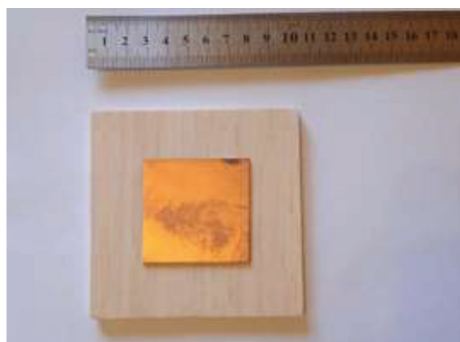
Упрощённой версией подобного двигателя выступает импульсный двигатель «Импульс-А» (рис. 9), в котором энергия внешнего источника (см. 1, рис. 1) пренебрежимо мала в сравнении с химической энергией взрыва материала мишени (см. 3, рис. 1,  $E \gg E_0$ ). В связи с тем, что для современных фемтоспутников типа Monarch экспериментально подтверждена способность выдерживать кратковременные перегрузки в диапазоне от 50 000 до 27 000g с сохранением работоспособности самых «слабых» элементов конструкции (<https://spacelin.ru/osnovnye-proekty/buksir-dlya-apparatov-nano-i-mikro-klassa/>), подобные двигатели для



**Рис. 9.** Схема перспективного импульсного двигателя «Импульс-А» с несущим отражателем, интегрированного с конструкцией фемтоспутника типа суб-CubeSat: 1 — несущий отражатель, 2 — мишень, 3 — рабочая поверхность отражателя, 4 — сублимационный слой отделения мишени, 5 — полезная нагрузка

фемтоспутников представляют несомненный интерес в ближайшей перспективе для обеспечения одноимпульсных манёвров.

Прототип изделия с двигателем «Импульс-А» успешно прошёл серию испытаний 29.11.2021. Прототип — массо-габаритный макет фемтоспутника представлял собой лёгкий несущий отражатель формата суб-CubeSat размером  $100 \times 100 \times 8$  мм с закреплённым имитатором полезной нагрузки (платы). Макет фемтоспутника массой 8,6 г был закреплён на отражателе общей массой 360 г. Используются пиротехнические имитаторы мишеней с массой заряда около 0,2 г, что соответствовало энергии взрыва около 600 Дж (или скорости эквивалентного ударника массой 1 г около 1095 м/с для кинетического двигателя). Относительный вылет мишени (отношение расстояния от рабочей поверхности отражателя до эпицентра взрыва к характерному размеру отражателя) составлял от 0,15 до 1,2. Для массо-габаритного макета массой 8,6 г во всех экспериментах достигнуто приращение эквивалентной скорости  $\Delta V \approx 98$  м/с, что примерно соответствует необходимому значению для манёвра подъёма высоты круговой орбиты кубсата типа 3U на 300 км (<https://spacelin.ru/osnovnye-proekty/buksir-dlya-apparatov-nano-i-mikro-klasa/>), и эквивалентный коэффициент полезного действия (КПД) (отношение кинетической энергии КА к энергии взрыва) около 7 %.



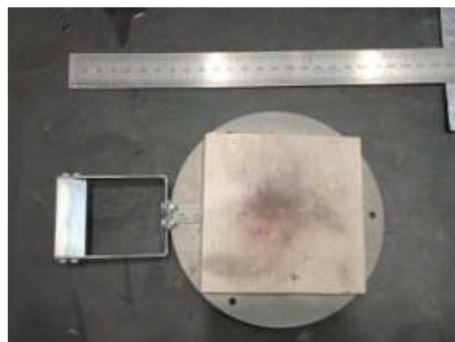
*a*



*b*



*v*



*z*

**Рис. 10.** Массо-габаритный макет фемтоспутника типа субCubeSat для стендовых испытаний прототипа импульсного двигателя «Импульс-А»: *a* — в исходном состоянии после сборки; *b* — после установки на стенде МСИД; *v* — в ходе испытаний; *z* — после испытаний (вид с рабочей поверхности отражателя)

В диапазоне относительного вылета мишени 0,15–1,2 не выявлено существенных отличий приращения эквивалентной скорости и КПД, что позволяет использовать варианты с большим вылетом и меньшим максимальным мгновенным давлением на отражатель. Были подтверждены работоспособность и эффективность двигателя «Импульс-А» как такового и концепции импульсных двигателей (включая кинетический двигатель) в принципе. После серии испытаний рабочая поверхность отражателя была в хорошем состоянии без заметных видимых механических и термических повреждений, воздействие взрывов на имитатор полезной нагрузки не отмечено (рис. 10).

В настоящее время сопоставимые габаритные размеры (100×100×25 мм) имеют серийные наноспутники SpaceVee, используемые для создания орбитальной сети Интернета вещей, американской компании SwamTechnologies, которая в 2021 г. приобретена крупной американской космической компанией SpaceX.

Эффективное использование двигателей типа «Импульс-А» в образовательном процессе также возможно в ближайшее время (а кинетических двигателей типа «Блок» — в более отдалённой перспективе) при положительном решении проблем регулирования использования высокоэнергетических материалов, применяемых в составе мишеней — например, при участии лицензированных операторов, располагающих лицензией на деятельность, связанной с обращением взрывчатых материалов промышленного назначения, для непосредственной установки мишеней двигателей на изделия, ранее разработанные и изготовленные с участием и в интересах участников образовательного процесса.

## РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Данные проекты ООО «Д-Старт», представленные как общий проект «Двигатели сверхмалых КА» в рамках деловой программы международного авиационно-космического салона МАКС-2021, были показаны и отмечены в финале VI Национального конкурса инновационных проектов аэрокосмической отрасли SKY.TECH.

Определённый интерес в образовательном процессе может представлять также смежный проект ООО «Д-Старт» «Индикатор» (заявка на изобретение № 2020133517 «Способ обнаружения признаков биологической активности») по распределённому многооточечному мониторингу в реальном времени параметров атмосфер Марса и Венеры с помощью зондов фемтокласа и аппаратуры типа ChipSat с одновременным поиском возможных признаков биологической активности в атмосфере с использованием конструкторско-технологического задела по кинетическим двигателям, а также по моделированию данного процесса в атмосфере Земли. Данное предложение может быть эффективно интегрировано в программу «бюджетных» исследований атмосферы Венеры в соответствии с инициативой The Search for Life in Venus' Clouds, выдвинутой группой специалистов Массачусетского технологического института (<https://venuscloudlife.com/>), или аналогичную отечественную программу. Предложение было представлено ООО «Д-Старт» на круглом столе PH3 on Venus? 12.10.2021 в рамках программы The Twelfth Moscow Solar System Symposium в ИКИ РАН.

Любое из упомянутых направлений деятельности ООО «Д-Старт» по разработке двигателей и смежных технических решений может рассматриваться как область приложения и развития компетенций и творческой фантазии учащихся в образовательном процессе.

В частности, выполнение НИОКР по ряду представленных схем двигателей и организация их последующего производства и применения планируется

в 2022 г. и далее в рамках сотрудничества ООО «Д-Старт» и профильной кафедры «Авиа- и ракетостроение» Омского государственного технического университета (ОмГТУ), в том числе с возможностью использования ряда работ в качестве элементов учебного процесса, а также в рамках действующих соглашений о сотрудничестве ООО «Д-Старт» с АНО «Омский научно-образовательный центр» и Центром коммерческого космоса Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Королёва. Ранее линейка двигателей была представлена на семинаре «Газо-гидродинамические и тепло-массообменные процессы в ракетно-космической технике» кафедры «Авиа- и ракетостроение» ОмГТУ 08.10.2021.

В связи с изложенным выше, со стороны ООО «Д-Старт» выносятся следующие предложения для реализации в Российской Федерации и государствах Евразийского экономического союза в 2020-х гг.

1. Принять в качестве стандарта в области профильного космического школьного, средне-специального, вузовского и дополнительного образования, наряду со стандартом CubeSat, более доступный и демократичный стандарт КА фемтокласса.

(После анонсирования проекта Space-π со стороны Фонда содействия инновациям в рамках форума Open Innovation 2020 была предварительно согласована возможность использования некоторых из 100 планируемых к запуску спутников CubeSat в качестве носителей и пусковых платформ фемтоспутников, тем самым расширив возможности и масштабы проекта.)

2. Обеспечить разработку и производство доступных отечественных электронных компонентов для разработки и сборки КА фемтокласса.

(Из опыта работы ООО «Д-Старт», отечественные комплекты для сборки фемтоспутников, аналогичные изделиям AmbaSat, на текущий момент отсутствуют на рынке. При этом сборка спутников AmbaSat-1 преимущественно осуществлялась производителем с использованием компонентов производства КНР, исключая некоторые датчики и серийное собственное производство основных плат.)

3. В рамках п. 1 сформировать технические требования и обеспечить заказ или определить потребность в разработке и поставках двигателей для КА фемтокласса для решения задач космического образования, используя задел и перспективные разработки ООО «Д-Старт».

(В качестве базового стандарта могут рассматриваться наиболее простые, доступные, технологичные и безопасные двигатели типа «Импульс».)

4. Обеспечить бесплатный или льготный запуск в приемлемые сроки КА фемтокласса, созданных в рамках или с элементами образовательного процесса, отечественными операторами пусковых услуг (в том числе достижение соответствующих договорённостей с развивающимися частными операторами пусковых услуг), а также оперативное включение соответствующих экспериментов с ними в программы целевых работ на МКС (и в дальнейшем — на перспективной орбитальной станции РОСС (Российская орбитальная служебная станция)).

5. Обеспечить привлечение заинтересованных учащихся и студентов в рамках основного и дополнительного профильного космического образования к непосредственному участию в разработке, изготовлении и испытаниях изделий космической техники фемтокласса (включая двигатели) с формированием соответствующих навыков и компетенций и, возможно, последующим предоставлением преференций в дальнейшем профильном образовании.

(Так, изготовление прототипов двигателей «Импульс-С», «Импульс-ТС» и ряда моделей конструктивных решений в 2021 г. предоставляло собой несложную ручную работу и осуществлялось с использованием исключительно

безопасных (невзрывоопасных, нетоксичных и т. п.) материалов, что допускало участие учащихся в данных работах, а также в последующих стендовых испытаниях. Ранее, в 2020–2020 гг., со стороны ООО «Д-Старт» предпринимались попытки организации подобной работы с организациями дополнительного образования (включая Омский «Кванториум»), но в связи с ограничениями, обусловленными эпидемической обстановкой, планы не были реализованы.)

Также в качестве одного из направлений профильного космического образования, ООО «Д-Старт» может быть предложено участие заинтересованных учащихся, студентов и образовательных организаций и объединений в решении более масштабной перспективной задачи — разработке массовых сверхдешёвых сверхлёгких «колониальных» зондов-«сеятелей» (носителей наборов катализаторов биохимических процессов) и «хранителей» (носителей баз данных со сверхвысокой плотностью записи, высокоустойчивых к повреждающим факторам) в рамках «научно-фантастического» проекта «Катализ» по перспективному освоению дальнего космоса и резервированию современной культуры (Новосельцев, 2018; Novoseltsev, 2019, 2020). Технические решения, разрабатываемые ООО «Д-Старт» для КА фемтокласса в настоящее время, также рассматриваются как научно-технический задел для проекта «Катализ».

## ЛИТЕРАТУРА

- Зуев Д. М., Пятков А. Г., Мовчан П. В., Смирнов Д. В., Костоков А. С. SibCube — проект студенческого космического аппарата СибГАУ класса CubeSat // Вестн. СибГАУ. 2014. № 4(56). С. 160–166.
- Мансуров О. Космос может улучшить жизнь на Земле // moskvichmag.ru. 10.11.2021. URL: [https://moskvichmag.ru/lyudi/kosmos-mozhet-uluchshit-zhizn-na-zemle-osnovatel-succsess-rockets-oleg-mansurov/?fbclid=IwAR1CWII7--Yu8p5u1cNa3m0-mtQneSD9o\\_mD-nqMduivUtQ2WDev7oh9vw](https://moskvichmag.ru/lyudi/kosmos-mozhet-uluchshit-zhizn-na-zemle-osnovatel-succsess-rockets-oleg-mansurov/?fbclid=IwAR1CWII7--Yu8p5u1cNa3m0-mtQneSD9o_mD-nqMduivUtQ2WDev7oh9vw).
- Новосельцев Д. Проект «Катализ»: о возможности целенаправленного распространения разумной жизни в Галактике // Эволюция. Паттерны эволюции. Волгоград: Учитель, 2018. 312 с. С. 32–42. [https://www.socionauki.ru/upload/socionauki.ru/book/files/evol\\_9/032-042.pdf](https://www.socionauki.ru/upload/socionauki.ru/book/files/evol_9/032-042.pdf).
- Новосельцев Д. А. О возможности рациональной утилизации фрагментов околоземного космического мусора // Всероссийская науч. конф. «Космический мусор: фундаментальные и практические аспекты угрозы»: сб. тр. М.: ИКИ РАН, 2019. С. 217–229. Сер. «Механика, управление и информатика».
- Новосельцев Д. А. Разработка и испытания прототипов импульсных двигателей с внешними источниками энергии для космических аппаратов фемтокласса на базе концепции кинетических реактивных двигателей с возможностью использования космического мусора // Проблемы разработки, изготовления и эксплуатации ракетно-космической техники и подготовки инженерных кадров для авиакосмической отрасли: Материалы 15-й Всероссийской научно-техн. конф., посвященной памяти гл. конструктора ПО «Полёт» А. С. Клинышкова. Омск, 2021. С. 22–25.
- Сбор заинтересованностей на проведение работ в рамках проекта Space-π // fasie.ru. 01.06.2021. URL: [https://fasie.ru/press/fund/sbor-space-p/?sphrase\\_id=100773](https://fasie.ru/press/fund/sbor-space-p/?sphrase_id=100773).
- Atchison J., Peck M. A passive, sunpointing, millimeter-scale solar sail // Acta Astronautica. 2010. V. 67. No. 1. P. 108–121.
- ChipSats: New Opportunities. Final Report / Intern. Space University. MSS Program. 2020. 148 p.
- Hein A., Burkhardt Z., Eubanks T. M. AttoSats: ChipSats, other Gram-Scale Spacecraft, and Beyond // arxiv.org. 2019. arXiv:1910.12559. URL: <https://arxiv.org/abs/1910.12559>.
- Levchenko I., Bazaka K., Ding Y., Raites Ye., Mazouffre S., Henning T., Klar P. J., Shinohara S., Schein J., Garrigues L., Kim M., Lev D., Taccogna F., Boswell R. W., Charles C., Koizumi H., Shen Y., Scharlemann C., Keidar M., Xu Shuyan. Space micropropulsion systems

- for Cubesats and small satellites: From proximate targets to furthestmost frontiers // *Applied Physics Reviews*. 2018. V. 5. Art. No. 011104. URL: <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5007734>.
- Manchester Z., Peck M., Filo A.* KickSat: A Crowd-Funded Mission to Demonstrate the World's Smallest Spacecraft // *Proc. 27<sup>th</sup> AIAA/USU Conf. Small Satellite Constellations*. Aug. 10–15, 2013, Logan, Utah, USA. 2013. Paper: SSC13-IX-5.
- Novoseltsev D.* The Catalysis Project: On the Possibility of Purposeful Expansion of Intelligent Life in the Galaxy // *Evolution: Evolutionary Trends, Aspects, and Patterns* / ed. L. E. Grinin, A. V. Korotayev. Volgograd: 'Uchitel' Publ. House, 2019. P. 66–75. [https://www.socionauki.ru/upload/socionauki.ru/book/files/evol\\_6\\_en/004\\_.pdf](https://www.socionauki.ru/upload/socionauki.ru/book/files/evol_6_en/004_.pdf).
- Novoseltsev D.* The Catalysis Project: On the Possibility of Purposeful Expansion of Intelligent Life in the Galaxy // *History and Mathematics: Investigating Past and Future* / ed. L. E. Grinin, A. V. Korotayev. Volgograd: 'Uchitel' Publ. House, 2020. P. 228–237.
- Perez T. R., Subbarao K.* A Survey of Current Femtosatellite Designs, Technologies, and Mission Concepts // *J. Small Satellites*. 2016. V. 5. No. 3. P. 467–482.
- Umansky-Castro J. S., Yap K. G., Peck M. A.* ChipSats for Planetary Exploration: Dynamics and Aerothermal Modeling of Atmospheric Entry and Dispersion // *Frontiers Astronomy Space Sciences*. 2021. 17 p. URL: <https://doi.org/10.3389/fspas.2021.664215>.
- Welle R., Venturini C., Hinkley D., Gangestad J.* The DiskSat: A Two-Dimensional Containerized Satellite // *35<sup>th</sup> Annu. Small Satellite Conference*. 2021. Art. No. SSC21-XIII-12. 12 p. URL: <https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5101&context=smallsat>.

## DEVELOPMENT AND TESTS OF D-START FAMILY ENGINES WITH EXTERNAL ENERGY SOURCES FOR ULTRASMALL SPACECRAFT AND POSSIBILITIES OF THEIR APPLICATION FOR SPACE EDUCATION

*D. A. Novoseltsev*

D-Start Ltd., Omsk, Russia

The article proposes a line of D-Start LLC ultra-small spacecraft engines, mainly femto-class, with external energy sources, constant (cyclic) micro-tension and for single-pulse inter-orbital maneuvers with relatively large incremental speed, based on the core scheme of the kinetic jet engine. The results of design work and rig experimental studies are presented. Paper describes the possibilities and prospects of using the engines and related technical solutions for widely available scientific and educational spacecraft, as well as the integration of work on the creation of engines in the educational process.

*Keywords:* engine, single-pulse maneuver, interorbital maneuver, de-orbiting, deflector, target, thermosublimation, femtosatellite, CubeSat, sub-CubeSat, ChipSat, space debris

---

**Novoseltsev** Dmitry A. — general director, PhD of technical sciences, [danovoseltsev@mail.ru](mailto:danovoseltsev@mail.ru)

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ: СОЗДАНИЯ СИМУЛЯТОРА ДОБЫЧИ И АНАЛИЗА ЛЕДЯНОГО КЕРНА

*Е. М. Проскурякова, М. Д. Белоусова, А. А. Гасанов*

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

В рамках Летней космической школы – 2021 (ЛКШ-2021 — образовательное мероприятие с интенсивной научно-просветительской программой) был разработан программно-аппаратный комплекс для решения одной из образовательных задач школы: работа по получению и изучению ледяного керна. Добычу и анализ керна участники ЛКШ выполняли в виртуальной реальности. Было создано приложение для шлема HTC VIVE. В данном проекте нам удалось в полной мере использовать возможности технологии виртуальной реальности и успешно применить её для реализации образовательной задачи.

*Ключевые слова:* виртуальная реальность, виртуальное образование, моделирование, ледяной керн

## ВВЕДЕНИЕ

Значение инновационных технологий в современном образовании невозможно переоценить. Новые технологии и подходы стали своеобразным трендом в системе образования, поскольку позволяют значительно увеличить заинтересованность учащихся в получении знаний, а соответственно и познавательную способность.

Полезность применения технологий виртуальной реальности (*англ.* virtual reality — VR) для повышения познавательного потенциала рассматривалась не раз в публикациях как отечественных, так и зарубежных учёных. Расширение познавательных возможностей достигается за счёт иммерсионных эффектов виртуальной реальности (Лемак и др., 2020), что позволяет, в свою очередь, добиться увеличения и ускорения запоминания информации учащимися в более неформальной обстановке (Hain, Najtmanek, 2019). Современные VR-технологии позволяют визуализировать целые процессы от первого лица, что уже применяется в сфере исторических реконструкций (Гасанов, 2021).

Задача создания интерактивного VR-симулятора, речь о котором пойдёт в данной статье, возникла в рамках образовательной программы Летней космической школы – 2021 (ЛКШ-2021, URL: <https://2021.space-school.org/>). Летняя космическая школа — это научно-просветительская программа и мероприятие, проводившееся ежегодно с 2015 г., посвящённое актуальным проблемам космонавтики, астрофизики, космической инженерии, космической медицины и научной журналистики.

Программа ЛКШ-2021 включала в себя две части — лекционно-практическую, где участники слушали лекции, выполняли задания и участвовали в мастер-классах, и изоляционный эксперимент — симуляцию космического полёта, где они применяли полученные в первой части мероприятия знания и умения. Одним из элементов практической части стала добыча и анализ ледяного

---

**Проскурякова** Екатерина Михайловна — инженер, ep@vrmsu.ru

**Белоусова** Маргарита Дмитриевна — мл. науч. сотрудник

**Гасанов** Арсений Аланович — аспирант



керна, проходившие по сюжетному сценарию Летней космической школы на другой планете, приближенной по условиям к Земле. Данная активность была реализована при помощи симуляции в виртуальной реальности, созданной сотрудниками VR-центра Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (МГУ).

## КОНЦЕПЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ

Исходной постановкой задачи было создание интерактивного VR-приложения под оборудование — систему виртуальной реальности HTC Vive, отражающее основные черты процесса добычи и анализа ледяного керна, которое при успешном прохождении выдавало бы участникам данные для продолжения сюжета и выдвижения гипотезы об истории и пригодности для жизни виртуальной планеты. Время прохождения для одного участника предполагалось около десяти минут, а сложность была таковой, чтобы все участники, получая при необходимости помощь от операторов, смогли бы справиться с задачей.

Предполагались три основные активности — добыча, подготовка и анализ керна, которые впоследствии были совмещены в одной виртуальной лаборатории, чтобы облегчить пользователю перемещение и продемонстрировать неразрывность и взаимосвязанность данных операций. Кроме того, были добавлены дополнительные активности, призванные акцентировать внимание пользователя на некоторых аспектах процессов добычи, обработки и анализа керна, а также добавить дополнительные действия, чтобы разнообразить прохождение симуляции и сделать его менее линейным. Такими активностями стали поддержание минусовой температуры в виртуальной лаборатории (чтобы виртуальный керн не растаял), перемотка времени, использующаяся, чтобы пользователь сумел за выделенные десять минут произвести операции, которые в реальной жизни занимают многие часы, и возможность рисования маркерами на доске. Последняя активность не является необходимой для прохождения, но добавлена для создания ощущения большей интерактивности окружающей виртуальной среды наряду с отдельными интерактивными объектами, такими как стулья и огнетушители.

Все активности, как упоминалось ранее, было решено совместить в одном помещении виртуальной лаборатории. Для того чтобы пользователь за короткое время смог сориентироваться в виртуальной лаборатории и легко добраться до каждого из необходимых ему инструментов, она была сделана помещением круглой формы, где громоздкое оборудование для добычи керна находилось в центре комнаты, а станции подготовки и анализа керна расположены по кругу вдоль стен. В качестве крыши виртуальная лаборатория получила застеклённый купол, через который пользователь мог наблюдать динамическую смену времени дня, которая происходила при применении упомянутой ранее функции перемотки времени. Применение VR-симуляции в рамках Летней космической школы предполагало также сопровождение пользователя подготовленным оператором, однако для минимизации вмешательства оператора и помощи пользователю в приложении были добавлены возникающие текстовые подсказки и кнопка перезапуска симуляции (рис. 1).

В визуальной составляющей VR-приложения была выбрана стилизованная графика, поскольку применение реалистичной графики потребовало бы детально точное воспроизведение оборудования для добычи, подготовки и анализа керна. Стилизация позволила в данном случае сохранить определённый уровень абстракции в изображении оборудования, сохранив лишь необходимые его черты

для понимания процессов, а также снизить системные требования приложения (создание и воспроизведение реалистичной графики в виртуальной реальности требует высокомоощного профессионального или игрового оборудования) и сделать симуляцию более дружелюбной к пользователю, который, возможно, впервые сталкивается с технологиями виртуальной реальности.



**Рис. 1.** Расстановка объектов в виртуальной лаборатории в движке Unreal Engine 4 (<https://www.unrealengine.com/>)

## ПРОЦЕСС ПРОХОЖДЕНИЯ СИМУЛЯЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ

Первый этап в приложении — процедура добычи ледяного керна. Для этого пользователь должен подойти в виртуальной реальности к модели буровой установки, установить на неё буровой снаряд, и, нажимая кнопки на пульте, сначала перевести установку из горизонтального в вертикальное положение, затем начать бурение и, наконец, вытащить снаряд с добытым образцом. Данные действия проводятся с пульта управления, где пользователь нажимает кнопки в правильной последовательности, которая следует из подсказок и картинок на кнопках. Операция бурения сопровождается соответствующим звуком и спецэффектами в виде облака инея, появляющегося при доставании бура, и ледяных осколков, падающих с него. Наконец, мачта буровой установки вновь возвращается в горизонтальное положение (рис. 2).

На следующем этапе пользователь достаёт из сверла буровой установки полученный образец керна и переносит его к станции подготовки. В реальной процедуре извлечённый керн нарезается на образцы цилиндрической формы длиной в один метр и помещается для хранения в специальные сосуды, которые затем транспортируются в лабораторию для дальнейшей подготовки и анализа, однако в описываемой в симуляции данная часть была опущена в угоду более динамичному прохождению.

Далее на станции обработки происходит нарезка керна на более мелкие образцы, предназначенные для различных вариантов и методов анализа. Чтобы произвести нарезку, пользователю необходимо сыграть в мини-игру, где надо при помощи джойстика провести прямую ровную линию разреза, которая отображается на экране. Если разрез становится неровным и выходит за ограничительные линии, показанные на экране, то он считается некорректным, и пользователю необходимо нажать кнопку «сброс», а затем повторить процедуру.

Проведя три разреза, пользователь получает достаточного размера и количества образцы керна, чтобы приступить к процедуре обработки.

В приложении представлены аналогичные станции химического и изотопного анализа. Пользователь опускает в специальное отверстие образец нарезанного керна, где он плавится и анализируется. В процессе на экране станции выводится инфографика. Когда значения перестанут меняться — анализ закончен, и полученные данные нужно скопировать для продолжения сюжета Летней космической школы.

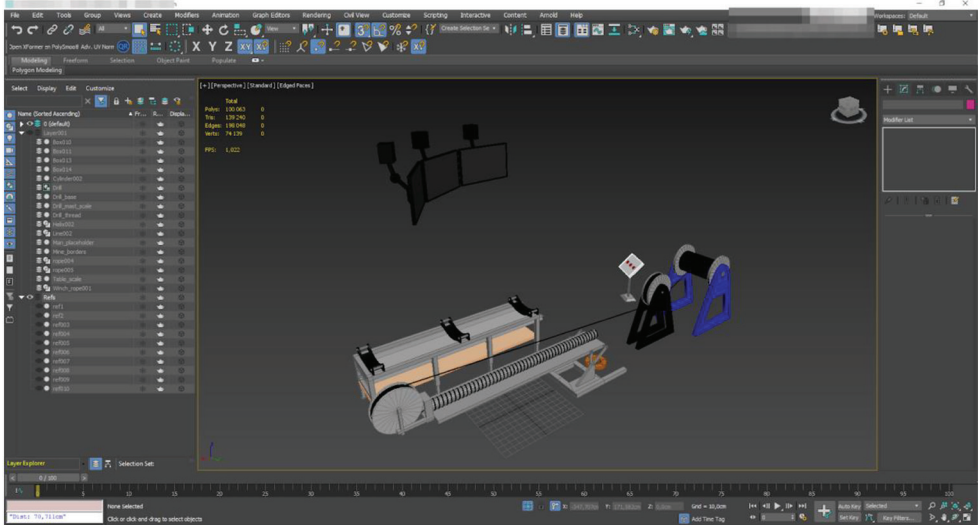


Рис. 2. Оборудование для добычи керна на этапе моделирования трёхмерной геометрии в программе 3ds-Max — буровая мачта, на которой расположен буровой снаряд, лебёдка, стол, для извлечения образцов керна, экраны для вывода инфографики

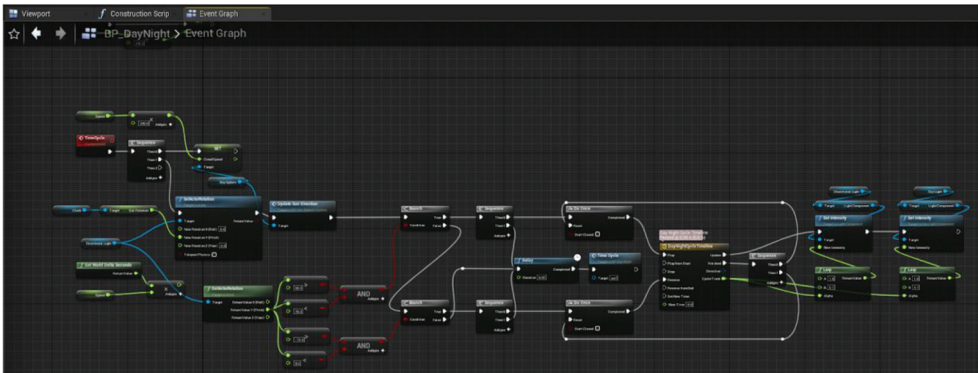


Рис. 3. Пример кода для смены цикла дня и ночи

Необходимо было обратить внимание на то, что многие из представленных процессов занимают продолжительные промежутки времени, а потому были введены часы с функцией перемотки времени. Дождаться окончания анализа керна самостоятельно у пользователя не получится, так как он требует нескольких часов, однако повернув стрелку на часах, пользователь сначала увидит, как

проходит время, по динамическим изменениям неба, которое можно наблюдать через стеклянный потолок лаборатории. Затем, когда будет пропущено достаточное количество виртуального времени, инфографика на экране станции перестанет меняться, а значит — анализ закончен (рис. 3).

Кроме того, в лабораториях по анализу ледяного керна поддерживается отрицательная температура для сохранности образцов. Для визуализации этого аспекта были созданы система охлаждения и термометр. Изначально термометр показывает отрицательную температуру, которая со временем начинает расти. Когда температура приближается к положительной и лёд должен начать плавиться, система охлаждения начинает издавать характерный звук и подавать световые сигналы. По световому сигналу пользователь должен определить местоположение системы охлаждения, осознать ситуацию и включить охлаждение, чтобы избежать преждевременного плавления образцов.

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ

Для начала работы необходимо было определиться с выбором программного обеспечения. Базой для создания приложения послужил игровой движок Unreal Engine 4 (<https://www.unrealengine.com/>), широко используемый для создания приложений в виртуальной реальности. Значительными плюсами Unreal Engine для данного проекта были наличие шаблона для VR-разработки VR-Template, который предполагает уже готовую систему перемещения в виртуальной реальности и возможность захвата и отпускания объектов, а также систему визуального программирования Blueprints, позволяющую легко и быстро собирать необходимую логику взаимодействий из частей готового кода, компилируемого далее в язык C++. Объекты природы, используемые для изображения окружения за стенами виртуальной лаборатории, были приобретены в магазине Epic Store — официальном магазине Epic Games, разработчика движка Unreal Engine. Это позволило значительно сэкономить время и уделить наибольшее внимание ключевым механикам и заботе об удобстве пользователя в симуляции.

Компетенции разработчиков были разделены на программиста (создание взаимодействий, интерактивных элементов, системы подсказок для пользователя и т. д.) и дизайнера (создание трёхмерных моделей оборудования, текстур и материалов, расстановка объектов в комнате и организация пространства, создание визуальных эффектов). Для эффективной удалённой работы применялась сервис-система контроля версий GitHub. Участники проекта могли удалённо получать обновление приложения друг от друга, работать параллельно в разных «ветках» проекта, при необходимости возвращаться к более ранним версиям, все новые наработки сопровождалась комментариями по проделанной работе и возможных проблемах.

Трёхмерные модели оборудования создавались в программном обеспечении 3ds-Max, широко используемом инженерами, специалистами в архитектурной визуализации и геймдизайне (рис. 4). Специалистами Летней космической школы были представлены изображения и схемы образцов оборудования — референсы, по которым дизайнер создавал стилизованные аналоги заданных размеров. Оборудование было разделено на элементы с целью последующей их анимации в движке Unreal Engine 4.

Материалы, применяемые к моделям, создавались также в Unreal Engine при помощи технологии динамически настраиваемых материалов (рис. 5). Материалы имели базовую логику, записанную в «материнском» материале, а в конкретных экземплярах менялись карты текстур, оттенки цвета, частота по-

вторения паттерна и т.д. Необходимости в уникальных текстурах для материалов для данного проекта не было, поскольку в оборудовании преимущественно применялись различные вариации металла и пластика, реже резины и стекла, текстуры для которых были также взяты из официального магазина Epic Store. Лишь для реализации функционала рисования на доске использовались динамически изменяемые текстуры. Когда оператор держит в руке маркер, из кончика маркера выпускаются лучи для определения пересечения с физическими объектами. Если первый объект, с которым пересекается луч, это доска, и расстояние между маркером и доской меньше некоторого заранее заданного, то в точке касания рисуется точка (рис. 6).

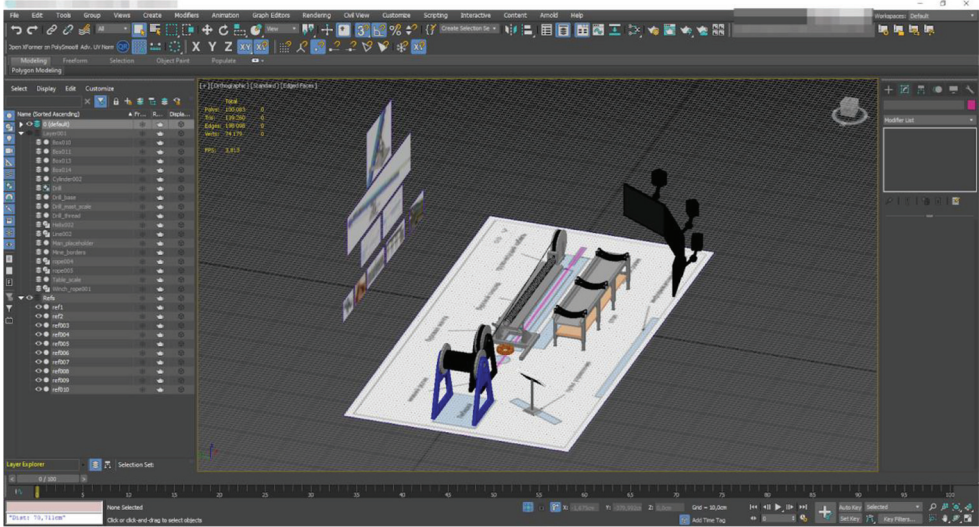


Рис. 4. Моделирование по референсам в 3ds-Max

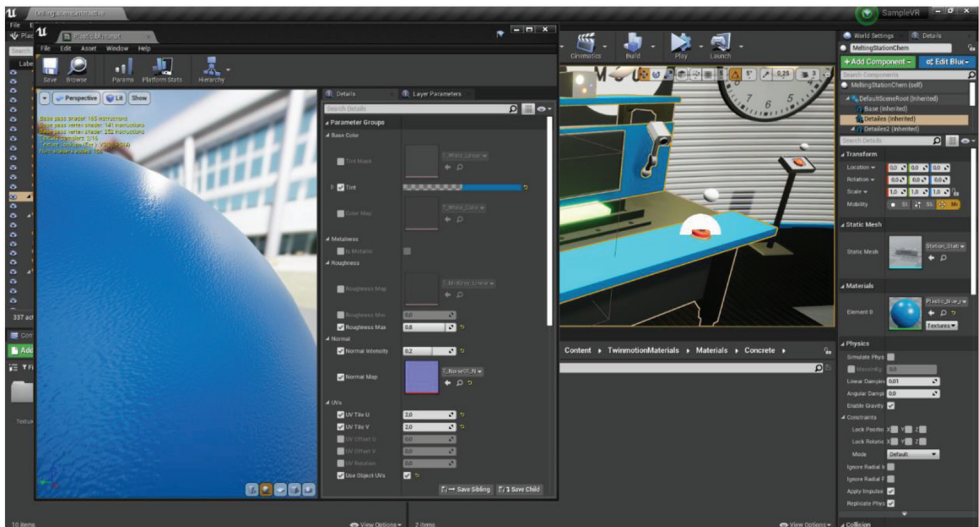


Рис. 5. Работа с материалами в Unreal Engine 4



Рис. 6. Доска с примером изображения на ней

Совместно решалась задача настройки освещения. Необходимо было найти тонкий баланс между статическим и динамическим светом, чтобы, с одной стороны, помещение виртуальной лаборатории всегда оставалось достаточно освещённым и пользователь смог провести все необходимые операции. С другой — динамическое освещение должно было правдоподобно представить смену времени для при использовании «пропуска времени». В результате было создано множество источников света, часть из которых — статическая — освещала все необходимые элементы оборудования минимальным необходимым количеством света, другая часть — динамическая — создавала эффект смены времени дня в таких пределах, чтобы избежать как недостатка, так и избытка света в любой момент виртуального времени (рис. 7).

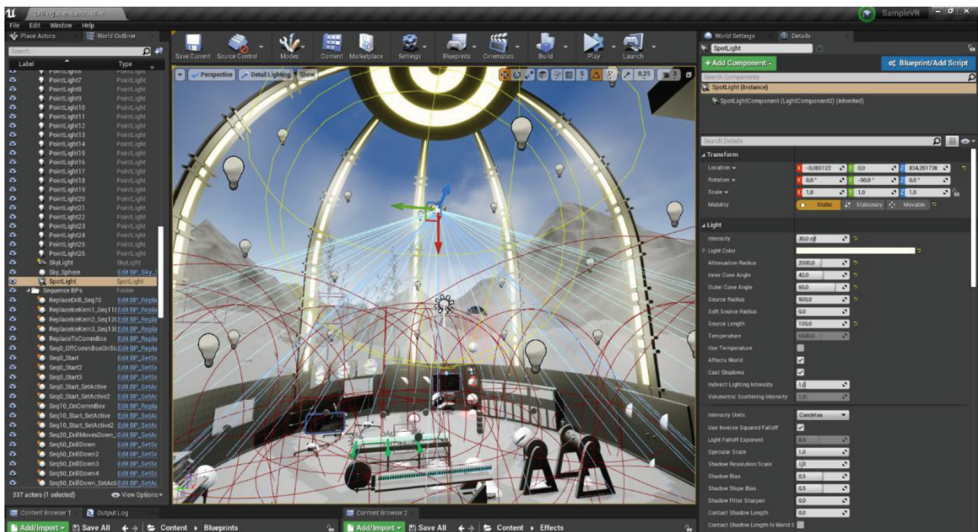


Рис. 7. Работа с источниками света в Unreal Engine 4

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Было создано удобное VR-приложение, позволяющее в игровом формате познакомить пользователей со сложными процедурами добычи, подготовки и анализа ледяного керна. Участники Летней космической школы без проблем справились с поставленными задачами практически без помощи операторов и остались довольны проведённой активностью. Таким образом, данный опыт знакомства учащихся со сложными исследовательскими процедурами посредством создания VR-симуляторов можно считать успешным и далее разрабатывать методы и технологии их создания для применения в различных вариантах образовательных задач.

Созданное VR-приложение не ограничивается его применением в программе Летней космической школы, но также может использоваться для выставочной и образовательной деятельности VR-центра МГУ в первоначальном или изменённом виде. Планируется продолжение работы по созданию образовательных VR-симуляторов в различных научных сферах. Приоритетными направлениями можно считать создание симуляторов для нескольких пользователей одновременно и расширение круга платформ, поддерживающих данное образовательное программное обеспечение.

Необходимо также поблагодарить коллектив Летней космической школы за активное содействие разработке VR-симулятора и специалистов по работе с ледяным керном за предоставленную документацию и консультации в процессе разработки программного обеспечения.

## ЛИТЕРАТУРА

- Гасанов А. А.* Создание интерактивных сред и использование технологий виртуальной реальности в реконструкции производственных процессов (на примере Трёхгорного пивоваренного завода в Москве на рубеже XIX–XX вв.) // Историческая информатика. 2021. № 3. С. 69–85. DOI: 10.7256/2585-7797.2021.3.36567.
- Лемак С. С., Чертополохов В. А., Кручина А. П., Белоусова М. Д., Бородкин Л. И., Мироненко М. С.* Задачи оптимизации расположения элементов интерфейса в виртуальной реальности (в контексте создания виртуальной реконструкции исторического рельефа Белого города) // Историческая информатика. 2020. № 1. С. 81–93.
- Hain V., Hajtmanek R.* Industrial Heritage Education and User Tracking in Virtual Reality, Virtual Reality and Its Application in Education // Virtual Reality and Its Application in Education / ed. D. Cvetković. 2019. 17 p. Ch. 5. DOI: 10.5772/intechopen.90679.

## APPLICATION OF VIRTUAL REALITY FOR EDUCATIONAL TASKS: CREATING A SIMULATOR FOR ICE CORE EXTRACTION AND ANALYSIS

*E. M. Proskuryakova, M. D. Belousova, A. A. Gasanov*

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Within the Summer Space School 2021 (an educational event with an intensive scientific and educational program) a hardware–software package was developed to solve one of the educational school tasks: work on ice core retrieval and study. Ice core extraction and analysis was performed by the Space School participants in virtual reality. An application for the HTC VIVE helmet was created. In this project there was a successful application of virtual reality capabilities to the educational task.

*Keywords:* virtual reality, virtual education, simulation, ice core

**Proskuryakova** Ekaterina M. — engineer, ep@vrmsu.ru

**Byelousova** Margarita D. — junior researcher

**Gasnov** Arseniy A. — postgraduate student



## КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАК ФОРМА ВНЕКЛАССНОЙ РАБОТЫ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Г. В. Устименко<sup>1</sup>, В. А. Садым<sup>2</sup>

<sup>1</sup> МБОУ муниципального образования город Краснодар Гимназия № 18 имени Героя Советского Союза Анатолия Березового, Краснодар, Россия

<sup>2</sup> Краснодарская региональная общественная организация «Федерация космонавтики Кубани», Краснодарское региональное отделение Ассоциации музеев космонавтики России, Краснодар, Россия

Обобщён опыт реализации космического образования в различных направлениях образовательной и воспитательной деятельности МБОУ «Гимназия № 18» в рамках внеклассной деятельности учащихся. Рассмотрены виды космического образования и методы популяризации историко-культурного наследия космонавтики, применяемые в общеобразовательном учреждении, в том числе авторские программы по обучению теоретическим основам истории авиации и космонавтики, развитию интеллектуальных способностей и формированию практических навыков учащихся, «космический» туризм учащихся по памятным местам космонавтики России и Краснодарского края в частности, «салоны космонавтики» как форма пропаганды научных достижений отечественной и мировой космонавтики среди учащихся.

*Ключевые слова:* космическое образование, космонавтика, Краснодарский край, Кубань, «салон космонавтики», образовательно-воспитательная деятельность, историко-культурное наследие, школа

В современных исследовательских работах термин «космическое образование» отождествляется с распространением в обществе знаний о космонавтике. Особая роль в реализации космического образования на уровне пропаганды и популяризации истории космонавтики, достижений ракетно-космической науки и техники, влияния космической деятельности на развитие цивилизации принадлежит общеобразовательным учреждениям, как основным институтам образования и воспитания подрастающего поколения. Особенности космического образования в рамках внеклассной деятельности учащихся обусловлены спецификой используемых школой образовательно-воспитательных средств и методов для его реализации.

Образовательно-воспитательная функция космического образования в общеобразовательных учреждениях различных типов (школы, гимназии, лицеи и т.д.) может реализоваться во всех формах и направлениях его деятельности: в научно-исследовательской и проектной работе, деятельности научных сообществ учащихся, в проведении тематических лекций и бесед, кружковой работе, комплектовании музейного собрания для школьной выставочной экспозиции, школьного музея или уголка истории, организации и проведении праздничных мероприятий (концерт, театрализованное представление и т.д.), специальных образовательных программ, в том числе в формате онлайн.

Цель космического образования учащихся, как формы внеурочной деятельности — развитие познавательной и творческой активности учащихся,

---

**Устименко** Галина Витальевна — учитель истории и обществознания, Почётный работник общего образования РФ, Заслуженный учитель Кубани, [ustimenko.galinka@yandex.ru](mailto:ustimenko.galinka@yandex.ru)  
**Садым** Владимир Александрович — вице-президент КРОО «Федерация космонавтики Кубани», рук. Краснодарского регион. отд-ния АМКОС России, канд. культурологии, [sadymvlad@mail.ru](mailto:sadymvlad@mail.ru)

формирование навыков ценностно-ориентированного отношения к историко-культурному наследию космонавтики, приобщения к нему, а также гражданско-патриотическое воспитание.

Повышая образованность и расширяя кругозор школьников, активизируя их интерес к прошлому и настоящему своей страны, развивая их любознательность, космическое образование решает важные воспитательные задачи. Объектами их образовательной и поисково-собирательной работы чаще всего становятся факты местной истории, местные герои космоса, история родной школы, жизнь и деятельность её выпускников, каким-либо образом связанных с историей космонавтики и ракетно-космической техники.

Изучение практического космического образования в общеобразовательных учреждениях Краснодарского края позволяет обозначить следующие его приоритеты:

- пропаганда и популяризация достижений мировой и отечественной космонавтики;
- изучение истории космонавтики и истории ракетно-космической техники;
- привитие основ научных знаний по космонавтике;
- формирование ценностного отношения к историческому и культурному космическому наследию, в том числе региональному;
- нравственно-патриотическое воспитание учащихся на примерах и подвигах выдающихся деятелей теоретической и практической космонавтики;
- профессиональная ориентация учащихся;
- активизация интереса учащихся к самостоятельному изучению истории космонавтики и ракетно-космической техники.

Примером комплексного подхода к популяризации знаний о космонавтике среди детей и подростков в рамках обозначенных приоритетов космического образования служит опыт космического образования учащихся МБОУ муниципального образования город Краснодар гимназия № 18 имени Героя Советского Союза Анатолия Березового (далее — МБОУ «Гимназия № 18»).

Космическое (аэрокосмическое) образование для педагогического коллектива и учащихся МБОУ «Гимназия № 18» стало своеобразной «национальной идеей» в деле гражданско-патриотического воспитания. Основой для организации деятельности по пропаганде космических достижений среди учащихся гимназии послужила тесная связь Краснодарского края с историей космонавтики, героями космоса.

С Кубанью связаны имена учёных Н. Г. Чернышева, Ю. В. Кондратюка, конструктора Д. И. Козлова, лётчика-испытателя Г. Я. Бахчиванджи. В Краснодарском высшем военном авиационном училище лётчиков им. А. К. Серова и Ейском авиаучилище прошли подготовку многие лётчики-космонавты. Десятки космонавтов бывшего СССР, современной России и зарубежья готовились к полётам в Южнороссийском институте мониторинга земель и экосистем, находившемся в Краснодаре. Первая группа космонавтов СССР, в числе которых был Ю. А. Гагарин, проходила предполётную практику в Краснодарском аэропорту, отрабатывала прыжки с парашютом в пригороде Краснодара и в Геленджике. Сегодня об этом свидетельствует мемориальная доска на одном из административных зданий на территории международного аэропорта Краснодар. В Краснодаре, Сочи, Геленджике, Армавире, Ейске, Туапсе, п. Архипо-Осиповка многие отечественные и зарубежные космонавты находились на отдыхе или в рабочих поездках. На Кубани родились космонавты

В. В. Горбатко, А. Н. Березовой, Г. И. Падалка, В. И. Севастьянов и С. Е. Трещев переехали на Кубань ещё детьми, получили здесь образование. А. А. Мисуркин будучи на Кубани (в Тихорецком учебном центре) принял решение стать космонавтом и позже был зачислен в отряд космонавтов.

С каждым годом во внеурочную деятельность по космическому образованию вовлекаются новые поколения детей, расширяются связи с общественностью, применяются новые формы работы. Тема космоса, которая стала сегодня вновь популярна и актуальна в российском обществе, вызывает интерес у подрастающего поколения. Учащиеся активно занимаются исследованиями и участвуют в изучении истории космонавтики, его историко-культурного наследия.

В МБОУ «Гимназия № 18» с 2002 г. накоплен богатый практический опыт космического образования учащихся. Авторская программа космического образования одного из авторов данной статьи «Со школьной скамьи — к звёздам», которая реализуется на базе общеобразовательного учреждения, позволяет обучать теоретическим основам истории космонавтики, развивать интеллектуальные способности детей и формировать практические навыки учащихся. Знания, полученные во внеурочной деятельности по космическому образованию, расширяют кругозор, дают профессиональные ориентиры, формируют гражданскую позицию, чувство патриотизма и гордости за свою родину.

В рамках программы «Со школьной скамьи — к звёздам» в гимназии проводятся заседания кружка «Гагаринец»; ведётся поисковая и научно-исследовательская деятельность с дальнейшим участием в городских, региональных, краевых и всероссийских конкурсах и научно-практических конференциях; формируется архив, собираются экспонаты для школьной выставочной экспозиции «Кубань и космонавтика», организована работа «Салона космонавтики», «Музея в чемоданчике»; проводятся встречи с космонавтами, ветеранами ракетно-космической отрасли; организуются экскурсионные поездки для детей (школьный «космический туризм»).

«Салоны космонавтики» — одна из форм реализации космического образования учащихся. Заседания салона, как правило, посвящены памятным и знаменательным датам в истории космонавтики, знаковым событиям современной космонавтики. Участники готовят тематическую выставку, мультимедийные презентации для выступления перед сверстниками. Приглашаются ветераны авиации и космонавтики (рис. 1). Тематика салонов разнообразна: «Космический триумф планеты», «Первые посланцы планеты», «Бахчиванджи и Гагарин — космическая параллель», «Женщины осваивают космос», «Космонавт № 2» и т. д.

Школьный проект «Музей в чемоданчике» позволяет увлечь космической темой самых юных учащихся гимназии. Главный атрибут этого образовательного проекта — старинный чемодан с «космическими» экспонатами, который приносят учащиеся средней школы в начальную школу и при помощи музейных экспонатов в увлекательной форме рассказывают детям о достижениях учёных в исследовании космоса, полётах космонавтов (рис. 2).

В процессе реализации исследовательских проектов учащимися формируются коллекции документов, фотографий, книг, подарков, сувениров и т. д., которые служат основой для школьной музейной экспозиции «Кубань и космонавтика». Выставка включает разделы «Космос служит человеку», «Теоретики космоса», «Космодромы», «Космонавты» и др.

В школьной экспозиции представлены книги о теоретиках космонавтики, авиации, коллекции редких марок, значков, виниловых пластинок, сувениров, газет и журналов 1960–1980 гг., грунт с космодрома Байконур, фотографии с автографами космонавтов.



**Рис. 1.** Встреча ветеранов ракетно-космической отрасли и авиации на «Салоне космонавтики» с учащимися МБОУ «Гимназия № 18», Краснодар



**Рис. 2.** Учащиеся МБОУ «Гимназия № 18» с проектом «Музей в чемоданчике» на встрече с учащимися младших классов, Краснодар

Особую ценность экспозиции представляют фотоальбомы, подаренные лётчиком-космонавтом Героем Советского Союза А. Н. Березовым. Члены школьного сообщества организуют расширенные выставки, например, к юбилеям полёта первого человека в космос, «космические реликвии в моей семье» и т. д.

Вовлечение учащихся в поисковую и собирательскую деятельность обеспечивает мотивацию школьников к дальнейшему изучению истории космонавтики. Архивные материалы используются учащимися при подготовке к научно-практическим конференциям. Они занимаются исследовательскими проектами о жизни и деятельности К. Э. Циолковского, С. П. Королёва, В. П. Глушко, Д. И. Козлова, Ю. В. Кондратюка, Н. Г. Чернышева, основателя общественного движения «Кубань и космонавтика» Т. И. Агаповой, кубанских космонавтах, ветеранах космодромов Байконур и Плесецк.

Ученческая проектная деятельность в рамках космического образования связана с творчеством и открытием. Так появились ученические исследовательские проекты «Космические услуги», «Космические системы», «Выдающиеся космические достижения в периодической печати 1950–1960 гг.». Как правило, итогом исследовательской и проектной деятельности учащихся становятся статьи и публикации в печатных изданиях, краевых сборниках конференций.

Одним из направлений космического образования МБОУ «Гимназия № 18» выступает школьный «космический туризм». Члены ученического сообщества гимназии посетили родину К. Э. Циолковского — Калугу, Центр подготовки космонавтов и Центральный музей космонавтики в Звёздном городке, Дом авиации и космонавтики во Всероссийском детском центре «Орлёнок». Были организованы экскурсионные маршруты на родину конструктора Д. И. Козлова в Тихорецк Краснодарского края, Н. Г. Чернышева — в ст. Казанскую Кавказского района Краснодарского края, Г. Я. Бахчиванджи — в ст. Бриньковскую Приморско-Ахтарского района Краснодарского края, в музей космонавтики и авиации в п. Архипо-Осиповка Краснодарского края, в Планетарий имени Ю. А. Гагарина в городе-герое Новороссийске, в музей в Краснодарском высшем военном авиационном училище лётчиков имени Героя Советского Союза А. К. Серова в Краснодаре и т. д. (рис. 3, 4). Эти туристические объекты космонавтики вошли в проект виртуальной экскурсии по космическим местам Краснодарского края — «Космические тропы Кубани», который разработали учащиеся гимназии.



Рис. 3. Экскурсия учащихся МБОУ «Гимназия № 18» в Музей космонавтики и авиации в п. Архипо-Осиповка, г. Геленджик Краснодарского края



**Рис. 4.** Учащиеся МБОУ «Гимназия № 18» у мемориальной доски первой шестёрке космонавтов, проходивших предполётную практику в Краснодарском аэропорту, Краснодар

С 2005 г. МБОУ «Гимназия № 18» тесно сотрудничает с Краснодарской региональной общественной организацией «Федерация космонавтики Кубани». В рамках просветительской деятельности общественников педагоги и учащиеся гимназии не раз становилось участниками региональных научно-практических конференций, посвящённых проблемам изучения историко-культурного наследия космонавтики на Кубани, участвуют во встречах с героями космоса Кубани, ветеранами ракетно-космической отрасли.

Космическое образование, как внеклассная форма обучения учащихся помогает достичь ключевых компетентностей учащимися, так как требует от них навыков самостоятельного принятия решений, нахождения и постановки проблемы, умения выработать собственное мнение, осмыслить опыт, прийти к определённым умозаключениям, логично выстроить цепь доказательств, выразить и проявить себя.

Опыт деятельности МБОУ «Гимназия № 18» в области популяризации историко-культурного наследия космонавтики и пропаганды изучения истории отечественной и мировой космонавтики может использоваться для выработки новых образовательных концепций в сфере космического образования.

## SPACE EDUCATION AS A FORM OF EXTRACURRICULAR WORK IN GENERAL SCHOOL

G. V. Ustimenko<sup>1</sup>, V. A. Sady<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gymnasium No. 18 named after Anatoly Berezovy, Krasnodar, Russia

<sup>2</sup> Krasnodar Regional Public Organization Kuban Cosmonautics Federation, Krasnodar Regional Branch of Association of Cosmonautics Museums of Russia, Krasnodar, Russia

The article presents the experience of space education in different directions of educational and pedagogical practice of Gymnasium № 18 in the framework of extracurricular activities of students. Types of space education and methods of popularization of historical and cultural heritage of cosmonautics used in educational establishment are considered including the following: author programs of teaching theoretical basics of history of aviation and cosmonautics, development of intellectual abilities and formation of practical skills of students, “space” tourism of students to memorable places of cosmonautics of Russia and Krasnodar Territory in particular, “cosmonautics salon” as a form of popularization of scientific achievements of native and world cosmonautics among students.

*Keywords:* space education, cosmonautics, Krasnodar Territory, Kuban, Cosmonautics Saloons, educational activity, historical and cultural heritage, school

---

**Ustimenko** Galina V. — teacher of history and social science, Honorary worker of general education of the Russian Federation, Honored teacher of Kuban, [ustimenko.galinka@yandex.ru](mailto:ustimenko.galinka@yandex.ru)  
**Sady** Vladimir A. — vice-president of Federation of Cosmonautics of Kuban, Head of Krasnodar regional branch of Association of Cosmonautics Museums of Russia, PhD, [sadymvlad@mail.ru](mailto:sadymvlad@mail.ru)

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ КЛАСТЕР НА ОСНОВЕ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ СТРАН BRIKS (ПРОЕКТ)

*В. Ф. Фатеев*<sup>1</sup>, *М. Г. Стройков*<sup>2</sup>, *С. С. Донченко*<sup>1</sup>, *Р. А. Давлатов*<sup>1</sup>, *В. П. Лопатин*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, г.п. Менделеево, Солнечногорский р-н, Московская обл., Россия

<sup>2</sup> Центр международного промышленного сотрудничества ЮНИДО в Российской Федерации, Москва, Россия

Предлагается Международный проект космического научно-образовательного кластера стран БРИКС. Цель проекта состоит в повышении качества научной и учебной работы студентов, аспирантов и школьников стран БРИКС в области дистанционного зондирования Земли, ионосферы, магнитного и гравитационного полей, а также околоземного космического пространства на основе создания коллективной группировки научно-образовательных малых космических аппаратов (НОКА). Наземная инфраструктура проекта включает университетские центры проектирования, центры управления НОКА, а также центры космической информатики и центры оптического наблюдения в университетах и школах. В качестве новых элементов бортовой полезной нагрузки НОКА предлагается бистатическая радиолокационная станция (РЛС) на сигналах GNSS (*англ.* Global Navigation Satellite System — глобальная навигационная спутниковая система, ГНСС), система обнаружения признаков землетрясений по сигналам GNSS, система детального наблюдения элементов космического мусора на низких и геостационарных орбитах, лазерная система наблюдения параметров гравитационного поля Земли, экспериментальный кластер НОКА для обнаружения гравитационных волн, а также система «космический квантовый футшток» на основе атомных часов на борту космической станции. Проект поддержан на Международном онлайн-заседании представителей космических агентств стран БРИКС в июле 2020 г. и включён в дорожную карту торгово-экономического и инвестиционного сотрудничества стран БРИКС.

*Ключевые слова:* научно-образовательный космический аппарат, дистанционное зондирование, бистатическая РЛС, космический мусор, квантовый футшток

## ВВЕДЕНИЕ

Опыт авторов по развитию российских университетских научно-образовательных проектов на основе малых космических аппаратов (МКА) позволяет сделать заключение, что такие проекты существенно повышают качество обучения студентов и аспирантов в университетах космического профиля. В качестве примеров можно привести создание, запуск и использование в учебном процессе МКА серии «Можаец» № 1–5 (Инфраструктура..., 2011; Малые..., 2010), МКА «Сфера-53» (Беляев и др., 2013) и др. Развитие технологий миниатюризации, методов обработки космической информации, а также методик космического обучения способствует существенному расширению списка участников отечественного «космического научно-образовательного клуба» — владельцев собственных студенческих МКА: от ведущих университетов (Московский государственный

---

**Фатеев** Вячеслав Филиппович — рук. проекта, начальник научно-технического центра, д-р техн. наук, проф., [generalfat@mail.ru](mailto:generalfat@mail.ru)

**Стройков** Михаил Григорьевич — советник директора, [alprofis.m@yandex.ru](mailto:alprofis.m@yandex.ru)

**Донченко** Сергей Сергеевич — начальник лаб., канд. техн. наук, [donchenko\\_ss@vniiftri.ru](mailto:donchenko_ss@vniiftri.ru)

**Давлатов** Руслан Аскарджонович — мл. науч. сотрудник, аспирант, [davlatov\\_r\\_a@mail.ru](mailto:davlatov_r_a@mail.ru)

**Лопатин** Владислав Павлович — мл. науч. сотрудник, аспирант, [gagaringiga@gmail.com](mailto:gagaringiga@gmail.com)



технический университет им. Н. Э. Баумана, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Самарский государственный аэрокосмический университет им. С. П. Королёва и др.) до колледжей и школ (например, Российское движение школьников).

Данный проект основан на накопленном отечественном опыте создания научно-образовательных МКА и инициирован рядом международных событий:

- предложением России «О необходимости объединения усилий в исследованиях и созыве специального форума ООН по вопросам изменения климата и исчерпания природных ресурсов», представленным на Генеральной Ассамблее ООН в сентябре 2015 г.;
- резолюцией заседания Международного форума «Участие России в реализации нового соглашения ООН по изменению климата» (Россия, 2016 г.);
- решением стран BRICS (*англ.* Brazil, Russia, India, China, South Africa) (далее БРИКС — группа из пяти стран: Бразилии, России, Индии, КНР, ЮАР) о создании объединённой орбитальной группировки спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);
- Парижским соглашением по климату (декабрь 2015 г.).

## ЦЕЛИ ПРОЕКТА

*Стратегическая цель* проекта состоит в повышении качества научной и учебной работы студентов, аспирантов и школьников стран БРИКС в области ДЗЗ на основе создания группировок научно-образовательных малых космических аппаратов (НОКА).

Цель предполагает развитие и обучение методам мониторинга и исследования природно-климатических, геофизических, гелиофизических и антропогенных явлений, а также методам раннего предупреждения катастроф с помощью системы НОКА.

При этом термин ДЗЗ имеет расширенное толкование: кроме традиционного получения изображений поверхности Земли в разных диапазонах волн он предполагает зондирование ионосферы, измерение параметров магнитного и гравитационного полей Земли, регистрации гравитационных волн, а также плотности «космического мусора» в околоземном и окололунном космическом пространстве.

*Частные образовательные цели проекта:*

- приобретение в университетах стран БРИКС навыков проектирования НОКА и их орбитальных структур, а также навыков управления НОКА, приёма и использования космической информации ДЗЗ;
- планирование и проведение новых научных космических экспериментов на борту НОКА с участием студентов и аспирантов, разработка новых прорывных космических технологий ДЗЗ и направлений использования космической информации;
- испытание на борту НОКА новых научных приборов и методов, предложенных и реализованных студентами и аспирантами университетов;
- повышение в средних школах качества изучения дисциплин физика, география, химия, астрономия, а также профильная ориентация и обучение школьников и студентов колледжей методам анализа данных ДЗЗ, полученных из космоса.

В целом проект направлен на развитие системы подготовки специалистов стран БРИКС в области космического ДЗЗ в интересах решения общечеловеческих задач.

## КОСМИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ПРОЕКТА

Космическая инфраструктура проекта включает (рис. 1):

- орбитальную систему научно-образовательных КА, подготовленных странами-участницами. В идеале каждая страна будет иметь свой (один или более) НОКА;
- национальные наземные центры управления полётом (ЦУП) для управления своим НОКА, связанные каналами оперативного информационного обмена с ЦУП других стран;
- ЦУП Российского сегмента Международной космической станции, а также ЦУП перспективных космических станций (российской и китайской).

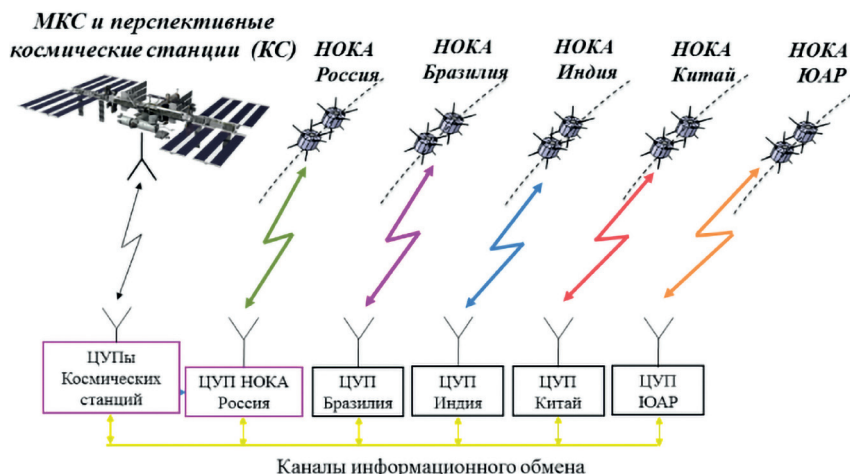


Рис. 1. Космическая инфраструктура проекта

Орбиты НОКА могут быть круговыми низковысотными-полярными, наклонными, солнечно-синхронными с высотой 250–1000 км, а также геостационарными и квазигеостационарными. Выбор орбит в многом ограничивается возможностями попутного запуска с космодромов стран-участниц.

Бортовую аппаратуру НОКА предполагается создавать по любой доступной технологии миниатюризации, в том числе на технологиях CubeSat. Вместе с тем, наиболее полная комплектация НОКА должна включать:

1. Служебную аппаратуру (систему электропитания, радиосистему контроля и управления, систему навигации на сигналах GNSS (*англ.* Global Navigation Satellite System), систему ориентации, радиосистему передачи информации ДЗЗ на Землю и др.);

2. Аппаратуру полезной нагрузки ДЗЗ:

- оптический телескоп видимого диапазона;
- инфракрасный телескоп;
- антенну радиолокатора на основе сигналов GNSS, ориентированную в нади́р (GNSS-reflectometry);
- магнитометр;
- антенны приёмников GNSS, ориентированные под настильными углами для контроля параметров ионосферы и др.

Состав конкретного НОКА каждым участником уточняется при его проектировании в соответствии с научными, техническими и экономическими возможностями участника и общим замыслом Проекта.

## НАЗЕМНАЯ И НАЛУННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ПРОЕКТА

Наземная инфраструктура страны-участницы проекта включает (рис. 2):

- центры управления полётом и бортовой аппаратурой низкоорбитальных научно-образовательных космических аппаратов (ЦУП НОКА), создаваемые при университетах-участниках проекта в странах БРИКС;
- центры проектирования научно-образовательных космических аппаратов, создаваемые при кафедрах космического профиля университетов стран БРИКС;
- центры космической информатики (ЦКИ) — университетские и школьные, предназначенные для приёма, обработки и интерпретации космической информации, а также для обучения студентов и школьников методам обработки и интерпретации информации, поступающей с борта НОКА. Результаты работы ЦКИ передаются заинтересованным потребителям;
- центры оптического наблюдения (ЦОН) научно-образовательных КА, отработавших свой ресурс и ставших опасными неуправляемыми фрагментами космического мусора. ЦОН создаются при школах и университетах на базе оптических малогабаритных телескопов-роботов.

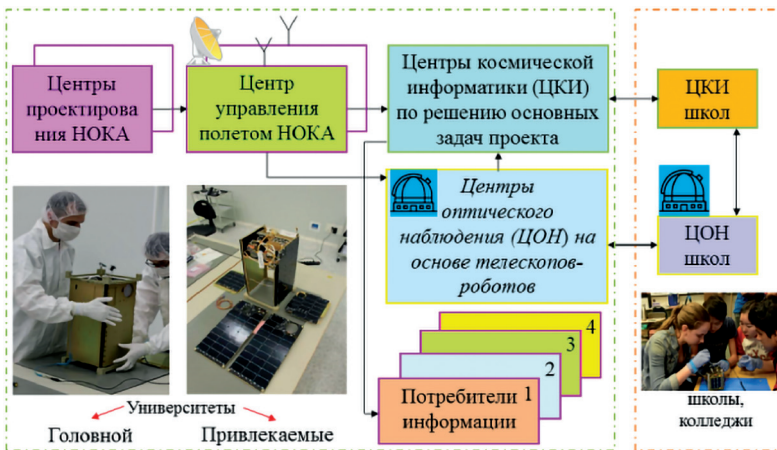


Рис. 2. Наземная инфраструктура страны-участника проекта

Налунная инфраструктура проекта включает стационарную и подвижную лунные платформы (роверы) на видимой стороне Луны. На стационарной платформе (рис. 3) установлен робот-телескоп для наблюдения околоземного пространства и уточнения орбит подлетающих к Земле опасных объектов: астероидов и комет.

В состав аппаратуры налунной платформы необходимо включить робот-телескоп в инфракрасном диапазоне длин волн в специальном укрытии, солнечную батарею электропитания, а также систему радиосвязи с Землёй.



Рис. 3. Стационарный оптический телескоп-робот на поверхности Луны

На лунном ровере, кроме робота-телескопа, предполагается установка специальной гравитационной системы навигации. Авторами исследована такая возможность и показана высокая её ожидаемая эффективность на поверхности Луны (Фатеев и др., 2021). Кроме того, такая система не требует создания специальной дорогостоящей спутниковой окололунной системы навигации.

### АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЦКИ ДЗЗ

В состав центров космической информатики ДЗЗ каждой страны-участницы включаются аппаратные средства и специальное программное обеспечение (рис. 4):

1. Специальное программное обеспечение для решения следующих общечеловеческих задач:

- глобальный мониторинг водных ресурсов;
- контроль глобальных атмосферных изменений;
- предсказание и мониторинг чрезвычайных ситуаций и глобальных катастроф;
- состояние замусоривания поверхности Земли, включая океаны;
- развитие сельского и лесного хозяйства;
- контроль околоземного пространства.

2. Аппаратные комплексы обработки поступающей информации.



Рис. 4. Состав аппаратной части и специального программного обеспечения ЦКИ ДЗЗ страны-участницы Проекта

## СОСТАВ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ НОКА ДЗЗ

### Бортовые оптические средства ДЗЗ

Для получения космических снимков поверхности Земли в состав бортовых оптических средств ДЗЗ могут быть включены следующие камеры, получившие широкое распространение:

- 1) панхроматическая оптическая камера видимого диапазона среднего разрешения (10–20 м);
- 2) спектрозональная камера (3–5 узких диапазонов);
- 3) мультиспектральная (гиперспектральная) камера с несколькими сотнями каналов наблюдения;
- 4) камера инфракрасного диапазона.

Уже известны конструкции телескопов размером 15–17 см на борту микро-спутника CubeSat 3U, причём эти средства способны обеспечить решение практически всех перечисленных выше задач.

### Бортовая бистатическая радиолокационная система на сигналах GNSS

Для дистанционного зондирования поверхности океана с борта НОКА в радиодиапазоне предлагается использовать бортовую бистатическую радиолокационную систему на сигналах ГНСС (Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС, GPS (*англ.* Global Positioning System — система глобального позиционирования), Galileo, Baidou и др.), отражённых от поверхности океана — принцип GNSS-reflectometry (рис. 5).

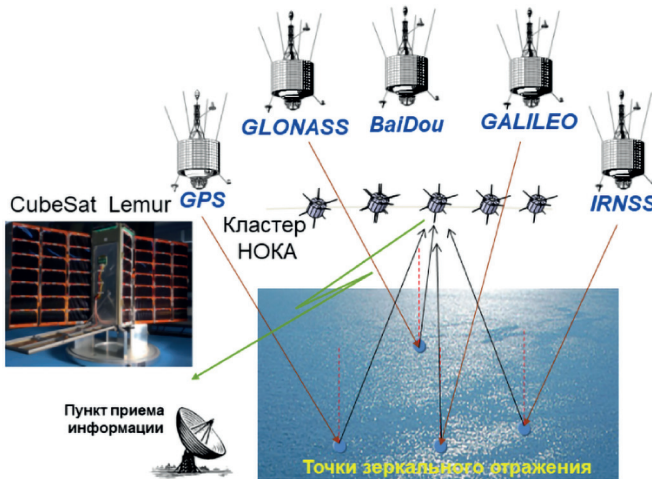


Рис. 5. Принцип работы бортовой бистатической радиолокационной системы на сигналах GNSS, отражённых от поверхности океана

Отражённые сигналы GNSS несут информацию о параметрах взволнованной поверхности океана, о приводном ветре, а также об отражающих свойствах надводных объектов. Такой радиолокатор не излучает зондирующие сигналы

и имеет минимальное энергопотребление. Для реализации такого радиолокатора на борту НОКА необходимо иметь антенну для приёма опорного сигнала GNSS (в зенит), а также антенну для приёма сигналов, отражённых от поверхности океана (в надир). Для достижения требуемого отношения сигнал/шум такая антенна должна иметь увеличенную площадь. Современный опыт конструирования показывает, что с учётом низкого энергопотребления и с использованием современных технологий изготовления антенн такой прибор может быть установлен на борту CubeSat (например, в проекте Lemur (<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/c-missions/cygnss>)).

Такой радиолокатор ДЗЗ позволяет решать следующие задачи:

- раннее обнаружение цунами;
- определение характеристик волнения на акватории;
- уточнение высоты поверхности воды;
- построение радиоизображений надводных объектов, терпящих бедствие в океане и др.

В настоящее время в РФ с участием авторов проведён целый ряд экспериментов с радиолокаторами на этом принципе (Лопатин, Фатеев, 2020; Фатеев и др., 2012), зарегистрированы патенты (Наземно-космическая..., 2012; Устройство..., 2011). В США на GNSS-радиолокаторах создана система разведки метеобстановки в океане (<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/c-missions/cygnss>), на МКС Германия проводит эксперимент «GEROS» (Wickert et al., 2016). Авторы разработали состав бортовой аппаратуры для проведения бистатического эксперимента на российском сегменте (РС) МКС (Фатеев и др., 2016).

## Бортовая система обнаружения признаков землетрясений

Обнаружение признаков землетрясений возможно методом радиопросвечивания ионосферы двухчастотными сигналами GNSS GLONASS, GPS, Galileo, Baidou и др. (рис. 6) по изменению полной электронной концентрации вдоль радиолуча.

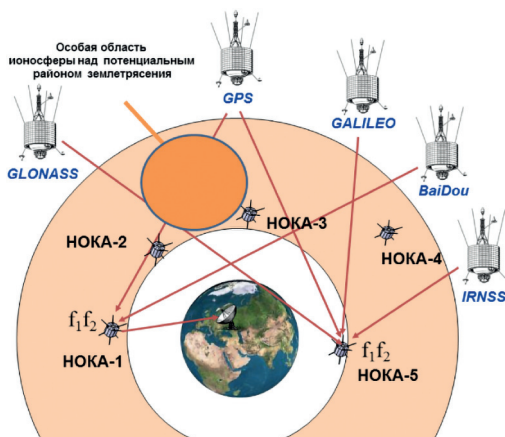


Рис. 6. Принцип обнаружения признаков землетрясений с помощью НОКА на сигналах GNSS

Приём сигналов GNSS, прошедших через ионосферу, возможен на борту всех НОКА, в том числе CubeSat, поскольку аппаратура для их приёма и антенна имеют очень маленькие габариты и вес (сотни граммов).

Для решения задачи по обнаружению особых областей ионосферы, которые имеют изменённые параметры под действием признаков землетрясений, необходимо собрать большой объём измерений от всех НОКА, а также специальное программное обеспечение для решения задач космической радиотомографии. В мире имеется целый ряд успешных экспериментов в этой области: CLARREO (*англ.* Climate Absolute Radiance and Refractivity Observatory), Microlab-1, Formosat-3/COSMIC (*англ.* Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere and Climate), CHAMP (*англ.* Challenging Mini-Satellite Payload), GRACE (*англ.* Gravity Recovery and Climate Experiment), Oceansat, Sentinel-6, Spire Lemur cubesats (Yen et al., 2010).

### **Бортовые системы зондирования элементов космического мусора**

Проблема космического мусора (КМ) становится ключевой при обеспечении безопасности космических полётов в околоземном пространстве. При этом она разделяется на две важнейшие проблемы:

- 1) обнаружение траектории элементов КМ и прогноз их движения;
- 2) детальное исследование (инспекция) наиболее крупных из них и поэтому наиболее опасных.

Для решения первой проблемы авторами предложено использовать много-спутниковые системы МКА, оснащённые мини-телескопами (Фатеев и др., 2011), а также мини-телескоп, установленный на борту космической орбитальной станции (см. ниже, разд. «Кластер НОКА для детектирования гравитационных волн в виде двух „спутников, свободных от сноса“»).

Для решения второй проблемы в рамках рассматриваемого проекта предлагается создать НОКА инспекции КМ, расположенного на низких орбитах и геостационарных орбитах. Орбиты и состав этих НОКА существенно различаются.

#### **НОКА для дистанционного зондирования элементов космического мусора на низких орбитах**

На НОКА такого типа возлагается решение следующих задач:

1. Обеспечение сближения, барражирования и зависания в окрестности элемента КМ с помощью оптико-электронных систем, РЛС и бортового электроракетного двигателя.
2. Построение радио- и оптических изображений элемента КМ.
3. Измерение параметров магнитного поля, уровня инфракрасного (ИК) и радиационного излучения элемента КМ.
4. Контроль состава собственной атмосферы КМ с помощью газоанализатора.

Для решения этих задач в состав НОКА (рис. 7) необходимо включить телескопы видимого и ИК-диапазонов, радиолокатор ближнего действия с фазированной антенной решёткой для построения радиоизображения элемента КМ, магнитометр, датчик радиационного излучения, газоанализатор. Кроме того, на таких НОКА должен быть запас рабочего тела для обеспечения работы электроракетного двигателя.



Рис. 7. Состав НОКА для дистанционного зондирования элементов космического мусора на низких орбитах

**Особенности орбит НОКА для наблюдения техногенных элементов космического мусора на геостационарной орбите**

В этом режиме малогабаритный НОКА, созданный на технологии CubeSat, оснащается бортовым малогабаритным телескопом с диаметром зрачка не более 10 см. При этом по высоте он размещается либо несколько выше, либо ниже геостационарной орбиты — на 0,2–1000 км (рис. 8).

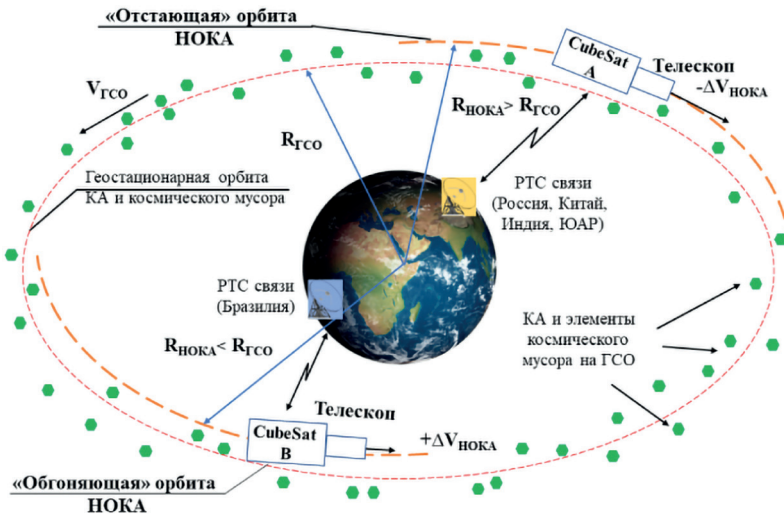


Рис. 8. Орбиты НОКА для наблюдения техногенных элементов космического мусора на геостационарной орбите

В первом случае НОКА несколько отстает от геостационарных объектов, во втором — опережает их в силу разности орбитальных скоростей. В обоих случаях



поле зрения телескопа НОКА как бы сканирует группировку элементов КМ на геостационарной орбите, обеспечивая полное её наблюдение в течение заданного промежутка времени (например, за несколько суток). В силу сравнительно малых расстояний проникающая способность бортового малогабаритного телескопа существенно повышается и обеспечивает обнаружение и детальное изучение элементов КМ на геостационарной орбите. Разрешающая способность телескопа достигает 10–20 см, что в настоящее время недоступно даже для высокоапертурных наземных телескопов.

## СОСТАВ НОКА ГРАВИТАЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

### Оборудование НОКА зондирования параметров гравитационного поля Земли на основе бортового лазерного интерферометра

Принцип зондирования параметров гравитационного поля земли (ГПЗ) с помощью МКА основан на измерении параметров относительного движения двух пробных масс внутри объёма НОКА. Для этого на борту НОКА устанавливаются высокоточные лазерные интерферометры Майкельсона и Фабри – Перо (рис. 9) (Лазерный..., 2021; Фатеев, Давлатов, 2020).

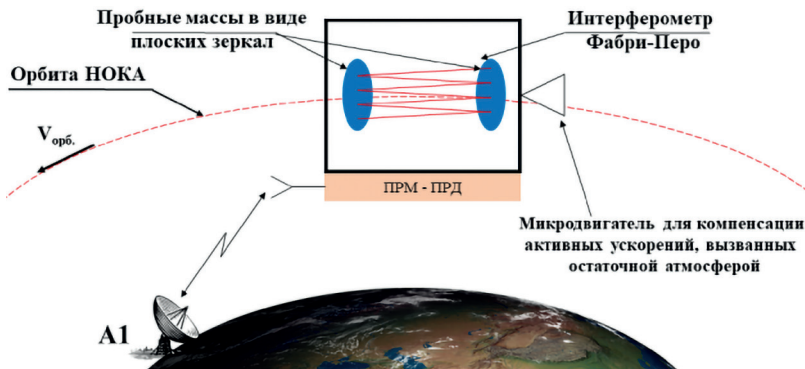


Рис. 9. Оборудование НОКА зондирования параметров гравитационного поля Земли на основе бортового лазерного интерферометра

Авторами показано, что достижимая чувствительность бортового прибора к изменениям градиента ГПЗ существенно лучше, чем в известных технических решениях. Кроме теоретического обоснования принципа зондирования ГПЗ, авторами подготовлен наземный эксперимент на лазерном интерферометре.

С помощью бортового лазерного гравиметрического прибора решаются следующие практические задачи:

- отработка квантовой технологии измерения параметров ГПЗ на борту МКА;
- обнаружение изменений уровня Мирового океана и движения ледников в интересах предсказания изменений климата;
- обнаружение предвестников землетрясений и цунами;
- определение границ чрезвычайных ситуаций (наводнений, оползней и др.);
- уточнение запасов водных ресурсов и др.

## Кластер НОКА для детектирования гравитационных волн в виде двух «спутников, свободных от сноса»

Авторами предложены отечественные проекты космической лазерной гравитационно-волновой антенны (ГВА) SOIGA и SOIGA-2 (*англ.* Space Optical Interferometric Gravitation Antenna) (Донченко и др., 2020; Пустовойт и др., 2020) с размещением узловых точек лазерных интерферометров антенны на орбите ГНСС ГЛОНАСС. Для испытания элементов антенны в проекте предлагается использование кластера из двух НОКА, выполненных в виде спутников, свободных от сноса (ССС) (drag-free) и движущихся тандемно (друг за другом) по одной низкой околоземной круговой орбите (рис. 10).

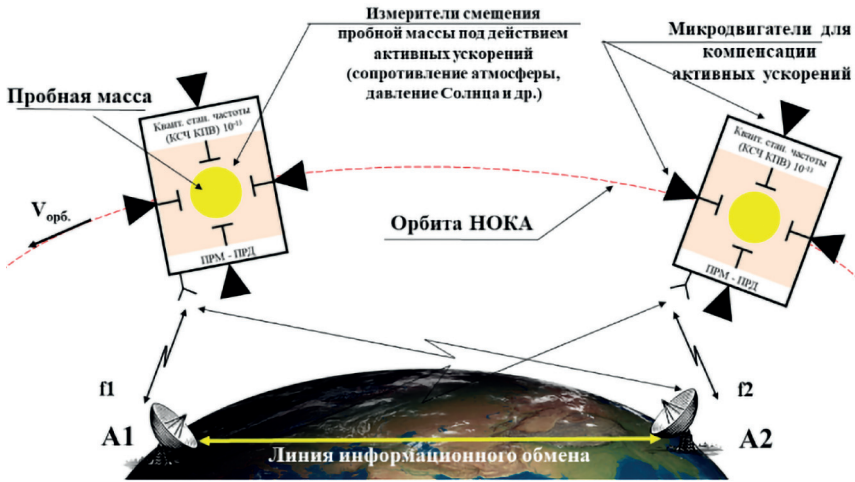


Рис. 10. Экспериментальный кластер НОКА на основе технологии «спутников свободных от сноса» для отработки методов обнаружения гравитационных волн

На борту каждого НОКА установлены свободные пробные массы, размещённые внутри сферического объёма, реализующего ССС. В состав ССС входят измерители смещения пробных масс (ёмкостные или лазерные), а также микродвигатели для компенсации активных ускорений, действующих на НОКА во время полёта, и удержания пробных масс в центре сферического объёма ССС.

Для высокоточного измерения взаимного перемещения НОКА, вызванного воздействием гравитационной волны на пробные массы ССС, предлагается использовать одновременные беззапросные измерения доплеровских смещений радиосигналов, излучаемых обоими НОКА по линии «спутник – Земля». Такие одновременные измерения выполняются с помощью двух разнесённых по поверхности Земли радиотехнических измерителей, а также с помощью бортовых малогабаритных высокостабильных стандартов частоты и времени, разработанных в РФ. Во ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» создан и готовится производству бортовой квантовый стандарт частоты (КСЧ) на эффекте так называемого когерентного пленения населённости КСЧ КПН (Зотов, Парёхин, 2020). Относительная нестабильность его не превышает  $10^{-12}$ , объём —  $60 \text{ см}^3$ , габариты —  $5 \times 4 \times 3 \text{ см}$ , потребляемая мощность —  $300 \text{ мВт}$ . По некоторым показателям он превосходит зарубежные аналоги.

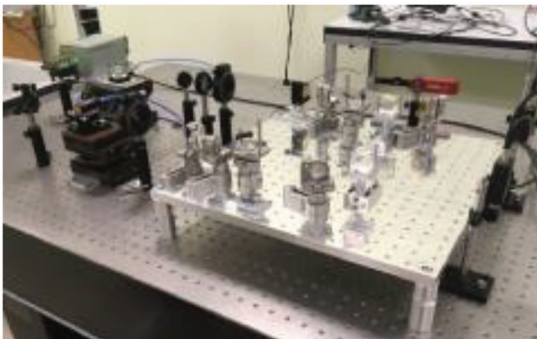
В соответствии с рис. 10, всего в зоне взаимной видимости двух НОКА и двух наземных станций А1 и А2 выполняются четыре независимых измерения доплеровского смещения, которые по линии информационного обмена передаются на ведущую станцию для обработки.

В процессе космического эксперимента решаются следующие задачи:

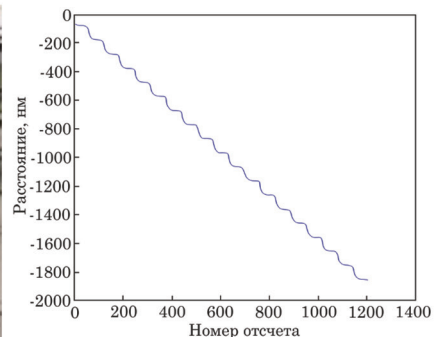
1. Отработка методов использования технологии ССС (drag-free) и космических малогабаритных высокостабильных стандартов частоты и времени для создания отечественной космической гравитационно-волновой антенны SOIGA.
2. Отработка методов использования технологии «спутника свободного от сноса» для дистанционного зондирования параметров гравитационного поля Земли в интересах предсказания изменений климата, обнаружения предвестников землетрясений, изменения уровня океана и др.).

За рубежом (в США, Китае, Японии) идеология космических с активно развивается (см., например, (Hammesfahr, 2001; Kawamura et al., 2006; Luo et al., 2016)). Планируемый в данном проекте эксперимент соответствует самым передовым технологиям обнаружения гравитационных волн и способствует реализации замысла отечественного проекта космической ГВА SOIGA.

В настоящее время авторы макетируют и исследуют возможности элементов космической ГВА в условиях наземной лаборатории (Донченко и др., 2021). Разработан наземный макет межспутникового лазерного интерферометра, внешний вид которого представлен на рис. 11а. Основная задача макета заключается в проверке разрешающей способности гетеродинного интерферометра, оценки шумового спектра, оценки вклада основных составляющих интерферометра в шумовой бюджет. Для проверки разрешающей способности макета интерферометра был выполнен ряд экспериментов с использовался пьезоактуатора. На пьезоактуаторе устанавливался режим сканирования, при котором с заданной периодичностью зеркало перемещается на указанное расстояние с дискретностью перемещения 1 нм. Результаты сканирования с шагом 5 нм представлены на рис. 11б. В итоге было установлено, что точность макета интерферометра составляет  $\pm 0,5$  нм со среднеквадратическим отклонением (СКО) 0,17 нм. Планируется улучшить разрешение интерферометрических измерений на макете до 10 пм за счёт устранения и компенсации основных источников шумов и помех.

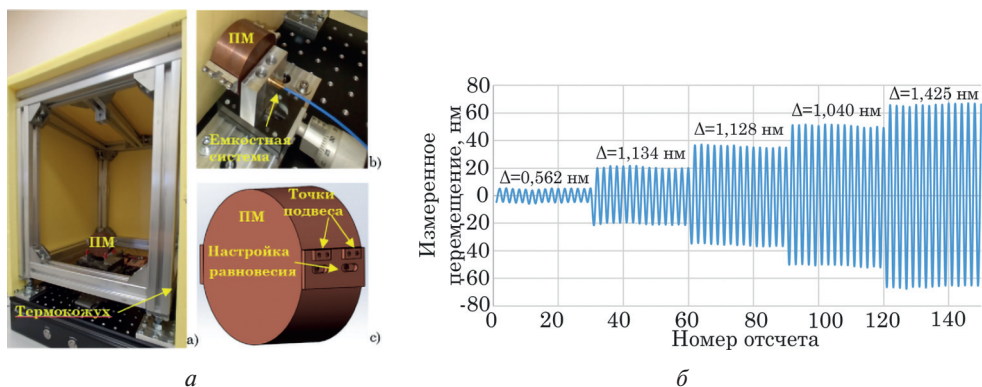


а



б

**Рис. 11.** Наземный макет межспутникового лазерного интерферометра и результаты экспериментов: а — внешний вид макета интерферометра; б — результат эксперимента



**Рис. 12.** Наземный стенд полунатурного моделирования системы «спутника, свободный от носа» и результаты экспериментов: *а* — внешний вид макета интерферометра; *б* — результат измерений и СКО

В настоящее время предложен и разработан наземный стенд полунатурного моделирования системы «спутника, свободный от носа» с подвешенной пробной массой (рис. 12*а*). Для детектирования перемещения пробной массы использовалась ёмкостная система, принцип измерений которой основан на использовании конденсатора с параллельными пластинами. Система оценивает реактивное сопротивление конденсатора, которое изменяется строго пропорционально расстоянию.

С использованием пьезоактуатора была выполнена оценка точности ёмкостной системы. Пьезоактуатор перемещался на 10 нм, 40, 70, 100 и 130 нм. Результаты измерений ёмкостным датчиком и среднее отклонение в каждом диапазоне перемещений представлены на рис. 12*б*. В итоге среднее СКО по всем сериям измерений составило  $\sigma_{\text{cp}} = 1,058$  нм.

## СОСТАВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА БОРТУ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ, СОЗДАВАЕМЫХ В РФ И КИТАЕ

На борту космических станций (КС) предполагается организовать проведение нескольких экспериментов в интересах научного сообщества проекта:

1. *Запуск НОКА типа CubeSat с борта РС МКС силами космонавтов в комплексах U1 (10×10×10 см), U2, U3, U6, U12.*

**Цель:** снижение стоимости запуска НОКА типа CubeSat на низкие орбиты.

2. *Испытание макета бистатического GNSS-радиолоакатора над океаном.*

**Цель:** измерение метеопараметров океана и приводного ветра на основе сигналов ГНСС, отражённых от поверхности океана.

3. *Наблюдение космического мусора с помощью бортового мини-телескопа.*

**Цель:** отработка оптических методов наблюдения космических техногенных объектов с борта КС и уточнение глобальной модели параметров орбит «космического мусора».

4. *Испытание космического квантового футштока на основе сверхстабильных бортовых атомных часов (АЧ), взаимодействующих с наземными АЧ с помощью наземных высокоточных лазерных и радиотехнических локаторов.*

**Цель:** создание высотной основы поверхности территории России и глобальной поверхности Земли высокой точности.

Принцип работы космического квантового футштока базируется на измерении разности гравитационных потенциалов и соответствующей разности ортометрических высот на основе гравитационного эффекта замедления бортового времени относительно наземного (эффекта Эйнштейна (Ландау, Лифшиц, 1967)). Эта разность технически определяется измерением расхождения бортовых и наземных шкал времени сверхстабильных атомных часов с помощью наземных высокоточных радиотехнических и лазерных локаторов. Измерение расхождения бортового и наземного времени из разнесённых точек на поверхности Земли позволяет решить геодезическую задачу: измерить разность ортометрической высот двух разнесённых точек, т.е. задачу нивелирования. При относительной нестабильности атомных часов ( $10^{-16}$ – $10^{-17}$ ) погрешность нивелирования составляет от 10 см до 1 м, что при глобальных расстояниях для современных лазерных нивелиров недостижимо.

Реализация идеи сети наземного квантового футштока предполагает использование квантовых нивелиров различных типов (Донченко и др., 2017; Фатеев, 2020), в том числе на атомных часах космического базирования. Идея измерения разности гравитационных потенциалов между наземными и космическими часами предложена в схеме эксперимента Европейского космического агентства (ЕКА — *англ.* European Space Agency, ESA) ACES (*англ.* Atomic Clock Ensemble in Space — Атомные часы в космосе) (Cacciapuoti, Salomon, 2011) на основе использования ансамбля высокостабильных атомных часов, включающих часы фонтанного типа PHARAO (*фр.* Projet d'Horloge Atomique par Refroidissement d'Atomes en Orbite) с нестабильностью  $10^{-16}$ , а также водородные часы с нестабильностью  $10^{-15}$ .

К настоящему времени авторы провели целый ряд наземных релятивистских экспериментов, посвящённых испытанию квантового нивелира на водородных часах (см., например, (Фатеев, Рыбаков, 2021; Фатеев и др., 2017)), которые подтвердили принцип работы предлагаемых квантовых нивелиров и сети «квантовый футшток».

В связи с изложенным, с целью испытания глобальной сети «квантовый футшток», на борту космической станции предлагается установить малогабаритные водородные АЧ российской разработки с нестабильностью  $10^{-15}$  и лучше. Опыт эксплуатации этих часов в международном проекте «РадиоАстрон» показал надёживающие результаты как в смысле надёжности, так и в стабильности поддержания шкалы времени. Впоследствии, по мере снижения габаритов, на борт с помощью космического грузовика могут быть доставлены цезиевые часы фонтанного типа, а также создаваемые в настоящее время оптические часы с нестабильностью  $10^{-17}$ – $10^{-18}$ . Необходимые наземные лазерные локаторы с требуемой погрешностью в десятки пикосекунд имеются как в РФ, так и за рубежом.

## ИНФРАСТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ

Инфраструктура управления проектом реализуется на основе консорциума участников, в состав которого войдут представители (рис. 13):

- космических агентств стран-участниц (с функциями консультантов);
- головных космических университетов;
- привлекаемых специализированных организаций, университетов, колледжей и школ;
- Министерств образования всех стран БРИКС (в России — это представители Министерства науки и высшего образования, а также Министерства просвещения) с функциями консультантов;

- Центра международного промышленного сотрудничества ЮНИДО (Организация Объединённых Наций по промышленному развитию — *англ.* UNIDO, United Nations Industrial Development Organization, *фр.* ONUDI), на правах консультанта).

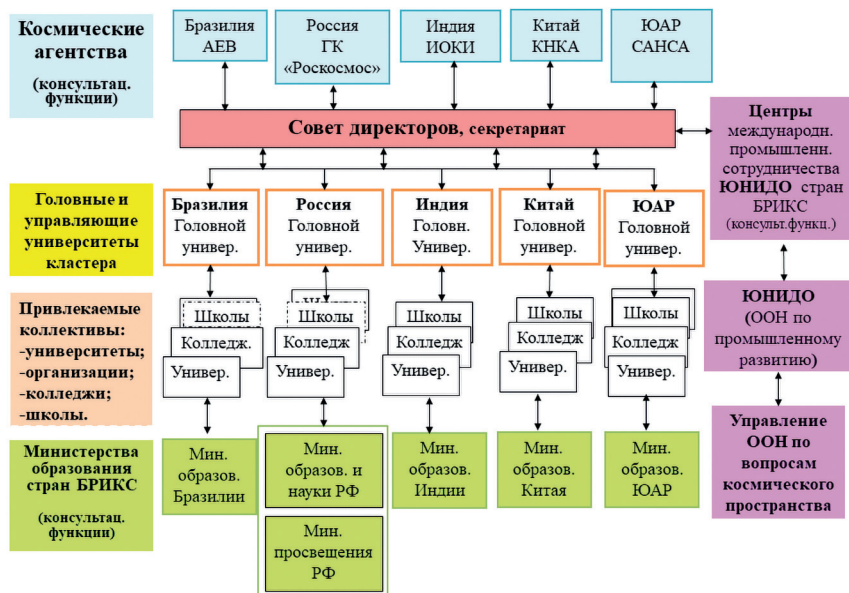


Рис. 13. Состав и структура консорциума проекта

Для управления консорциумом создаётся **Совет директоров** с постоянно действующим секретариатом для решения текущих вопросов. Разработанный проект Устава международного консорциума согласуется и подписывается участниками проекта.

Для руководства национальной технической инфраструктурой проекта в каждой стране БРИКС выбирается головной университет с наибольшим опытом создания и применения НОКА. Каждые два-три года из состава головных университетов стран БРИКС выбирается управляющий университет для руководства и организации взаимодействия национальных технических инфраструктур Проекта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый Проект поддержан на Международном онлайн-заседании представителей космических агентств стран БРИКС в июле 2020 г. и включён в дорожную карту торгово-экономического и инвестиционного сотрудничества стран БРИКС.

К настоящему времени согласие на участие в проекте подтвердили следующие отечественные организации:

- Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва,
- Российский университет дружбы народов,

- Инновационный кластер Красноярского края Технополис «Енисей»,
- АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва,
- ООО «Научно-производственный центр «Малые космические аппараты» (Железногорск, Красноярский край).

Из ведущих международных университетов БРИКС заинтересованность в сотрудничестве и согласии на участие в проекте выразили:

- Северо-западный политехнический университет (*англ.* Northwestern Polytechnical University, NWPU или NPU) Министерства промышленности и информатики Китая;
- университет Сатибама (Индия) (*англ.* Sathyabama Institute of Science and Technology), имеющий свои спутники по мониторингу природно-климатических явлений, а также другие учебные заведения стран БРИКС.

Ближайшая задача развития проекта состоит в разработке аванпроекта, который предполагает:

- создание проекта базового варианта комплекса бортового и наземного оборудования при участии космических агентств и университетов БРИКС;
- подробную оценку проекта, разработку коммерческих направлений использования космической информации, а также структуры финансирования;
- разработку технического задания на проектирование и производство НОКА и наземной инфраструктуры базового варианта проекта.

Финансирование проекта предполагается через Новый банк развития БРИКС.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 19-29-11023 и 19-29-11022.

## ЛИТЕРАТУРА

- Беляев М. Ю., Падалка Г. И., Сапрыкин С. Д., Рыкин А. В., Фатеев В. Ф., Хуторовский З. Н., Шилин В. Д. Результаты наблюдения тестового малого космического аппарата «Сфера-53» средствами СККП России // Электромагнитные волны и электронные системы. 2013. Т. 18. № 5. С. 94–97.
- Донченко С. И., Денисенко О. В., Фатеев В. Ф., Рыбаков Е. А. Квантовый футшток. Проблемы создания и возможности // Научно-техн. конф. «Навигация по гравитационному полю Земли и ее метрологическое обеспечение»: сб. докл. 14–15 февр. 2017, Менделеево. Менделеево: ФГУП ВНИИФТРИ, 2017. С. 115–118.
- Донченко С. С., Фатеев В. Ф., Давлатов Р. А., Харламов П. Г., Карауш Е. А., Гостев Ю. В., Соколов Д. А., Лавров Е. А. Особенности высокоточной космической лазерной гравитационно-волновой антенны на основе спутников, движущихся по орбитам ГЛОНАСС // Альманах современ. метрологии. 2020. № 3(23). С. 53–96.
- Донченко С. С., Давлатов Р. А., Соколов Д. А., Лавров Е. А., Скакун И. О. Состояние макетирования ключевых узлов космической гравитационно-волновой антенны SOIGA // Тр. ИПА РАН. 2021. Вып. 56. С. 3–13.
- Зотов Е. А., Парёхин Д. А. Исследование метрологических характеристик сверхминиа-турного квантового стандарта частоты // Альманах современ. метрологии. 2020. № 3(23). С. 128–137.

- Инфраструктура малых космических аппаратов / В. Ф. Фатеев, С. В. Авакян, А. В. Аверьянов и др.; под ред. д-ра техн. наук проф. Фатеева В. Ф. М.: Радиотехника, 2011. 432 с.
- Лазерный космический гравитационный градиентометр: пат. 2754098С1 Рос. Федерация: МПК G01V7/00 / Фатеев В. Ф., Денисенко О. В., Сильвестров И. С., Давлатов Р. А.; заявл. 01.02.2021; опубл. 26.08.2021.
- Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. М.: Наука, 1967. 460 с.
- Лопатин В. П., Фатеев В. Ф. Концепция развития и применения ГНСС-рефлектометрии // Альманах современной метрологии. 2020. Вып. 2(22). С. 29–41.
- Малые космические аппараты информационного обеспечения / под ред. д-ра техн. наук проф. Фатеева В. Ф. М.: Радиотехника, 2010. 320 с.
- Наземно-космическая радиолокационная система: пат. 113022 Рос. Федерация: МПК G01S 13/06 / Фатеев В. Ф., Ксендзук А. В.; заявл. 29.12.2010; опубл. 27.01.2012, Бюл. № 3.
- Пустовойт В. И., Донченко С. И., Денисенко О. В., Фатеев В. Ф. Концепция создания космической лазерной гравитационной антенны на геоцентрической орбите ГЛОНАСС SOIGA // Альманах современ. метрологии. 2020. № 1(21). С. 27–49.
- Устройство дистанционного зондирования Земли при помощи многопозиционной радиолокационной системы: пат. 103935 Рос. Федерация: МПК G01S 13/06 / Фатеев В. Ф., Попов С. А., Ксендзук А. В.; заявл. 31.03.2009; опубл. 27.04.2011.
- Фатеев В. Ф. Релятивистская теория и применение квантового нивелира и сети «Квантовый футшток» // Альманах современ. метрологии. 2020. № 3. С. 11–52.
- Фатеев В. Ф., Давлатов Р. А. Анализ возможностей космического градиентометра на свободных массах // Альманах современ. метрологии. 2020. № 2(22). С. 65–72.
- Фатеев В. Ф., Рыбаков Е. А. Экспериментальная проверка квантового нивелира на мобильных квантовых часах // Докл. Акад. наук. Физика, техн. науки. 2021. Т. 496. № 1. С. 41–44.
- Фатеев В. Ф., Лагуткин В. Н., Лукьянов А. П. Сеть малых космических аппаратов для наблюдения космических объектов // Микротехнологии в космосе: Тр. 8-й Научно-техн. конф. «Микротехнологии в космосе» / под ред. Ю. М. Урличича. А. А. Романова. 6–7 окт. 2010, Москва. 2011. 208 с.
- Фатеев В. Ф., Ксендзук А. В., Обухов П. С., Крапивкин Г. И., Тимошенко Г. В., Король Г. Н., Фатеев О. В., Новиков В. А., Герасимов П. А., Шахалов К. С. Многопозиционная радиолокационная система с синтезированием апертуры антенны по отраженным сигналам ГНСС ГЛОНАСС // Электромагнитные волны и электромагнитные системы. 2012. Т. 17. № 5. С. 62–67.
- Фатеев В. Ф., Лопатин В. П., Кузьмин Н. И. Космический эксперимент по радиолокации с использованием сигналов ГНСС на борту МКС // Метрология времени и пространства: материалы 8-го Международ. симп. Менделеево, 2016.
- Фатеев В. Ф., Жариков А. И., Сысоев В. П., Рыбаков Е. А., Смирнов Ф. Р. Об измерении разности гравитационных потенциалов Земли с помощью перевозимых квантовых часов // Докл. Акад. наук. 2017. Т. 472. № 2. С. 206–209. DOI: 10.7868/S0869565217020189.
- Фатеев В. Ф., Бобров Д. С., Давлатов Р. А., Лопатин В. П., Мурзабеков М. М., Гостев Ю. В., Харламов П. Г., Москвитин Ю. В., Олейников Д. С. Гравитационная система навигации на поверхности Земли и Луны // 9-я Всероссийская конф. «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение» (КВНО-2021): сб. тез. докл. 2021.
- Sacciapuoti L., Salomon C. Atomic Clock Ensemble in Space // J. Physics: Conference Series. 2011. V. 327. Art. No. 012049. 14 p. DOI: 10.1088/1742-6596/327/1/012049.
- Hammesfahr A. LISA mission study overview // Classical and Quantum Gravity. 2001. No. 18. P. 4045–4051.
- Kawamura S., Nakamura T., Ando M. et al. The Japanese space gravitational wave antenna — DECIGO // Classical and Quantum Gravity. 2006. V. 23. No. 8. S. 125–131.
- Luo J., Chen L.-S., Duan H.-Z., Gong Y.-G., Hu S., Ji J., Liu Q., Mei J., Milyukov V., Sazhin M., Shao C.-G., Toth V. T., Tu H.-B., Wang Y., Wang Y., Yeh H.-C., Zhan M.-S., Zhang Y., Zharov V., Zhou Z.-B. TianQin: a space-borne gravitational wave detector // Classical and Quantum Gravity. 2016. No. 33. Art. No. 035010. 19 p.



Wickert J., Cardellach E., Martín-Neira M., Bandeiras J., Bertino L., Andersen O. B., Camps A., Fabra F., Nicolas F., Foti G., Gommenginger C., Hatton J., Høeg P, Jäggi A., Kern M., Lee T., Li Z., Park H., Pierdicca N., Ressler G., Rius A., Roselló J., Jan Saynisch, Soulat F., Shum C. K., Semmling M., Sousa A, Xie J, Zuffada C. GEROS-ISS: GNSS Reflectometry, RadioOccultation, and Scatterometry Onboard the International Space Station // J. Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. 2016. V. 9. Iss. 10. P. 4552–4581. DOI: 10.1109/JSTARS.2016.2614428.

Yen N. L., Fong C.-J., Chu C.-H., Miao J.-J., Liou Y.-A., Kuo Y.-H. Global GNSS Radio Occultation Mission for Meteorology, Ionosphere and Climate // Aerospace Technologies Advancements. 2010. DOI: 10.5772/6928.

## INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL SPACE CLUSTER BASED ON SMALL SPACECRAFTS OF BRIKS COUNTRIES (PROJECT)

V. F. Fateev<sup>1</sup>, M. G. Stroykov<sup>2</sup>, S. S. Donchenko<sup>1</sup>, R. A. Davlatov<sup>1</sup>, V. P. Lopatin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Russian metrological institute of technical physics and radio engineering (VNIIFTRI) Mendeleevo, Moscow region, Russia

<sup>2</sup> UNIDO Centre for International Industrial Cooperation in the Russian Federation, Moscow, Russia

It is proposed the International Project of Space Science and Education Cluster of BRICS countries. The goal of the project is to improve the quality of scientific and educational work of students, graduate students and schoolchildren of BRICS countries in the field of remote sensing of the Earth, ionosphere, magnetic and gravitational fields, and near-Earth space by creating a collective constellation of scientific and educational small spacecraft (NOKA). The ground infrastructure of the Project includes university Design Centers, NOKA Control Centers, as well as Space Informatics Centers and Optical Observation Centers at universities and schools. The proposed new on-board NOCA payload elements include a bistatic radar on GNSS signals, a system for detecting earthquake signs on GNSS signals, a system for detailed observation of space debris elements in low and geostationary orbits, a laser-based GPO surveillance system, an experimental NOKA cluster for gravity wave detection, and a Space quantum gage rod system based on atomic clocks on board space stations. The project was supported at the International on-line meeting of the representatives of the BRICS space agencies in July 2020 and is included in the roadmap of trade, economic and investment cooperation of the BRICS countries.

*Keywords:* scientific and educational spacecraft, remote sensing, bistatic radar, space debris, quantum gage rod

**Fateev** Vyacheslav F. — project leader, head of Scientific and Technical Center, doctor of technical sciences, prof., generalfat@mail.ru

**Stroykov** Mikhail G. — advisor to the director, alprofis.m@yandex.ru

**Donchenko** Sergey S. — head of lab., PhD of technical sciences, donchenko\_ss@vniiftri.ru

**Davlatov** Ruslan A. — junior researcher, postgraduate student, davlatov\_r\_a@mail.ru

**Lopatin** Vladislav P. — junior researcher, postgraduate student, gagaringiga@gmail.com

## НОВЫЕ ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРАВА В ЦЕНТРЕ МЕЖДУНАРОДНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРАВА РУДН ИМЕНИ ПРОФ. Г. П. ЖУКОВА

*И. А. Черных*

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Рассказано о создании и функционировании Центра международного космического права РУДН имени проф. Г. П. Жукова, созданного в 2011 г. на базе кафедры международного права РУДН. Представлены последние результаты работы Центра в рамках образовательной и научно-исследовательской деятельности, в том числе: 1) исследования ключевых направлений космического права и политики в рамках проектных групп бакалавров; 2) реализация программ дополнительного профессионального образования; 3) подготовка практикума РУДН по международному космическому праву и 4) издание сетевого журнала на английском языке Space Law Research.

*Ключевые слова:* преподавание космического права, международное космическое право, курсы по космическому праву, Г. П. Жуков, проектные группы, Space Law Research, практикум по космосу

Создание и функционирование Центра международного космического права стали возможным благодаря потенциалу научной школы международного права Российского университета дружбы народов (РУДН).

Преподавание специального предмета «Международное космическое право» для студентов, обучающихся по специальности «международное право» в Университете дружбы народов им. Патриса Лумумбы (УДН), велось с самого начала деятельности кафедры международного права университета, образованной в 1963 г.

В укрепление научно-образовательного потенциала кафедры международного права УДН/РУДН в сфере международного космического права внесли свой вклад такие учёные как профессор В. С. Верещетин (судья Международного Суда ООН, 1995–2006 гг.), профессор И. П. Блищенко (заведующий кафедрой международного права с 1981 по 2000 г.), профессор А. С. Пирадов (представлял СССР при ЮНЕСКО), доцент В. Г. Эмин и профессор М. Н. Копылов.

Центр был создан в 2011 г. по инициативе профессоров А. Х. Абашидзе и Г. П. Жукова. После ухода из жизни профессора Г. П. Жукова центру было присвоено имя Г. П. Жукова в честь его выдающегося вклада по формированию науки международного космического права.

В сферу деятельности центра входит фундаментальное изучение международно-правовых основ космической деятельности; регулярное проведение профильных круглых столов и научных конференций с участием ведущих российских и зарубежных учёных; подготовка специалистов в области космической деятельности.

Учитывая работу центра и кафедры международного права РУДН в области международного космического права, РУДН был включён Управлением ООН по вопросам космического пространства в перечень специализированных учебных заведений по международному космическому праву (Документ ООН A/АС.105/С.2/2021/CRP.11\*. P. 34–35). Преподавание учебной дисциплины

«международное космическое право» (и отдельных её блоков) осуществляется на уровне бакалавриата, магистратуры и аспирантуры.

Примечательно, что работа центра не стоит на месте как с точки зрения основных, так и дополнительных форм образования.

Во-первых, с 2021 г. в центре проводятся исследования ключевых направлений в области космического права и политики с применением сравнительно-правовых методов исследования в рамках проектных групп бакалавров для подготовки совместного проекта и коллективной защиты в виде выпускной квалификационной работы. Результаты работы проходят апробацию на всероссийских и международных научно-практических конференциях и олимпиадах.

Так, в рамках первого набора исследование ключевых направлений в области космического права и политики было осуществлено по следующим направлениям:

- разграничение терминов «исследование» и «использование» космического пространства по международному космическому праву и в национальном законодательстве государств (науч. рук.: ст. преподаватель, канд. юрид. наук А. А. Дементьев);
- сравнительно-правовой анализ национального законодательства государств по использованию, добыче и освоению ресурсов небесных тел (науч. рук.: ст. преподаватель Д. А. Гугунский)
- группировки спутников: международно-правовые аспекты (науч. рук.: ст. преподаватель, канд. юрид. наук И. А. Черных).

Студенты обозначенных групп апробировали результаты исследований и выступали на конференциях в Институте права Башкирского государственного университета (Республиканская межвузовская студенческая научно-практическая конференция «Актуальные проблемы международно-правового сотрудничества государств и международных организаций в сфере освоения космического пространства», посвящённая 60-летию полёта Юрия Гагарина в космос, проводимая совместно с Башкортостанским отделением Ассоциации юристов России и Башкортостанским региональным отделением Федерации космонавтики России, 2021 г.) и в Московском государственном университете имени М. В. Ломоносова (МГУ) (Первый космический форум, 2021 г.).

Более того, подготовленные работы были заявлены на Всероссийскую студенческую олимпиаду по международному космическому праву, организованную Северо-западной межрегиональной общественной организацией Федерации космонавтики России и Санкт-Петербургским государственным университетом аэрокосмического приборостроения (юридический факультет) с 1 по 30 апреля 2021 г. Все работы заняли призовые места.

В дальнейшем кафедра и центр планируют расширять перечень и состав групп при подготовке новых аналитических справок, в том числе с привлечением студентов и аспирантов технических и инженерных специальностей Инженерной академии РУДН, так как обозначенная тематика требует понимания научно-технических аспектов.

Во-вторых, другим направлением работы центра выступает реализация программ дополнительного профессионального образования.

В 2020–2021 гг., по просьбе Корпоративной академии Роскосмоса, Центром международного космического права имени проф. Г. П. Жукова были разработаны две программы дополнительного профессионального образования: «Космическое право и политика: международный и национальный аспекты» (72 ч) и «Международное космическое право» (260 ч) на русском и английском языках.

Программа «Космическое право и политика: международный и национальный аспекты» на русском языке (72 ч) была апробирована в ноябре – декабре 2020 г. По данной программе прошли обучение девять слушателей из следующих предприятий ракетно-космической отрасли: АО «Главкосмос», АО «Спутниковая система «Гонец», АО «Российские космические системы», ФГУП «Научно-производственное объединение «Техномаш» и ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия».

В марте – апреле 2021 г., в рамках второго набора, по данной программе прошли обучение семь слушателей из следующих организаций: Агентство космических исследований и технологий («Узбеккосмос»), ФГУП «Организация «Агат», Акционерное общество «Республиканский центр космической связи», АО «НК «Казахстан Ғарыш Сапары».

Всего по программе «Космическое право и политика: международный и национальный аспекты» на русском языке (72 ч) прошли обучение 16 слушателей, представляющих различные предприятия ракетно-космической отрасли России, Казахстана и Узбекистана.

Программы переподготовки «Международное космическое право» (260 ч) на русском и английском языках и программа Space Law and Policy: International and National Aspects (72 ч) на английском языке готовы и готовятся к запуску в ближайшей перспективе.

Все программы разработаны в соответствии с лицензией на осуществление образовательной деятельности № 1204 от 23.12.14 на основе профессиональной части федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 40.03.01 «Юриспруденция».

В заключение отметим издательскую работу кафедры и центра. Так, в 2021 г. готовится к выпуску «Практикум РУДН по международному космическому праву», в который включены казусы, примеры модельных судебных заседаний по международному космическому праву и решения национальных судебных учреждений в области космической деятельности. В практикум войдёт более 20 задач.

Также готовится к изданию первый выпуск сетевого журнала на английском языке Space Law Research для исследователей в области международного права. Тематика журнала охватывает следующие направления: международное космическое право, национальное законодательство в области космической деятельности, международные космические организации, устойчивость космической деятельности (аспекты безопасности, космический мусор и т. д.), применение космической техники (наблюдение Земли, телекоммуникации, навигация и др.), управление космическим движением, осведомлённость о космической ситуации, аэрокосмические исследования, коммерческое использование космического пространства, такое как обслуживание на орбите, использование космических ресурсов или крупных группировок спутников, экологические аспекты космической деятельности, ответственность за ущерб, причинённый космическими объектами, предотвращение гонки вооружений в космосе и т. д.

Главный редактор журнала — ректор Российского университета дружбы народов (РУДН) д-р юрид. наук, проф. Ястребов Олег Александрович. Заместитель главного редактора — зав. кафедрой международного права РУДН, д-р юрид. наук, проф., заслуженный юрист Российской Федерации Абашидзе Аслан Хусейнович.

В редакционную коллегию журнала также входят такие именитые учёные юристы-международники, как Абдуллин Адель Ильсиярович (Казанский федеральный университет), Соколов Александр Юрьевич (Саратовский филиал Института государства и права РАН), Зеленцов Александр Борисович

(Российский университет дружбы народов), Исполинов Алексей Станиславович (МГУ), Фролова Евгения Евгеньевна (Российский университет дружбы народов), Соколова Наталья Александровна (Московский государственный юридический университет имени О.Е. Кутафина), Стариков Юрий Николаевич (Воронежский государственный университет), а также ведущие специалисты в области космического права и политики: Франс фон дер Дунк (Университет Небраски-Линкольна, США, *англ.* Frans von der Dunk, University of Nebraska College of Law, USA), Кай-Уве Шрогль (*нем.* Kai-Uwe Schrogl) (президент Международного института космического права, Париж — International Institute of Space Law, Paris), Стивен Фриленд (Университет Бонд, Голд-Кост, Австралия — *англ.* Steven Freeland, Bond University, Gold Coast, Australia), Тания Массон-Зваан (Лейденский университет, Нидерланды — *нидерл.* Tanja Masson-Zwaan, Universiteit Leiden), Чжао Юнь (Гонконгский университет — *англ.* Zhao Yun, The University of Hong Kong). Ответственный секретарь — старший преподаватель кафедры международного права РУДН Черных Ирина Алексеевна.

## NEW FORMS OF SPACE LAW TEACHING AT THE CENTER OF INTERNATIONAL SPACE LAW OF PFUR NAMED AFTER PROF. G. P. ZHUKOV

*I. A. Chernykh*

RUDN University, Moscow, Russia

This article describes the establishment and activities of the Center for International Space Law under PFUR named after Prof. G. P. Zhukov founded in 2011 on the basis of the PFUR Department of International Law. This paper presents the latest results of the Center's educational and research activities, including: 1) research on key areas of space law and policy as part of undergraduate project groups; 2) implementation of additional professional education programs; 3) preparation of a PFUR workshop on international space law and 4) publishing an online journal in English, Space Law Research.

*Keywords:* teaching space law, international space law, space law courses, G. P. Zhukov, project groups, Space Law Research, space law workshop

---

**Chernykh** Irina A. — senior lecturer, PhD of juridical sciences, [chernykh-ia@rudn.ru](mailto:chernykh-ia@rudn.ru)

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА «ЗАПРОГРАММИРУЙ КОСМИЧЕСКУЮ БАЗУ. КОЛОБОТ»

*А. Г. Черняев*

ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва», Самара, Россия

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Запрограммируй космическую базу. Колобот» была создана в 2020 г. Разработчик программы — педагог дополнительного образования Черняев Андрей Германович. Апробацию программа прошла на базе МБУ ДО «Центр детского творчества «Металлург» г.о. Самара. Обучение по программе затрагивает такие дисциплины как программирование, инженерия космических систем, история науки. Срок реализации программы составляет 1 год, возраст учащихся — 10–19 лет.

*Ключевые слова:* Colobot, Колобот, программирование роботизированных систем, программа дополнительного образования, инженерия космических систем

Накопив богатый опыт в сфере создания встраиваемых систем, автор испытал необходимость им поделиться. С марта 2018 г. по август 2021 г. работал в МБУ ДО «Центр детского творчества «Металлург» г.о. Самара, где вёл детские объединения «Спутник», «Колобот» (Colobot). С начала учебного 2019 г. по март 2019 г. работал и в ГБОУ ДО Самарской области «Самарский областной центр детско- юношеского технического творчества», «Космоквантум». С мая 2021 г. работал в ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва», где занимался профориентацией абитуриентов (отдел профессиональной ориентации и работы с талантливой молодёжью).

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время космические технологии используются уже во многих сферах жизнедеятельности человека, а именно:

- анализ погоды, предупреждение стихийных бедствий,
- дистанционное зондирование Земли, экология,
- обеспечение связи,
- навигация,
- медицина.

Необходимо развивать и грамотно использовать эти технологии. Актуальность пилотируемой космонавтики постоянно падает, за пределы Земли всё чаще отправляют роботов. Принципиально роботы для космоса не всегда отличаются от роботов, которые могли бы быть созданы для работы на планете. Более того, известны космические аппараты, которые умышленно выполнены из потребительских компонентов. Интенсивная экспансия искусственных помощников в нашу повседневную жизнь требует, с одной стороны, понимающих принципы работы пользователей, с другой — инженеров и исследователей, работающих на стыке наук. Это позволит развивать новые, умные, безопасные, экологичные и более продвинутые автоматизированные и роботизированные

---

**Черняев** Андрей Германович — педагог дополнительного образования, [dungeonlords789@yandex.ru](mailto:dungeonlords789@yandex.ru)

системы. В настоящее время в Самарской области существует дефицит высококвалифицированных инженеров в области встраиваемых систем, в том числе в космической отрасли. Данная программа имеет минимальный порог вхождения. Программа опирается на использование свободного программного обеспечения Colobot Gold и объединяет в своём составе следующие междисциплинарные области:

- **программирование** (обучение составлению программ на учебном языке программирования, схожим с языком C, Java);
- **инженерия космических систем** (приобретение понятий о космической технике, способах маневрирования в безвоздушном пространстве, полезных ископаемых, которые могут находиться на других планетах);
- **математика** (выражение для реализации задуманных задач закономерностей игрового мира с помощью строгих математических законов);
- **история науки** (образ жизни и отношение общества к отцам-основателям космонавтики).

Учащиеся приобретают умение проводить на основе анализа результатов правильный выбор наилучшего решения.

В основе создания программы дополнительного образования лежат следующие нормативно-правовые документы:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 9.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Приказ Министерства образования и науки Самарской области от 20.08.2019 № 262-од «Об утверждении Правил персонифицированного финансирования дополнительного образования детей в Самарской области на основе сертификата ПФДО (система персонифицированного финансирования дополнительного образования) детей, обучающихся по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 г. (утверждена распоряжением Правительства РФ от 29.05.2015 № 996-р);
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 04.07.2014 № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 „Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей“»;
- «Методические рекомендации по разработке и оформлению модульных дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ», включённых в систему ПФДО;
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ, направленных Письмом Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242;
- Приказ Минпросвещения России от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей.

Направленность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы (ДООП) «Запрограммируй космическую базу. Колобот» — техническая.

Актуальность программы заключается в том, что сегодня России требуются высокопрофессиональные инженерные и научные кадры, которые бы позволили развивать науку и технику. Одна из важнейших задач дополнительного образования заключается в формировании у школьников инженерного подхода к решению практических задач, развитие творческого мышления и развитие компетентности в микроэлектронике.

Новизна программы состоит в том, что она разработана с учётом современных тенденций в образовании по принципу блочно-модульного освоения материала, что максимально отвечает запросу социума на возможность выстраивания ребёнком индивидуальной образовательной траектории. В рамках курса «Запрограммируй космическую базу. Колобот» учащимися на практике рассматривается процесс программирования роботизированных систем.

Отличительной особенностью предложенной программы стало наличие элементов ДО в учебном процессе, что помогает учащимся развивать навыки саморегуляции, самостоятельной работы по поиску информации. Кроме того, ДО позволяет снизить затраты на образовательный процесс, повысить качество обучения, использовать современные коммуникативные технологии, поднять имидж своей организации.

Педагогическая целесообразность программы состоит в том, что в процессе её реализации обучающиеся овладевают знаниями, умениями, навыками, которые направлены на разрешение проблем взаимодействия человека с техникой.

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

Целью предлагаемая программа ставит, в первую очередь, заинтересовать учащихся темой космоса и подготовить их к освоению более сложных учебных программ, таких как «Спутники формата кубсат», реализуемой в Центре детского творчества «Металлург».

Задачи программы следующие.

*Личностные:*

- способствовать формированию целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, учитывающее многообразие современного мира;
- развивать умение оценивать себя на основе критериев успешности учебной деятельности,
- способствовать саморазвитию и самообразованию личности;
- проявлять любознательность, сообразительности при выполнении разнообразных заданий.

*Метапредметные:*

- развивать психофизиологические качества учащихся: память, внимание, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном;
- способствовать развитию творческой инициативы и самостоятельности;
- строить рассуждения, умозаключения, делать аргументированные выводы.

*Развивающие:*

- способствовать развитию алгоритмического мышления, необходимого для профессиональной деятельности в современном обществе; развитию умения составить последовательность действий для достижения конечного результата;
- формирование и развитие умения структурирования информации, умения выбирать способ представления данных в соответствии с поставлен-



ной задачей: в таблицах, схемах с использованием соответствующих программных средств;

- умение аргументированно доказать преимущества выбранного решения на основе сравнения с другими способами;
- формирование навыков и умений безопасного и целесообразного поведения при работе с компьютерными программами и общения в интернете.

*Образовательные:*

- формирование навыков и умений построения схем алгоритмов;
- формирование навыков и умений составления презентаций, докладов;
- формирование представлений о ракетомоделизме, динамике полёта ракет и их полезных нагрузок.

Возраст детей, участвующих в реализации программы — 10–19 лет.

Сроки реализации: программа рассчитана на 1 год, объём — 144 ч (3 модуля по 48 ч каждый).

Формы обучения: очная, дистанционная.

Формы организации деятельности: групповая.

Для углублённого изучения темы или восполнения пробелов в знаниях учащимся рекомендуются источники: URL: [stem-lab.ru/направления/колобот/](http://stem-lab.ru/направления/колобот/); [habr.com/ru/post/527228/](http://habr.com/ru/post/527228/); [youtu.be/CexJxyYcQhw](https://youtu.be/CexJxyYcQhw); [vk.com/video-155445613\\_456239113](https://vk.com/video-155445613_456239113).

Структура обучения подразумевает как практические занятия, так занятия лекционного типа. Между учебными часами проводится 10-минутный перерыв.

Дистанционные занятия: видеолекции, объяснение материала, телеконференции, тест-опросы, консультации педагога с использованием возможностей интернета (мессенджеры по типу Discord), возможно самостоятельное изучение учащимися тем и отчёт по ним с использованием возможностей интернета.

Занятие состоит из следующих структурных компонентов:

- организационный момент, характеризующийся подготовкой учащихся к занятию;
- повторение материала, изученного на предыдущем занятии;
- постановка цели занятия перед учащимися;
- изложение нового материала;
- практическая работа;
- обобщение материала, изученного в ходе занятия;
- подведение итогов, планирование домашней работы;
- уборка рабочего места, выключение техники.

**Наполняемость группы** в связи со сложностью программы и индивидуальной формой работы не более 10 человек.

## **ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ**

**Основные личностные результаты:**

- ответственное отношение к информации с учётом правовых и этических аспектов её распространения;
- развитие чувства личной ответственности за качество окружающей информационной среды;
- способность увязать учебное содержание с собственным жизненным опытом, понять значимость подготовки в условиях развивающегося общества;

- готовность к повышению своего образовательного уровня;
- способность и готовность к принятию ценностей здорового образа жизни за счёт знания основных гигиенических, эргономических и технических условий безопасной эксплуатации средств робототехники.

**Основные метапредметные результаты:**

- владение информационно-логическими умениями: определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логические рассуждения, умозаключения и делать выводы;
- владение умением самостоятельно планировать пути достижения целей; соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности, определять способы действий в рамках предложенных условий, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией; оценивать правильность выполнения учебной задачи;
- владение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осуществления осознанного выбора в учебной и познавательной деятельности;
- способность и готовность к общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной, общественно-полезной, учебно-исследовательской, творческой деятельности;
- владение основными универсальными умениями информационного характера: постановка и формулирование проблемы; поиск и выделение необходимой информации, применение методов информационного поиска; структурирование и визуализация информации; выбор наиболее эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий; самостоятельное создание алгоритмов деятельности при решении проблем творческого и поискового характера;
- владение информационным моделированием как основным методом приобретения знаний: умение преобразовывать объект из чувственной формы в пространственно-графическую или знаково-символическую модель; умение строить разнообразные информационные структуры для описания объектов; умение «читать» схемы, таблицы и т. д.

Основные предметные результаты описаны в каждом модуле, так как модульный принцип построения программы предполагает описание предметных результатов в каждом конкретном модуле.

**Учебный план ДООП**

Наименование модуля	Количество часов		
	Всего	Теория	Практика
Модуль 1. «Введение в Colobot»	48	20,5	27,5
Модуль 2. «Соревнования в Colobot»	48	19	29
Модуль 3. «Ракетомоделизм»	48	19,5	28,5
Итого:	144	59	85

## КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ

Для определения результативности реализации программы учащимися проводится мониторинг развития личностных и метапредметных результатов и мониторинг предметных результатов обучения, вырабатываются критерии определения уровня личностных, метапредметных и предметных результатов учащихся.

Контрольных точек мониторинга личностных и метапредметных результатов две:

- входная — в начале обучения,
- итоговая — в конце обучения.

Контроль развития личностных и метапредметных результатов проводится на основе анализа комплексных данных, полученных в ходе наблюдения за ходом выполнения и результатами практических работ; бесед, проведения диагностики с использованием существующих методик.

Мониторинг предметных результатов может проводиться в три этапа на каждом году обучения:

- 1) входной мониторинг сформированности компетентностей учащихся;
- 2) проведение промежуточных (текущих) практических и лабораторных работ, защиты рефератов, опросов, тестирования и др.;
- 3) итоговый мониторинг сформированности компетентностей учащихся; участие обучающихся во всероссийском проекте «Спутник моей школы»; создание творческих проектов для участия в региональных и городских конкурсах технической направленности.

В конце учебного года проводится анализ качества данной программы на основе:

- итоговых результатов участия в инженерных конкурсах и конкурсах технической направленности;
- результатов внутренних защит рефератов и проектов объединения;
- анализа индивидуальных показателей учащихся (анализ проводится через наблюдение, опрос и индивидуальную беседу).

## ФОРМЫ ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ РЕАЛИЗАЦИИ

Итоги могут подводиться в форме презентации созданных спутников (реферат, модель с описанием, макет с описанием), анализа итогов участия обучающихся в конкурсах и выставках различного уровня.

Контроль теоретических знаний проводится с помощью тестирования или опроса после изучения крупной темы. А также с помощью ситуационных вопросов и заданий, позволяющих оценить понимание учащегося поставленной технической или жизненной задачи. Контроль практических навыков проводится педагогом на основе проверки выполненных (практических и лабораторных) заданий.

Проверочные задания представляют собой такие формы, как написание текстов (рефераты, выступления в форуме, обсуждение в чате и т.д.), составление схем, анкетирование.

Контроль знаний по некоторым темам может выполняться дистанционно в режимах онлайн и офлайн.

Программа предусматривает применение следующих средств диагностики: групповое портфолио, индивидуальная беседа, анализ проектных работ учащихся и др.

Педагог наблюдает за инициативностью включения в процесс общения и обучения учащихся: эмоциональный фон, который сопровождает процесс общения; желание и готовность ребёнка воспринять и откликнуться на предложения со стороны взрослых или других ребят. Данные наблюдения анализируются, формулируются выводы и разрабатываются рекомендации.

Документальной формой подведения итогов реализации общеобразовательной программы выступают диагностические карты мониторинга личностных, метапредметных и предметных результатов обучения.

## МОДУЛЬ 1. «ВВЕДЕНИЕ В СОЛОВОТ»

**Цель:** сформировать у учащихся представление о приёмах императивного программирования.

### **Задачи:**

#### *Обучающие:*

- формирование знаний о приёмах императивного программирования, синтаксисе;
- формирование знаний об истории науки применительно к исследованию космоса.

#### *Развивающие:*

- развитие интереса к математике, программированию;
- развитие интереса к актуальным исследовательским задачам в сфере космоса;
- развитие навыка публичных выступлений.

#### *Воспитательные:*

- ответственное отношение к информации с учётом правовых и этических аспектов её распространения;
- развитие чувства личной ответственности за качество окружающей информационной среды;
- способность увязать учебное содержание с собственным жизненным опытом, понять значимость подготовки в изучаемой области в условиях развивающегося общества;
- готовность к повышению своего образовательного уровня;
- способность и готовность к принятию ценностей здорового образа жизни за счёт знания основных гигиенических, эргономических и технических условий безопасной эксплуатации средств автоматизации, компьютеризированных систем.

## Учебно-тематический план модуля 1. «Введение в Colobot»

Темы занятий	Количество часов		
	Всего	Теория	Практика
Вводное занятие. Обсуждение ожиданий учащихся от модуля и программы	2	2	0
Установка обучающего программному обеспечению (ПО) Colobot Gold	2	0	2
Освоение интерфейса ПО Colobot Gold	2	0	2
Введение в императивное программирование. Команды «взять», «положить»	2	1	1

Темы занятий	Количество часов		
	Всего	Теория	Практика
Упражнение «Смена батарейки»	2	0,5	1,5
Переменные и функция поиска	2	1	1
Упражнение «Найти руду и вернуться»	2	0	2
Упражнение «Найти чёрный ящик и вернуться»	2	0	2
Упражнение «Подводная доставка»	2	0	2
Историческая справка об отцах-основателях космонавтики	2	2	0
Форматирование кода. Понятие читаемость кода	2	1,5	0,5
Упражнение «Зарядка батареи»	2	0,5	1,5
Аргументы функции поиска как типовой пример аргументов функции. Упражнение «Принеси ещё лунной руды»	2	1	1
Упражнение «Непрерывный поиск руды»	2	1	1
Три вида циклов в программировании. Переосмысление предыдущих упражнений	2	1	1
Математические возможности в программировании. Упражнение «Move». Упражнение «Повернись»	2	1,5	0,5
Упражнение «Переработка руды с использованием временных задержек»	2	0,5	1,5
Вывод сообщений для пользователя. Работа со строками	2	0,5	1,5
Функция вывода сообщения как способ отладки программ	2	1	1
Разделение программы на функции. Переосмысление предыдущих упражнений	2	1	1
Добавление пустого бесконечного цикла как примитивный способ отладки программ	2	1	1
Историческая справка об атомной энергии. Упражнение «Атомная батарея»	2	1	1
Упражнение «Робот строит здание»	2	0,5	1,5
Работа над ошибками, рефлексия. Обсуждения планов дальнейшей работы с учащимися	2	2	0
Итого:	48	20,5	27,5

## Содержание программы модуля

**Тема 1 (2 ч). Вводное занятие.** Обсуждение ожиданий учащихся от модуля и программы.

*Теория:* Введение в курс. Охрана труда на занятиях. Правила поведения в Центре. Знакомство с планом работы. Структура курса, планирование деятельности. Источники знаний по теме. Обзор языков программирования. Знакомство с используемым в курсе ПО: Colobot Gold, OpenRocket.

*Практика:* Учащиеся заполняют реквизиты для дистанционного обучения, заводят электронную почту в случае отсутствия.

*Контроль по теме:* Учащиеся заполняют входное тестирование.

## **Тема 2 (2 ч). Установка обучающего ПО Colobot Gold**

*Практика:* Установка программ в среде различных операционных систем.

*Контроль по теме:* сообщение от учащихся о возникших трудностях или успешной установке ПО.

## **Тема 3 (2 ч). Освоение интерфейса ПО Colobot Gold**

*Практика:* Для знакомства со средой программирования и структурой программы. Выполнение игровых упражнений в приложении Colobot Gold для примитивного функционала в ручном режиме: перемещение, захват объекта, построение здания согласно приложению А.

*Контроль по теме:* Учащиеся по мере прохождения заданий присылают сообщения с прикрепленным файлом-картинкой о прохождении упражнений.

## **Тема 4 (2 ч). Введение в императивное программирование. Команды «взять», «положить»**

*Теория:* Императивная программа как аналог последовательности приказов.

*Практика:* Учащиеся знакомятся с примерами программ. Учатся анализировать простейшие другие программы.

*Контроль по теме:* Учащиеся демонстрируют способность проанализировать, что делает примитивная программа, состоящая только из вызова функций.

## **Тема 5 (2 ч). Упражнение «Смена батарейки»**

*Теория:* существует команда grab (взять), которая может заставить робота-сборщика взять предмет перед собой, или сзади себя, или из себя. Также существует команда drop (положить), которая может заставить робота-сборщика положить предмет перед собой, или сзади себя, или из себя.

*Практика:* Робот находится перед новой батарейкой. Внутри робота разряженная батарейка. Робот с помощью последовательности команд меняет батарейки местами.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

## **Тема 6 (2 ч). Переменные и функция поиска**

*Теория:* переменная — именованный участок памяти; функция поиска radar() возвращает значение, которое должно быть изменено. Переменные имеют тип.

*Практика:* Необходимо сохранить возвращённое функцией поиска radar значение в переменную соответствующего типа.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы с использованием функции поиска.

## **Тема 7 (2 ч). Упражнение «Найти руду и вернуться»**

*Практика:* В игровом мире необходимо написать программу, которая ищет ближайших экземпляров титановой руды, забирает его, затем находит космический корабль и отвозит руду туда.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

## **Тема 8 (2 ч). Упражнение «Найти чёрный ящик и вернуться»**

*Практика:* В игровом мире необходимо написать программу, которая ищет чёрный ящик предыдущей экспедиции, забирает его, затем находит космический корабль и отвозит ящик туда.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

## **Тема 9 (2 ч). Упражнение «Подводная доставка»**

*Практика:* В игровом мире необходимо написать программу, которая ищет чёрный ящик предыдущей экспедиции под водой, забирает его, затем находит космический корабль и отвозит ящик туда.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

## **Тема 10 (2 ч). Историческая справка об отцах-основателях космонавтики**

*Теория:* Основу ракетостроения заложили в своих трудах в начале XX в. Константин Эдуардович Циолковский, Герман Юлиус Оберт (*нем.* Hermann Julius Oberth) и Роберт Хатчингс Годдард (*англ.* Robert Hutchings Goddard).

*Контроль по теме:* Экспресс-опрос на занятии.

#### **Тема 11 (2 ч). Форматирование кода. Понятие читаемость кода**

*Теория:* Соглашение об именовании переменных, констант и прочих идентификаторов в коде программ. Венгерская нотация; стандарт разработки программного обеспечения на языке Си MISRA C (*англ.* Motor Industry Software Reliability Association).

*Практика:* переосмысление своего предыдущего кода.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

#### **Тема 12 (2 ч). Упражнение «Зарядка батареи»**

*Теория:* У объектов существуют поля и к ним можно обращаться при использовании определённого синтаксиса.

*Практика:* Чтение значений полей объектов и принятие решения на основе полученных данных.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы зарядки батареи.

#### **Тема 13 (2 ч). Аргументы функции поиска как типовой пример аргументов функции. Упражнение «Принеси ещё лунной руды»**

*Теория:* У функций могут существовать обязательные и не обязательные аргументы.

*Практика:* Использование необязательных аргументов функции поиска для задания желаемого поведения.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы поиска не ближайшего экземпляра титановой руды.

#### **Тема 14 (2 ч). Упражнение «Непрерывный поиск руды»**

*Теория:* Цикл как повторяющийся блок кода.

*Практика:* Использование цикла для повтора блока кода упражнения «Принеси ещё лунной руды».

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

#### **Тема 15 (2 ч). Три вида циклов в программировании. Переосмысление предыдущих упражнений**

*Теория:* В программировании существует три вида циклов, и программист должен выбрать наиболее удобный для решения задачи.

*Практика:* Переосмысление предыдущих упражнений.

*Контроль по теме:* Экспресс-опрос на занятии.

#### **Тема 16 (2 ч). Математические возможности в программировании. Упражнение «Move». Упражнение «Повернись»**

*Теория:* В программировании существуют математические функции для подсчёта арифметических выражений.

*Практика:* Подсчёт угла, на который нужно повернуться, чтобы робот встал лицом к определённому объекту. Подсчёт расстояния между двумя объектами.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

#### **Тема 17 (2 ч). Упражнение «Переработка руды с использованием временных задержек»**

*Теория:* Функция wait() предназначена для задания времени бездействия в секундах.

*Практика:* После помещения титановой руды в конвертер для переработки необходимо подождать, прежде чем забирать результат переработки.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы переработки титановой руды.

**Тема 18 (2 ч). Вывод сообщений для пользователя. Работа со строками**

*Теория:* Существует возможность вывода сообщений из программы. Сообщение — это строка. Строки можно склеивать, находить в них символы и подстроки.

*Практика:* Вывод сообщения.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 19 (2 ч). Функция вывода сообщения как способ отладки программ**

*Теория:* Для понимания, в каком месте сейчас выполняется большая программа, может быть удобно использование функции вывода сообщения. Сообщение — это строка. Строки можно склеивать, находить в них символы и подстроки.

*Практика:* Вывод сообщения.

*Контроль по теме:* Учащиеся самостоятельно находят ошибки в своих программах, используя новый способ отладки.

**Тема 20 (2 ч) Разделение программы на функции. Переосмысление предыдущих упражнений**

*Теория:* Пользователь может разделять большие блоки кода на функции.

*Практика:* Учащийся разделяет свою большую программу на функции.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 21 (2 ч). Добавление пустого бесконечного цикла как примитивный способ отладки программ**

*Теория:* Для понимания, в каком месте сейчас выполняется большая программа, может быть удобно использование пустого бесконечного цикла.

*Практика:* Отладка пользовательских программ.

*Контроль по теме:* Учащиеся самостоятельно находят ошибки в своих программах, используя новый способ отладки.

**Тема 22 (2 ч). Историческая справка об атомной энергии. Упражнение «Атомная батарея»**

*Теория:* История изучения радиоактивности. Манифест Рассела — Эйнштейна. Использование мирного атома в игровом мире.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 23 (2 ч). Упражнение «Робот строит здание»**

*Теория:* Существует функция `build()`, предназначенная для постройки зданий.

*Практика:* постройка зданий с использованием языка программирования.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 24 (2 ч). Работа над ошибками, рефлексия. Обсуждения планов дальнейшей работы с учащимися**

*Теория:* Обсуждения планов дальнейшей работы с учащимися.

*Контроль по теме:* Обсуждение.

**Предметные ожидаемые результаты модуля 1:**

- знание правил техники безопасности и пожарной безопасности;
- умение пользоваться справочной литературой;
- развитие основных навыков и умений использования компьютерных устройств;
- знание истории космонавтики.

Подведение итогов реализации модуля 1:

- 1) итоговые результаты участия в инженерных конкурсах и конкурсах технической направленности;
- 2) результаты внутренних защит рефератов и проектов объединения;



- 3) анализ индивидуальных достижений учащихся. Рекомендации по дальнейшему обучению и выбору направления деятельности;
- 4) презентация достижений учащихся перед родителями и коллективом центра.

## МОДУЛЬ 2. «СОРЕВНОВАНИЯ В СОЛОВОТ»

**Цель:** сформировать у учащихся представление о продвинутых приёмах императивного программирования; о приёмах императивного программирования.

**Задачи:**

*Обучающие:*

- формирование знаний о приёмах императивного программирования, синтаксисе;
- научить пользоваться справочной литературой;
- формирование знаний о способах отладки разрабатываемого ПО.

*Развивающие:*

- развитие интереса к математике, программированию;
- развитие интереса к актуальным исследовательским задачам в сфере космоса;
- развитие навыка публичных выступлений.

*Воспитательные:*

- ответственное отношение к информации с учётом правовых и этических аспектов её распространения;
- развитие чувства личной ответственности за качество окружающей информационной среды;
- способность увязать учебное содержание с собственным жизненным опытом, понять значимость подготовки в изучаемой области в условиях развивающегося общества;
- готовность к повышению своего образовательного уровня;
- способность и готовность к принятию ценностей здорового образа жизни за счёт знания основных гигиенических, эргономических и технических условий безопасной эксплуатации средств автоматизации, компьютеризированных систем.

### Учебно-тематический план модуля 2. «Соревнования в Colobot»

Темы занятий	Количество часов		
	Всего	Теория	Практика
Вводное занятие. Обсуждение ожиданий учащихся от модуля	2	2	0
Понятие алгоритм. Обсуждение подходов к его реализации: последовательного, параллельного, последовательно-параллельного	2	2	0
Распараллеливание алгоритмов. Обсуждение возможностей для разделения труда роботов	2	2	0
Упражнение «Переработка руды с использованием задержек на циклах». Ожидание флага как типовой приём в программировании	2	0,5	1,5

Темы занятий	Количество часов		
	Всего	Теория	Практика
Использование летающих роботов. Управление полётом	2	1,5	0,5
Упражнение «Летающий сборщик руды»	2	0	2
Упражнение «Переработка мусора»	2	0,5	1,5
Упражнение «Запуск научных исследований»	2	0,5	1,5
Тригонометрические функции и обратные к ним	2	2	0
Тригонометрические функции и обратные к ним. Упражнение «Стрелок»	2	0,5	1,5
Упражнение «Стрелок против гигантских муравьёв»	2	0	2
Упражнение «Подвижный щит»	2	0,5	1,5
Распараллеливание алгоритмов. Упражнение «Робот-няня-роботов»	2	1	1
Распараллеливание алгоритмов. Упражнение «Робот обслуживает защитные башни»	2	0	2
Упражнение «Автоматическое создание роботов»	2	0,5	1,5
Упражнение «Автоматическое создание роботов» и загрузка программ в них	2	0,5	1,5
Соревнования «Разрушь базу противника». Рефлексия пройденного материала. Выбор наиболее успешных подпрограмм	2	1,5	0,5
Соревнования «Разрушь базу противника». Стратегии для победы	2	0	2
Соревнования «Разрушь базу противника». Первые наброски	2	0	2
Соревнования «Разрушь базу противника». Роботы строят базу	2	0	2
Соревнования «Разрушь базу противника». Роботы строят базу и других роботов	2	0	2
Соревнования «Разрушь базу противника». Роботы строят базу и других роботов, доработка программы стрелка	2	0	2
Соревнования «Разрушь базу противника»	2	0	2
Работа над ошибками, рефлексия. Обсуждения планов дальнейшей работы с учащимися	2	2	0
Итого:	48	17,5	30,5

## Содержание программы модуля

**Тема 1 (2 ч). Вводное занятие.** Обсуждение ожиданий учащихся от модуля 2.

*Теория:* Введение в модуль 2. Охрана труда на занятиях. Правила поведения в центре. Знакомство с планом работы. Структура курса, планирование деятельности. Источники знаний по теме. Обзор языков программирования. Знакомство с используемым в курсе ПО: Colobot Gold, OpenRocket.

*Практика:* Учащиеся заполняют реквизиты для дистанционного обучения, заводят электронную почту в случае отсутствия.

*Контроль по теме:* Учащиеся заполняют входное тестирование.

**Тема 2 (2 ч). Понятие алгоритм. Обсуждение подходов к его реализации: последовательного, параллельного, последовательно-параллельного**

*Теория:* Алгоритм как набор чётко заданных инструкций.

*Контроль по теме:* Обсуждение.

**Тема 3 (2 ч) Распараллеливание алгоритмов. Обсуждение возможностей для разделение труда роботов**

*Теория:* Подходы к разделению труда роботов.

*Контроль по теме:* Обсуждение.

**Тема 4 (2 ч). Упражнение «Переработка руды с использованием задержек на циклах»**

*Теория:* Ожидание флага как типовой приём в программировании.

*Практика:* Переосмысление предыдущих упражнений, модернизация программ из предыдущих упражнений.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособных программ с использованием ожидания флага.

**Тема 5 (2 ч). Использование летающих роботов. Управление полётом**

*Теория:* Особенности использования летающих роботов.

*Практика:* Управление полётом летающих роботов.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 6 (2 ч). Упражнение «Летающий сборщик руды»**

*Практика:* Управление полётом летающего робота-сборщика-руды.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 7 (2 ч). Упражнение «Переработка мусора»**

*Теория:* Существует функция `recycle()`, используемая для вызова процесса переработки.

*Практика:* Постройка робота `Recycler` и вызов функции `recycle()`.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 8 (2 ч). Упражнение «Запуск научных исследований»**

*Теория:* Для открытия новых типов роботов и новых типов зданий можно открывать доступ к возможности их постройки.

*Практика:* Запуск научных исследований вручную и с помощью программного кода.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 9 (2 ч). Тригонометрические функции и обратные к ним**

*Теория:* Тригонометрические функции в астрономии, геодезии, архитектуре, биологии, теории сигналов.

*Контроль по теме:* Экспресс-опрос на занятии.

**Тема 10 (2 ч). Тригонометрические функции и обратные к ним. Упражнение «Стрелок»**

*Теория:* Использование тригонометрических функций в программировании.

*Практика:* Подсчёт угла, на который нужно повернуться, чтобы робот встал лицом к определённому объекту. Подсчёт расстояния между двумя объектами.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 11 (2 ч). Упражнение «Стрелок против гигантских муравьёв»**

*Практика:* На основе полученных ранее знаний о тригонометрии написать программу, которая поражает противника.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 12 (2 ч). Упражнение «Подвижный щит»**

*Теория:* Реализация коллаборации роботов.

*Практика:* Умение сочетать оборонительную и наступательную стратегию в игровом мире.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 13 (2 ч). Распараллеливание алгоритмов. Упражнение «Робот-няня-роботов»**

*Теория:* Использование функции поиска не объекта, а всех объектов на карте, их фильтрация по признаку.

*Практика:* Написание программы для робота, который обслуживает себя и роботов с севшими батарейками.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 14 (2 ч). Распараллеливание алгоритмов. Упражнение «Робот обслуживает защитные башни»**

*Практика:* Написание программы для робота, который заменяет севшие батарейки в сторожевых башнях.

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы.

**Тема 15 (2 ч). Упражнение «Автоматическое создание роботов»**

*Теория:* Простые аргументы и вызов внутриигровой функции build().

*Практика:* Использование внутри игровой функции build().

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы постройки роботов.

**Тема 16 (2 ч). Упражнение «Автоматическое создание роботов»**

*Теория:* Аргументы и вызов внутри игровой функции build().

*Практика:* Использование внутри игровой функции build().

*Контроль по теме:* Демонстрация работоспособной программы постройки роботов и загрузки программ в них.

**Тема 17 (2 ч). Соревнования «Разрушь базу противника». Рефлексия пройденного материала. Выбор наиболее успешных подпрограмм**

*Теория:* О важности систематизации полученных знаний.

*Практика:* Ученик создаёт собственный банк его наиболее успешных программ.

*Контроль по теме:* Демонстрация избранных программ учеником с пояснением, почему он отметил именно их.

**Тема 18 (2 ч). Соревнования «Разрушь базу противника». Стратегии для победы**

*Практика:* Просмотр внутри игровой программы «Битва программистов против компьютера».

*Контроль по теме:* Обсуждение на тему «Как построить свою базу максимально быстро».

**Тема 19 (2 ч). Соревнования «Разрушь базу противника». Первые наброски**

*Практика:* На основе сформированного ранее собственного банка лучших программ учащийся пробует создать единую программу по созданию базы.

*Контроль по теме:* Демонстрация программ учащихся.

**Тема 20 (2 ч). Соревнования «Разрушь базу противника». Роботы строят базу**

*Практика:* На основе сформированного ранее собственного банка лучших программ учащийся продолжает создавать единую программу по созданию базы.

*Контроль по теме:* Демонстрация программ учащихся.

**Тема 21 (2 ч). Соревнования «Разрушь базу противника». Роботы строят базу и других роботов**

*Практика:* На основе сформированного ранее собственного банка лучших программ учащийся продолжает создавать единую программу по созданию базы.

*Контроль по теме:* Демонстрация программ учащихся.

**Тема 22 (2 ч). Соревнования «Разрушь базу противника». Роботы строят базу и других роботов, доработка программы стрелка**

*Практика:* На основе сформированного ранее собственного банка лучших программ учащийся продолжает создавать единую программу по созданию базы, созданию робота-стрелка и его программы.

*Контроль по теме:* Демонстрация программ учащихся.

**Тема 23 (2 ч). Соревнования «Разрушь базу противника»**

*Практика:* Учащиеся соревнуются, чья программа сможет быстрее развить свою базу и победить противника. В роли противника могут выступать как стандартные программы противников Colobot Gold, так и программы других учащихся.

*Контроль по теме:* Демонстрация работы программ.

**Тема 24 (2 ч). Работа над ошибками, рефлексия. Обсуждения планов дальнейшей работы с учащимися**

*Теория:* Обсуждения планов дальнейшей работы с учащимися.

*Контроль по теме:* Обсуждение.

**Предметные ожидаемые результаты модуля 2:**

- знание правил техники безопасности и пожарной безопасности;
- умение пользоваться справочной литературой;
- развитие основных навыков и умений использования компьютерных устройств.

Подведение итогов реализации модуля 2:

- итоговые результаты участия в инженерных конкурсах и конкурсах технической направленности;
- результаты внутренних защит рефератов и проектов объединения;
- анализ индивидуальных достижений учащихся. Рекомендации по дальнейшему обучению и выбору направления деятельности.
- презентация достижений учащихся перед родителями и коллективом Центра.

### **МОДУЛЬ 3. «РАКЕТОМОДЕЛИЗМ»**

**Цель:** сформировать у учащихся представление к проектированию ракетополетов.

**Задачи:**

*Обучающие:*

- формирование знаний о реактивном движении, импульсе;
- научить пользоваться справочной литературой;
- обратить внимание на правила техники безопасности, пожарной безопасности;
- дать представления о различных движителях, манипуляторах.

*Развивающие:*

- развитие интереса к математике, программированию;
- развитие интереса к актуальным исследовательским задачам в сфере космоса;
- развитие навыка публичных выступлений.

*Воспитательные:*

- ответственное отношение к информации с учётом правовых и этических аспектов её распространения;
- развитие чувства личной ответственности за качество окружающей информационной среды;
- способность увязать учебное содержание с собственным жизненным опытом, понять значимость подготовки в изучаемой области в условиях развивающегося общества;

- готовность к повышению своего образовательного уровня;
- способность и готовность к принятию ценностей здорового образа жизни за счёт знания основных гигиенических, эргономических и технических условий безопасной эксплуатации средств автоматизации, компьютеризированных систем.

### Учебно-тематический план модуля 3. «Ракетомоделизм»

Темы занятий	Количество часов		
	Всего	Теория	Практика
Вводное занятие. Обсуждение ожиданий учащихся от модуля	2	2	0
Способы доставки людей и грузов на орбиту. Введение в ракетомоделизм	2	2	0
Историческая справка об отцах-основателях космонавтики	2	2	0
Из пушки на Луну. Подготовка учащимися докладов на тему «Жидкостное дыхание»	2	0	2
Выступления учащихся с докладами	2	0	2
Установка обучающего ПО OpenRocket	2	2	0
Освоение интерфейса ПО OpenRocket	2	0	2
Упражнение «Моделирование обтекателя»	2	1	1
Понятие и виды полезных нагрузок ракет-носителей	2	2	0
Подготовка учащимися докладов на темы «Современные ракеты космического назначения» или «Космический мусор»	2	0	2
Выступления учащихся с докладами	2	0	2
Упражнение «Моделирование ракеты-носителя»	2	1	1
Центр тяжести, центр давления ракет	2	2	0
Особенности полёта в атмосфере и полёта в безвоздушном пространстве	2	2	0
История станции «Новые горизонты». Подготовка учащимися докладов на тему «Стоимость ошибки в космосе»	2	0	2
Выступления учащихся с докладами	2	0	2
Расчёт центра тяжести на примере модели в ПО OpenRocket	2	0	2
Моделирование работы двигателя в ПО OpenRocket	2	1	1
Обзор блока маневрирования разработки Самарского университета. Подготовка учащимися докладов на тему «Двигатели и блоки маневрирования»	2	0,5	1,5
Выступления учащихся с докладами	2	0	2
Обзор миссии «Розетта». Подготовка учащимися докладов на тему «Полёт на астероид»	2	0	2
Выступления учащихся с докладами	2	0	2
Моделирование полезной нагрузки в ПО OpenRocket	2	1	1
Создание комплексного описания смоделированной учебной ракеты. Обсуждения планов дальнейшей работы учеников по более сложным учебным программам	2	1	1
Итого:	48	19,5	28,5

## Содержание программы модуля

### **Тема 1 (2 ч). Вводное занятие.** Обсуждение ожиданий учащихся от модуля 3

*Теория:* Введение в модуль 2. Охрана труда на занятиях. Правила поведения в центре. Знакомство с планом работы. Структура курса, планирование деятельности. Источники знаний по теме. Обзор языков программирования. Знакомство с используемым в курсе ПО Colobot Gold, OpenRocket.

*Практика:* Учащиеся заполняют реквизиты для дистанционного обучения, заводят электронную почту в случае отсутствия.

*Контроль по теме:* Учащиеся заполняют входное тестирование.

### **Тема 2 (2 ч). Способы доставки людей и грузов на орбиту. Введение в ракетомоделизм**

*Теория:* Преимущества и недостатки использования ракетных и безракетных способов доставки в космическое пространство. Ракетомоделизм и его отличительные черты.

*Контроль по теме:* Экспресс-опрос на занятии.

### **Тема 3 (2 ч). Историческая справка об отцах-основателях космонавтики**

*Теория:* Знакомство с биографиями Германа Оберта, Роберта Годдарда, Константина Эдуардовича Циолковского.

*Контроль по теме:* Экспресс-опрос на занятии.

### **Тема 4 (2 ч). Из пушки на Луну**

*Практика:* Подготовка учащимися докладов на тему «Жидкостное дыхание».

*Контроль по теме:* Обсуждение структуры докладов.

### **Тема 5 (2 ч). Выступления учащихся с докладами**

*Практика:* Выступления учащихся с докладами на тему «Жидкостное дыхание».

*Контроль по теме:* Прослушивание докладов.

### **Тема 6 (2 ч). Установка обучающего ПО OpenRocket**

*Теория:* Скачивание OpenRocket и сопутствующего ПО.

*Контроль по теме:* Сообщение от учащихся о возникших трудностях или успешной установке ПО.

### **Тема 7 (2 ч). Освоение интерфейса ПО OpenRocket**

*Практика:* Знакомство со средой программы выполнение ракетомодельных расчётов по выполнению примитивного функционала.

*Контроль по теме:* Демонстрация простейших действий на занятии в среде изучаемого ПО.

### **Тема 8 (2 ч). Упражнение «Моделирование обтекателя»**

*Теория:* О важности аэродинамики. Коэффициент сопротивления формы в зависимости от формы препятствий.

*Практика:* Моделирование обтекателя ракетомодельной ракеты в ПО OpenRocket.

*Контроль по теме:* Демонстрация смоделированного учащимся обтекателя.

### **Тема 9 (2 ч). Понятие и виды полезных нагрузок ракет-носителей**

*Теория:* Особенности вывода различных нагрузок, понятие «попутный запуск».

*Контроль по теме:* Экспресс-опрос на занятии.

### **Тема 10 (2 ч). Подготовка учащимися докладов на темы «Современные ракеты космического назначения» или «Космический мусор»**

*Практика:* Подготовка учащимися докладов на темы «Современные ракеты космического назначения» или «Космический мусор».

*Контроль по теме:* Обсуждение структуры докладов.

**Тема 11 (2 ч). Выступления учащихся с докладами**

*Практика:* Выступления учащихся с докладами на тему «Современные ракеты космического назначения» или «Космический мусор».

*Контроль по теме:* Прослушивание докладов.

**Тема 12 (2 ч). Упражнение «Моделирование ракеты-носителя»**

*Теория:* Продвинутое возможности ПО OpenRocket для моделирования ракеты-носителя.

*Практика:* Моделирование ракеты-носителя.

*Контроль по теме:* Демонстрация учащимися своих наработок.

**Тема 13 (2 ч). Центр тяжести, центр давления ракет**

*Теория:* Об устойчивости ракеты в полёте.

*Контроль по теме:* Экспресс-опрос на занятии.

**Тема 14 (2 ч). Особенности полёта в атмосфере и полёта в безвоздушном пространстве**

*Теория:* Понятие реактивное движение.

*Контроль по теме:* Экспресс-опрос на занятии.

**Тема 15 (2 ч). Подготовка учащимися докладов на тему «История станции «Новые горизонты».**

*Практика:* Подготовка учащимися докладов на тему «История станции «Новые горизонты», стоимость ошибки в космосе.

*Контроль по теме:* Обсуждение структуры докладов.

**Тема 16 (2 ч). Выступления учащихся с докладами**

*Практика:* Выступления учащихся с докладами на тему «История станции «Новые горизонты», стоимость ошибки в космосе.

*Контроль по теме:* Прослушивание докладов.

**Тема 17 (2 ч). Расчёт центра тяжести на примере модели в ПО OpenRocket**

*Практика:* Моделирование модели ракеты и расчёт её центра тяжести.

*Контроль по теме:* Демонстрация расчёта учащимися.

**Тема 18 (2 ч). Моделирование работы двигателя в ПО OpenRocket**

*Теория:* Использование интерфейса ПО OpenRocket для моделирования работы двигателя и построения графиков зависимостей.

*Практика:* Моделирование работы двигателя в ПО OpenRocket.

*Контроль по теме:* Демонстрация модели учащимися.

**Тема 19 (2 ч). Обзор блока маневрирования разработки Самарского университета. Подготовка учащимися докладов на тему «Двигатели и блоки маневрирования»**

*Теория:* Принципы маневрирования в космическом пространстве, операция смены орбиты.

*Практика:* Подготовка учащимися докладов.

*Контроль по теме:* Обсуждение структуры докладов.

**Тема 20 (2 ч). Выступления учащихся с докладами**

*Практика:* Выступления учащихся с докладами на тему «Двигатели и блоки маневрирования».

*Контроль по теме:* Прослушивание докладов.

**Тема 21 (2 ч). Обзор миссии «Розетта»**

*Практика:* Подготовка учащимися докладов на тему «Полёт на астероид».

*Контроль по теме:* Обсуждение структуры докладов.

**Тема 22 (2 ч). Выступления учащихся с докладами**

*Практика:* Выступления учащихся с докладами на тему «Полёт на астероид».

*Контроль по теме:* Прослушивание докладов.

**Тема 23 (2 ч). Моделирование полезной нагрузки в ПО OpenRocket**

*Теория:* Отстрел полезной нагрузки и вызываемый этим процессом импульс.



*Практика:* Моделирование полезной нагрузки в ПО OpenRocket.

*Контроль по теме:* Демонстрация учащимися проектов ракетносителей с полезной нагрузкой.

**Тема 24 (2 ч). Создание комплексного описания смоделированной учебной ракеты**

*Теория:* Обсуждения планов дальнейшей работы с учащимися.

*Контроль по теме:* Обсуждение.

### **Предметные ожидаемые результаты модуля 3:**

- знание правил техники безопасности и пожарной безопасности;
- умение пользоваться справочной литературой;
- развитие основных навыков и умений использования компьютерных устройств;
- умение составить технический эскиз объекта;
- конструировать по условиям, заданным взрослым, по образцу, по чертежу, по заданной схеме и самостоятельно строить схему.

Подведение итогов реализации модуля 3:

- итоговые результаты участия в инженерных конкурсах и конкурсах технической направленности;
- результаты внутренних защит рефератов и проектов объединения;
- анализ индивидуальных достижений учащихся. Рекомендации по дальнейшему обучению и выбору направления деятельности.
- презентация достижений учащихся перед родителями и коллективом центра.

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЙ**

Во время обучения широко применяется совместное обсуждение использованных программных решений и выбранных алгоритмов. Во время обсуждений педагог и учащиеся часто апеллируют к документации на учебный язык CBot. В ходе выполнения программы проводится диагностика усвоения знаний в форме беседы во время онлайн-конференции, сопровождаемой демонстрацией авторского контента учащимися: исходного кода, снимков экрана ПО Colobot Gold, видеозаписями процесса игры в ПО Colobot Gold.

Широко используется техническая литература, структурные схемы, методические пособия по программированию и материалы сети интернет.

В ходе выполнения программы проводится диагностика усвоения знаний в форме собеседований и ответов на блок вопросов.

### **Кадровые ресурсы**

Специалист, имеющий педагогическое образование (педагог дополнительного образования).

### **Материально-техническое и программное обеспечение программы обучения**

- Персональный компьютер (может быть под управлением как ОС Windows, так и на основе Linux, такой как Ubuntu).

- Свободное программное обеспечение Colobot Gold.
- Программное обеспечение OpenRocket.

Для осуществления диагностики усвоения знаний необходима возможность подключения компьютера к интернету, микрофон.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А. Пример программы на языке CBot.

Программа для использования исследовательского центра. Робот автоматически меняет разряженные батарейки. Он ищет другие заряженные батарейки и помещает их в исследовательский центр.

```
extern void object::Research()
{
  object power;
  object research;
  power=radar(PowerCell);
  research=radar(ResearchCenter);
  goto(power.position);
  if(power.energyLevel!=1){
    turn(-90);
    move(10);
  }
  grab();
  goto(research.position);
  drop();
}
```

## SUPPLEMENTARY GENERAL EDUCATIONAL PROGRAM “PROGRAM THE SPACE BASE. COLOBOT”

*A. G. Cherniaev*

Samara University, Samara, Russia

Supplementary educational general educational program of technical direction “Program the space base. Colobot” was created in 2020. The developer of the program is the teacher of additional education Andrey G. Cherniaev. The program was piloted on the basis of the Center for Children’s Creativity “Metallurg” in Samara. Training on the program touches on such disciplines as programming, space systems engineering, and history of science. The program is for one year, for students aged 10–19 years.

*Keywords:* Colobot, programming robotic systems, program of supplementary education, engineering of space system

---

**Cherniaev** Andrey G. — teacher of supplementary education, [dungeonlords789@yandex.ru](mailto:dungeonlords789@yandex.ru).

## ПЯТЬ ЛЕТ ПРОЕКТУ ASTRODISTANT.RU

*Н. Е. Шатовская*

ГБОУ «Школа № 179» (Школа Константинова), Москва, Россия

Приведён обзор проектов, реализованных на портале поддержки астрономического образования школьников [astrodistant.ru](http://astrodistant.ru) с 2016 по 2021 г.

*Ключевые слова:* астрономическое образование школьников, дистанционное образование на платформе moodle, астрономическая олимпиада, интеллектуально-творческий марафон, астротурнир

В январе 2021 г. портал дистанционной поддержки астрономического образования школьников [astrodistant.ru](http://astrodistant.ru) отметил свой первый юбилей — 5 лет со дня регистрации доменного имени.

Первоначально сайт создавался для дистанционной поддержки работы астрономических кружков Дворца творчества детей и молодежи г.о. Балашиха Московской области и школы № 179 Москвы, где автор статьи вела очные занятия. По мере освоения технологии пришло понимание, что сайт можно использовать более широко — для проведения интеллектуальных соревнований и реализации массовых образовательных программ. 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.

\* \* \*

Учебные курсы [astrodistant.ru](http://astrodistant.ru) реализованы на платформе Moodle (*англ.* Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). В настоящее время поддерживаются учебные курсы «Астрономия. Первые шаги» для школьников 5–7-х классов, «Основы астрономии в задачах» для школьников 7–10-х классов и «Основы астрофизики в задачах» для школьников 10–11-х классов. Курсы доступны учащимся межшкольного факультатива по астрономии и физике космоса школы № 179.

Структура курсов типична для Moodle. Каждый курс содержит теоретические материалы, тренировочные тесты, тематические подборки задач, ссылки на дополнительные материалы в сети. Объём и уровень сложности курса зависит от возраста учащихся. На освоение темы планируется одна-две недели. Сдав задание на проверку преподавателю, ученик получает оценку и замечания, которые должен проработать.

Дистанционную форму обучения используют учащиеся факультатива, которые какой-то причине не могут посещать очные занятия. В 2020 г. эта форма стала основной и позволила нашим ребятам не прерывать занятия в период карантина.

\* \* \*

Расскажем подробнее о курсе «Астростарт», работа над которым была начата в 2019 г. в связи с переходом на новую программу всероссийской олимпиады по астрономии. Цел заключается в подготовке участников к массовым отборочным этапам олимпиады — школьному и муниципальному.

«Астростарт» — открытый краткосрочный интенсивный учебный курс. Он воспроизводит диагонально-уровневую структуру программы олимпиады, что позволяет школьнику любого возраста подготовиться к этапам Всероссийской олимпиады школьников (ВсОШ) по астрономии «с нуля». Задания курса составлены таким образом, чтобы учащийся смог вспомнить и привести в систему астрономический материал, уже известный ему из школьных курсов естествознания, географии, математики и физики, а также получить некоторые специальные сведения по предмету. Выполняя задания, ученик осознаёт, есть ли у него устойчивый интерес к астрономии и готов ли он изучать науку о космосе на более высоком уровне.

Методическая особенность курса заключается в том, что он предполагает самостоятельное освоение учеником, без участия преподавателя, и целиком состоит из упражнений в форме тестов. Точнее, используется элемент «тест» платформы Moodle, но сам термин неудачен: слово «тест» означает «проверка», тогда как тесты «Астростарта» — это тематические подборки развивающих упражнений. В ходе выполнения упражнений ученик поэтапно осваивает материал, меняет свои знания и приобретает новые. Внутри вопросов содержатся элементы теории, ссылки на внешние источники информации и т. п. Автоматическая обработка ответов обеспечивает обратную связь: завершив упражнение, ученик сразу же видит, какие из его ответов были правильными, а какие — нет. Предоставляются три попытки, чтобы ученик мог вернуться к вопросам, на которые ответил неправильно, и подумать над ними ещё раз. Статистика попыток позволяет преподавателю видеть, какие темы и вопросы вызывают затруднения у учеников, и в соответствии с этим корректировать курс.

При разработке курса важна не только его систематичность, межпредметные связи и опора на самостоятельность ученика. Когда рядом нет педагога и товарищей по увлечению, особенно важно поддерживать интерес к предмету. Тесты «Астростарта» разнообразны по форме и содержанию, часто используются фотографии, сюжеты из научной фантастики. Многие задания фактически выступают занимательными задачами, решая которые, ученик тренирует внимание и логику, развивает мышление и воображение. Освоив уровень, соответствующий возрасту, ученик может попробовать выполнить задания более высокого уровня. Дополнительную мотивацию для ученика создаёт элемент соревнования: на сайте публикуется рейтинг достижений.

В настоящее время курс содержит 36 тестов (более пятисот вопросов) и охватывает с I по VI уровни программы. За два прошедших года курсом воспользовались более трёхсот школьников всех возрастов из примерно тридцати регионов России и стран ближнего зарубежья. Приятно видеть знакомые фамилии в списках победителей заключительных этапов ВсОШ, Московской астрономической олимпиады, Санкт-Петербургской астрономической олимпиады. Вдвойне приятно, когда «продвинутые» астрономы возвращаются на «Астростарт» посмотреть, что новенького там появилось. Это лучшее доказательство правильности заложенной в курсе методической идеи.

Заинтересовавшихся коллег приглашаю прийти на [astrodistant.ru](http://astrodistant.ru) и посмотреть курс «Астростарт». Хотя он и заявлен как учебный курс для самостоятельного освоения школьниками, технически возможно его использование в другом

режиме — для организации группового занятия в кружке, а иногда и на уроке. Кроме того, педагог, осваивающий астрономию как новую специализацию, может просто пройти курс «Астростарт» как ученик, что гарантирует уверенное владение материалом.

\* \* \*

С первого года работы и по настоящее время astrodistant.ru используется как техническая платформа для организации интеллектуальных соревнований. Сначала это были соревнования школьников Подмосквья (например, «Открытая космическая викторина к 55-летию полёта Юрия Гагарина» собрала 341 участника). Затем соревнования стали межрегиональными — в октябре 2017 г. состоялся «Космический марафон-2017», в апреле 2020 г. — Заочная олимпиада наукоградов по астрономии и физике космоса «Малая Медведица».

Именно на astrodistant.ru появилась новая форма интеллектуальных соревнований школьников — дистанционный интеллектуально-творческий марафон. Идея оказалась настолько удачной, что организаторы провели четыре подобных марафона. За «Космическим марафоном-2017» последовали марафон «КосмоСТАРТ» (<https://moodle.179.ru>), марафоны «Луна-2019» и «МАРС: миссия выполняема» (<https://open.179.ru>)

Формат марафона предполагает:

- широкий охват возрастов участников (с 1-го по 11-й классы);
- продолжительное (месяц-полтора) соревнование с поэтапной публикацией заданий;
- разнообразие содержания заданий (собственно астрономия и космонавтика, история науки и техники, космос в литературе и искусстве);
- разнообразие форм заданий (задачи, тесты, практические и творческие задания);
- право выбора участником номинаций для участия и заданий внутри номинации;
- возможность участвовать на стартовом, базовом или профильном уровне (или за старший возраст);
- подведение итогов отдельно по номинациям и за многоборье.

Такой формат позволяет привлечь к участию самых разных детей: физиков, лириков, энергичных олимпиадников, робких мечтателей. Предполагается, что, выполнив задания одной номинации, участник заинтересуется и другими заданиями. Действительно, большинство участников выполняют по 2–3 номинации, а лидеры — по 7–8 номинаций.

Большое число творческих заданий позволяет детям раскрыться по-новому. На космическом марафоне младшие участники придумывали новые созвездия, используя «раскраски» со звёздами, на лунном — рисовали свой «портрет» Луны на основе её контурной карты. Ученики средних классов составляли тематические кроссворды. На марсианском марафоне старшеклассники писали научное эссе о колонизации Красной планеты.

На всех наших марафонах есть номинация «Придумай сам», в которой участники не выполняют задания, а придумывают их. Другая популярная игра называется «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.

Тестовые номинации традиционно привлекают большое число участников. В форме теста могут быть заданы вопросы по астрономии или космонавтике, по истории науки и техники, вопросы культурологической викторины.

Классические олимпиадные задачи мы тоже предлагаем, в отдельной номинации. Задачи также имеют ряд особенностей. Поскольку олимпиада заочная и участники могут пользоваться любыми материалами, задачи должны быть новыми, достаточно сложными, но при этом посильными и обязательно интересными. Например, на марсианском марафоне старшеклассники рассчитывали стоимость экспедиции на Марс, а их младшие товарищи прокладывали маршрут для марсохода и придумывали инструкцию по ориентированию по звёздам для будущих марсианских колонистов.

Из сказанного выше понятно, что наши дистанционные марафоны — мероприятия не просто образовательные, но и просветительские, формирующие интерес к космосу и космонавтике у подрастающего поколения. 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.

Завершая рассказ о марафонах, я должна поблагодарить своих помощников, без которых организовать соревнование с несколькими сотнями участников было бы невозможно. Литературные номинации оценивает учитель литературы нашей школы С. В. Брель. Помогает составлять вопросы и оценивать культурологическую номинацию — будущий лингвист, наш выпускник А. М. Старченко. Детским творчеством «заведует» другой наш выпускник: будущий психолог Т. А. Березнер.

\*\*\*

По мере развития портала дистанционной поддержки астрономического образования школьников мы задумались, можно ли организовать через портал практические занятия. Наблюдения — не просто важная часть астрономии как учебной дисциплины, но методологическая основа астрономии как науки. Однако большинство дистанционных курсов по астрономии предлагает слушателям теорию и тесты, иногда задачи, но никакой практики. Действительно, научиться наблюдениям без наставника нелегко, но если помочь ученику освоить простейшие практические приёмы и выработать главное качество наблюдателя — привычку смотреть на небо, дальше он сможет продвигаться самостоятельно. Нам кажется, мы нашли формат учебной работы, подходящий для этих целей.

Практикоориентированный учебный курс «Астротурнир-онлайн» адресован школьникам средних классов и структурирован как круглогодичная игра для наблюдателей. Главная особенность игры — непрерывность. На небе всегда что-то происходит, и подлинный интерес к предмету не может иссякнуть в период каникул. Игровой сезон начинается 1 сентября и заканчивается 31 августа, сезон состоит из четырёх этапов, этап — из трёх туров. Комплекты заданий обновляются на каждом этапе и редактируются в каждом туре. Некоторые задания открыты весь год (например, задание-визитная карточка «Я и мой прибор»). Часть заданий приурочена к каким-то сезонным явлениям (например, астрономическую рефракцию участники изучают зимой, солнечные часы мастерят летом, а наклон эклиптики к экватору измеряют вблизи равноденствий). В комплект

добавляются задания, посвящённые интересным текущим событиям (например, в минувшем сезоне участники наблюдали противостояние Марса, великое соединение Юпитера и Сатурна и солнечное затмение 10 июня). Кроме того, в любом туре есть простые задания для начинающих (определение широты местности, ориентирование по звёздам, калибровка «встроенного пальцемера» и т. п.).

При составлении заданий мы учитываем возможные затруднения. Многие наши участники проживают в городах, т.е. в условиях засветки и закрытого горизонта. Далеко не у всех есть телескоп. Поэтому мы выстраиваем последовательность занятий: участник начинает с простых и доступных заданий, выполняемых невооружённым глазом, а затем, по мере приобретения наблюдательных навыков, переходит к длительным и выездным наблюдениям. Помощь взрослых любителей астрономии правилами астротурнира-онлайн не только не запрещается, но наоборот, приветствуется.

Формулировка задания представляет собой пошаговую инструкцию. Например, задание № 12 «Весенняя Луна» сформулировано так:

*«Наступила весна. Ясных дней всё больше, но ночи становятся короче. Наблюдать звёзды в это время года неудобно, зато Луна видна прекрасно.*

*Выясните, в какой фазе Луна поднимается выше всего над горизонтом весной?*

*Проведите серию наблюдений Луны в разных фазах. (Для проведения серии наблюдений должен быть доступен южный сектор неба.) Сделайте вывод на основе собственных наблюдений. Приложите к отчёту фотографии или зарисовки. Объясните полученный результат теоретически».*

Помимо заданий, в специальном разделе публикуются материалы для подготовки к их выполнению.

В игру можно вступить в любой момент; не регламентируется ни порядок выполнения заданий, ни их число. Участник выбирает любые задания из шестисюзи используемых в текущем туре, исходя из особенностей своей местности и наличия техники, знаний и опыта. В конце месяца жюри оценивает присланные работы, даёт каждому участнику развёрнутый комментарий и рекомендации. Правила онлайн-турнира не требуют обязательного участия в каждом туре, но наиболее активные участники присылают работы ежемесячно. За работу, в зависимости от сложности задания и качества выполнения, можно получить до 10 баллов. Успехи участника игры фиксируются дважды: как индивидуальные достижения (по сумме баллов за все выполненные задания) и как положение в текущем рейтинге (по сумме баллов за задания, выполненные в течение 12 месяцев).

Важная особенность правил: по прошествии года, если задача возвращена в комплект, участник может представить новое решение. Например, заново прислать визитную карточку и рассказать о своём новом телескопе или обработать более длинную серию наблюдений пепельного света Луны, серебристых облаков и т. п. Лучшие работы участников размещаются на сайте.

Первые задания астротурнира-онлайн появились в марте 2020 г. За полтора года сложилась структура игры, были выработаны правила, а главное, оформилось наше представление о том, как учить детей астрономической практике в таком формате. Многие участники приятно удивили организаторов, представляя работы, выполненные весьма качественно и с большой фантазией. В подготовке и проведении игры участвуют выпускники, а ныне преподаватели нашей школы Р. Р. Акметдинов и Н. К. Лавров.

Конечно, в ходе реализации проекта обнаружились и некоторые сложности. Наиболее существенное затруднение представляет собой характер самой науки — некоторые астрономические явления бывают редко (например, затмение удаётся наблюдать раз в 3—4 года), другие происходят достаточно медленно (сезонная

смена созвездий или планетных конфигураций). Добавим к этому фактор погоды, которая часто бывает неблагоприятной. Возникает противоречие между необходимостью длительных наблюдений и особенностями психологии подростка, которому важно получить значимый результат за обозримое время. Чтобы сделать игру более динамичной, необходимо соблюдать пропорцию между разовыми и длительными заданиями. В прошлом сезоне мы ввели дополнение к правилам: каждый месяц одно из текущих заданий объявляется бонусным и за него даются два дополнительных балла. Это позволяет привлечь внимание участников к заданию, срок выполнения которого заканчивается. В сезоне 2021/2022 гг. на турнире появились задания другого типа, получившие название «большая перемена». В середине каждого месяца на несколько дней открывается короткое задание тестового типа, посвящённое важным событиям, которые не стали темой основных заданий. Например, в сентябре участники игры отметили 175-летию со дня открытия Нептуна, а в декабре будут праздновать 450-летие со дня рождения Иоганна Кеплера (*нем.* Johannes Kepler).

Есть ещё один важный аспект нашего нового проекта. Фактически астротурнир-онлайн — это открытая база заданий для юных наблюдателей, которой может воспользоваться любой учитель астрономии, в том числе не имеющий опыта проведения практических занятий. Игра предлагает готовый методический каркас и может стать основой системы работы астрономического кружка для школьников средних классов. В процессе выполнения заданий необходимые навыки приобретут не только учащиеся, но, возможно, и учитель. Мы надеемся, что вокруг игры «Астротурнир-онлайн» со временем сложится круг единомышленников-астропедагогов, стремящихся дарить детям чудо маленького, но самостоятельного открытия.

Итак, мы ждём коллег и их учеников на портале дистанционной поддержки астрономического образования школьников [astrodistant.ru](http://astrodistant.ru).

## FIVE YEARS ANNIVERSARY OF ASTRODISTANT.RU PROJECT

*N. E. Shatovskaya*

School No. 179, Moscow, Russia

The article gives an overview of the projects for schoolchildren implemented on the astronomy education support portal [astrodistant.ru](http://astrodistant.ru) from 2016 to 2021.

*Keywords:* astronomical education of schoolchildren, remote education on moodle platform, astronomy olympiad, intellectual and creative marathon, astrotournament

---

**Shatovskaya** Natalya E. — teacher, PhD of pedagogic sciences, [shatovskaya@gmail.com](mailto:shatovskaya@gmail.com)



## КОСМИЧЕСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ДОЗОР

*М. А. Шахрамьян, А. А. Рихтер*

Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга  
«АЭРОКОСМОС» Министерства науки и высшего образования Российской  
Федерации под научно-методическим руководством РАН, Москва, Россия

Статья посвящена новой технологии мониторинга твёрдых бытовых и промышленных отходов, основанной на приёме и обработке данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Авторами предлагается организовать проведение в учебных заведениях серии проектных работ по выявлению на территории РФ несанкционированных объектов захоронения твёрдых коммунальных отходов и промышленных отходов с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса, а также наладить выпуск мультипликационных фильмов по проблеме замусоривания окружающей природной среды с участием школьников и студентов для экологического просвещения населения.

*Ключевые слова:* мониторинг отходов, ДЗЗ, проектные работы, просветительские мультфильмы

*«С голубого ручейка начинается река,  
ну а свалка начинается с бумажки»*

В настоящее время одной из самых острых экологических проблем человечества выступает проблема несанкционированного замусоривания окружающей природной среды твёрдыми коммунальными отходами (ТКО) и промышленными отходами. **Эта проблема особенно актуальна в будущем для северных территорий и зон вечной мерзлоты, так как неизбежное замусоривание в довесок к другим формам масштабного экологического загрязнения северных широт однозначно приведёт к ускорению процессов таяния, в том числе из-за увеличения поглощения земной поверхностью солнечного излучения.**

Твёрдые коммунальные и промышленные отходы оказывают негативное воздействие на состояние почвы и растительности. Фильтрат (вода, прошедшая через тело мусорной свалки) содержит компоненты тяжёлых металлов, мигрирующих в природной среде и образующих комплексные соединения с органическим веществом природного и техногенного происхождения, становясь ксенобиотиками и канцерогенами. На некоторых свалках из-за переизбытка фильтрата происходит его выброс на поверхность и заболачивание прилегающей территории. Не менее вредна газовая составляющая (свалочный газ), распространяющаяся в атмосфере, становясь причиной злокачественных опухолей, онкологических и хронических лёгочных заболеваний у людей.

Разработана и успешно апробирована новая технология мониторинга и контроля твёрдых бытовых и промышленных отходов, основанная на приёме и обработке данных дистанционного зондирования Земли из космоса различной пространственной разрешённости и спектрального разрешения. В основу технологии положена обработка многоспектральных и гиперспектральных снимков в специальных программных комплексах, выявление и анализ от небольших мусорных свалок (дачных, дорожных захлamlений) до больших (промышленных и городских свалок) в зависимости от пространственного и спектрального

---

**Шахрамьян** Михаил Андраникович — зам. директора, д-р техн. наук, проф.,  
7283763@mail.ru

**Рихтер** Андрей Александрович — мл. науч. сотрудник, канд. техн. наук, urfin17@yandex.ru

разрешения космического снимка (Казарян и др., 2016; Шахраманьян, Рихтер, 2012; Шахраманьян и др., 2016; Kazaryan et al., 2019).

С помощью данных программных комплексов можно в автоматическом режиме с использованием технологии искусственного интеллекта выявлять на территории всего земного шара несанкционированные мусорные свалки, определять правильность эксплуатации существующих полигонов ТКО в соответствии с действующими международными и национальными нормативно-правовыми документами, определять очерёдность ликвидации полигонов ТКО в зависимости от степени их негативного влияния на окружающую природную среду и здоровье людей. Результаты обработки полученных данных могут быть отображены в интернете на интерактивной цифровой карте земного шара. Важно при этом отметить **объективность** получения данных о несанкционированных мусорных свалках, правильности эксплуатации существующих полигонов ТКО и их влияния на окружающую природную среду на основе использования космических технологий.

Необходимо учитывать, что так как ТКО, по существу, представляются некими «реакторами», в которых бурно происходят различные физико-химические процессы, то сами по себе ТКО представляют значительный интерес для учебных и исследовательских процессов, проектной деятельности в рамках как средней, так и высшей школы (Шахраманьян, Рихтер, 2013). Причём многие параметры этих физико-химических реакций в режиме времени близкому к реальному можно контролировать методами дистанционного зондирования Земли из космоса.

Предлагается организовать проведение в учебных заведениях во внеурочное время серии проектных работ по выявлению на территории РФ несанкционированных объектов захоронения твёрдых коммунальных отходов и промышленных отходов с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса, а также наладить выпуск мультипликационных фильмов по проблеме замусоривания окружающей природной среды с участием школьников и студентов для экологического просвещения населения. Начало этой деятельности уже положено. Мультфильм «Земляникины — жители Земли» ([https://www.youtube.com/watch?v=CrdhFshqLpg&feature=youtu.be&fbclid=IwAR0mDXgG26xDcVh5lk7BBKxZiOuCG1\\_2Ltgqtiyc16ilRqaFpA0vm1jAWkQ](https://www.youtube.com/watch?v=CrdhFshqLpg&feature=youtu.be&fbclid=IwAR0mDXgG26xDcVh5lk7BBKxZiOuCG1_2Ltgqtiyc16ilRqaFpA0vm1jAWkQ)).

## ЛИТЕРАТУРА

- Казарян М. Л., Рихтер А. А., Шахраманьян М. А. Метод автоматизации оценки индексов подстилающей поверхности и их изменения во времени по космическим изображениям и его применение при оценке состояния окружающей среды в окрестностях полигонов твердых бытовых отходов // Изв. Томского политехн. ун-та. Инжениринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 8. С. 52–58.
- Шахраманьян М. А., Рихтер А. А. Автоматизированная система космического мониторинга в режиме реального времени объектов захоронения отходов: Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ. № 2013611942 от 06.11.2012.
- Шахраманьян М. А., Рихтер А. А. Методы и технологии космического мониторинга объектов захоронения отходов в интересах обеспечения экологической безопасности территорий: учебно-метод. пособие. М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2013. 241 с.
- Шахраманьян М. А., Казарян М. Л., Рихтер А. А. Выявление очагов замусоривания по данным космических изображений низкого разрешения Landsat // Информация и космос. 2016. № 3. С. 91–96.

*Kazaryan M., Shahramanian M., Zabunov S.* Investigation of the similarity algorithm of the satellite images storage system for stability on the basis of Haar wavelets according to Tikhonov // Aerospace Research in Bulgaria / Bulgarian Academy of Sciences. Space Research and Technology Institute. 2019. V. 31. P. 71–89. <https://doi.org/10.3897/arb.v31.e06>.

## SPACE ENVIRONMENTAL PATROL

*M. A. Shakhramanyan, A. A. Richter*

Institute for Scientific Research of Aerospace Monitoring AEROCOSMOS, Moscow, Russia

The article is dedicated to the new technology of solid domestic and industrial waste monitoring based on acquisition and processing of Earth remote sensing data from space. The authors suggest arranging a series of project activities in educational institutions on detecting unauthorized disposal sites of solid municipal and industrial wastes in the Russian Federation using data of Earth remote sensing from space and also arranging with the participation of schoolchildren and students the production of cartoons on the issue of littering of natural environment for ecological education of the population.

*Keywords:* waste monitoring, Earth remote sensing, project work, educational cartoons

**Shakhramanyan** Mikhail A. — deputy director, doctor of technical sciences, prof., 7283763@mail.ru  
**Richter** Andrey A. — junior researcher, PhD of technical sciences, urfin17@yandex.ru

## ЗВЁЗДНЫЙ ФРЕГАТ

*Е. Е. Яновская, Р. В. Загорулько*

Витебский государственный университет имени П. М. Машерова  
Витебск, Республика Беларусь

Статья посвящена проблемам повышения эффективности астрономического образования, современным методам и подходам, направленным на развитие астрокосмического образования, популяризацию космической тематики среди детей и молодёжи Витебской области.

*Ключевые слова:* астрономическое образование, дополнительное образование, STEAM-концепция, инновационные технологии.

Астрономия — древнейшая из наук. Она помогает человеку осознать своё место во Вселенной, формирует мировоззрение и глубокое понимание межпредметных связей. Наибольший интерес к изучению астрономии наблюдается у ребят с 3-го по 7-й класс. Практически каждый школьник в этом возрасте — это юный исследователь и для того, чтобы увлечь его космосом, у нас есть множество возможностей. Наша задача — максимально эффективно организовать обучение. Все дети разные. У них разные способности и разные интересы, но астрономия и космонавтика, как никакие другие направления, могут привлечь внимание практически всех ребят.

Сегодня стало популярным использование образовательной технологии STEAM. STEAM-концепция зародилась в США в версии STEM18 и получила развитие в виде STEAM, STEAM19, STEAMC20 (S — Science (наука), T — Technology (технология), R — Reading (чтение), E — Engineering (инженерия), A — Arts (искусство), M — Math (математика), C — Culture (культура)) (Гагарина, Гагарин, 2019).

При изучении основ астрономии и космонавтики со школьниками в системе дополнительного образования Витебской области органично сочетаются и наука, и технология, и чтение, и инженерия, и искусство, и математика, и культура. Традиционные педагогические технологии — это фундамент, на котором строятся образовательные программы объединений по интересам, а современные инновационные технологии их дополняют, позволяют в большей степени раскрыть способности учеников.

При организации занятий со школьниками большое значение имеет наличие необходимой материально-технической базы. Она в учреждениях образования области, конечно, разная. В ГУО «Новкинской средней школе Витебского района», например, создан астрокосмический комплекс, в который входит музейная комната «История космоса». В её создании принимали участие Герой Российской Федерации лётчик-космонавт Олег Артемьев и его семья. В школе есть оборудованная наблюдательная площадка, астрономический центр с оптическим и цифровым проекторами. Экскурсии в школьном планетарии и в школьном музее космонавтики, как правило, проводят школьники.

В 2021 г. в Новкинской средней школе впервые прошёл фестиваль «Звёздный фрегат». Это был пилотный проект, который объединил учителей и школьников. В программе были онлайн-викторины, выставки, конкурсы, Гагаринский урок, в котором участвовали ребята из начальной школы

---

**Яновская** Елена Евгеньевна — магистрант, L7L11@mail.ru  
**Загорулько** Регина Владимировна — канд. пед. наук, доц.

совместно с кадетами Минского суворовского военного училища по приглашению Русского Дома (Минск), а также другие мероприятия на тему космоса. Планируется, что в 2022 г. в фестивале примут участие и другие школы Витебского района. В рамках таких мероприятий могут быть задействованы ребята с 1-го по 11-й класс, в том числе дети и подростки с ограниченными возможностями.

В Витебском регионе продолжается сотрудничество в рамках проекта «Школа—университет». Это даёт дополнительные преимущества: расширение возможностей за счёт консультационной помощи преподавателей УО «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова» (ВГУ), участия студентов вуза в мероприятиях для школьников, проводимых как в школах Витебска и Витебского района, так и на территории вуза. Школьники и преподаватели могут побывать на экскурсии в астрономическом центре университета, где установлено современное оборудование.

ВГУ можно по праву назвать региональным ресурсным центром по изучению астрономии. Преподаватели вуза кандидат педагогических наук, доцент Галузо И. В. и председатель астрономического клуба «Гелиос» Голубев В. А. вносят огромный вклад в создание учебно-методического комплекса по предмету «Астрономия», они принимали активное участие в создании астрокосмического комплекса Новкинской средней школы. Руководство университета поддерживает инициативу школ по организации интересных совместных астрономических мероприятий, например, фестивалей науки и творчества для детей и молодёжи. Школьникам и их родителям пришлась по душе идея проведения дней занимательной науки. В августе на районной педагогической конференции был представлен проект «Театр занимательной науки». В нём задействованы ребята из Новкинской средней школы и ГУО «Кировская средняя школа Витебского района».

Значительный вклад в развитие астрономического образования, повышение интереса к изучению и освоению космоса вносит ГУДО «Витебский областной дворец детей и молодёжи». В Витебской области ежегодно проводятся такие мероприятия как онлайн-викторина «Укажи путь звездолёту» и Интеллектуальная игра «Космобатл». Весной 2021 г. второй раз проводился Интернет-фестиваль детского и молодёжного творчества «Романтика звёздных дорог». Для реализации этого проекта объединились руководители и специалисты из различных сфер и городов (Москвы, Санкт-Петербурга, Самары, Казани, Новосибирска, Минска и Витебска). Учредителем фестиваля стал Витебский областной дворец детей и молодёжи. Конкурс проходит при поддержке ФГБУ «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина».

Летом работа со школьниками не прекращается. И это не только «тротуарки», которые традиционно проводятся любителями астрономии Витебской области. ГУДО «Центр детей и молодёжи Витебского района» организовало в Витебском районе интерактивную программу «Нескучайка», которая включала и познавательное астрономическое «шоу». В этой программе приняли участие ребята из сёл и агрогородков Витебского района.

На базе ГУО «Октябрьская средняя школа Витебского района» сегодня успешно функционирует межшкольный центр координации научно-исследовательской деятельности «Идея». Школьники работают над интересными проектами, в том числе на тему освоения космоса.

В нескольких районах Витебска работают межшкольные факультативы по астрономии. Старшеклассники изучают космос, готовятся к олимпиадам. К сожалению, пока не во всех районах есть возможность организовать такую

системную работу со школьниками, поэтому сегодня важно развивать дистанционные технологии. Это даст возможность заниматься изучением астрономии с ребятами из других районов и из сельской местности.

Постепенно мобильные устройства проникают и в сферу образования. Проблемы человеко-компьютерного взаимодействия в настоящее время становятся всё более актуальными. В дискуссионном поле педагогов и общественности часто оказывается способ взаимодействия компьютера и школьника (или студента). По крайней мере в сложившейся ситуации нельзя отмахнуться от проблемы гаджетов в образовании, так или иначе (в явном или неявном виде) они уже «окупируются» учреждениями образования (Галузо, 2019).

Сегодня многие педагоги стараются организовать учебную деятельность школьников с использованием мобильных устройств. Эффективное взаимодействие между учителем и учениками, оперативный локальный контроль знаний позволяют выстраивать индивидуальные траектории обучения с учётом множества факторов. Использование игровых технологий при изучении основ астрономии и космонавтики в начальных и средних классах позволяет повысить мотивацию, а иногда школьники и сами создают несложные игры и упражнения.

Каким будет астрокосмическое образование в школе будущего? Безусловно, акцент будет на использование информационно-коммуникационных технологий. Создание учебного контента и программ возможно даже студентами вузов и старшеклассниками. Важна заинтересованность и поддержка со стороны преподавателей вузов и руководителей предприятий космической отрасли. Значительный вклад в популяризацию астрономии и космонавтики вносят учёные, инженеры, космонавты. Это очень важно и с точки зрения профориентации. Необходимо уделить внимание ранней профориентации. Астрономия для дошкольников и младших школьников — это не просто модное увлечение. Первая встреча с этой прекрасной наукой может зажечь маленькую искорку в сердце ребёнка. Для кого-то из ребят астрономия станет путеводной звездой на пути к профессии, которая будет связана с космосом.

Опираясь на опыт работы с детьми города Витебска и Витебского района можно сделать такие выводы: важно чтобы программа обучения предусматривала достаточно часов для творческих и исследовательских проектов, чтобы преподаватели были увлечёнными и компетентными. Целесообразно создание ресурсных центров по изучению астрономии и космонавтики. Сетевое и межсекторное взаимодействие — это дополнительные резервы для развития астрокосмического образования. Очень важен обмен опытом между специалистами сферы образования, учителями астрономии, педагогами дополнительного образования.

Международное сотрудничество открывает новые горизонты. Задачи у нас общие — повышение эффективности астрономического образования. Обмен опытом, анализ полученных результатов, реализация новых совместных проектов поможет преодолеть трудности, с которыми сегодня сталкиваются преподаватели и ученики при изучении предмета «Астрономия».

## ЛИТЕРАТУРА

- Гагарина Д. А., Гагарин А. С. Робототехника в России: образовательный ландшафт. Ч. 1 / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 108 с.
- Галузо И. В. Электронное обучение студентов и школьников: монография. Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2019. 306 с.

## STAR FRIGATE

*E. E. Yanovskaya, R. V. Zagorulko*

Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Belarus, Republic of Belarus

The article is devoted to the problems of achieving greater effectiveness in astronomical education, modern methods and approaches to the improvement of astro-space education, popularization of space subjects among children and youth of Vitebsk region.

*Keywords:* astronomical education, supplementary education, STEAM-concept, innovative technologies

---

**Yanovskaya E. E.** — master's degree student, L7L11@mail.ru

**Zagorulko Regina V.** — PhD of pedagogic sciences, assoc. prof.

## **МОДЕЛЬ КОСМОС В СИСТЕМЕ ЗАНЯТИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «СУВОРОВЕЦ»**

*Д. Ю. Климов, В. М. Югай*

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования  
Дом детского творчества «Преображенский» (ГБУ ДО ДДТ «Преображенский»)  
Санкт-Петербург, Россия

Предложена концепция применения космического образования в непрофильных структурах системы дополнительного образования. Разработана модель построения учебно-воспитательного процесса КОСМОС. Представлены формы и основы методики проведения занятий и мероприятий для детей на примере деятельности детско-юношеского объединения «Суворовец».

*Ключевые слова:* дополнительное образование, учебно-воспитательный процесс, занятия детей, творческие конкурсы, вдумчивое чтение, разбор видеоматериала, интеллект-карта, доклад, сочинение, досуг, физическая культура и спорт

Пилотный проект комплексной учебно-воспитательной деятельности детско-юношеского объединения «Суворовец» уже три года разворачивается Центром духовно-нравственного и гражданско-патриотического воспитания «Преображение» ГБУ ДО ДДТ «Преображенский» Центрального района Санкт-Петербурга.

Опыт организации деятельности детско-юношеского объединения «Суворовец» свидетельствует, что космическое образование обязательно для включения в учебно-воспитательный процесс, вне зависимости от выбора основной специализации в силу его ключевого значения для полноценного формирования личности.

Программы, реализуемые Объединением («Развитие творческого мышления» и «Основы спортивно-боевых единоборств»), опираются на тридцатилетний опыт социально-педагогической работы педагогов и направлены на формирование у ребёнка традиционной ценностно-нравственной ориентации, развитие системного творческого мышления; способности к преодолению трудностей и эффективных адекватных действий, готовности к труду и обороне Отечества.

Реализация программ Объединения выстраивается на теоретических, практических занятиях и мероприятиях в течение всего года, в том числе в лагерях в период учебных каникул. На практике разработана и применяется модель построения учебно-воспитательного процесса «КОСМОС»:

- Картина мира
- Образцы духа
- Смыслы
- Метафоры деятельности
- Обратная связь
- Самореализация

Картина мира формируется на основе познания и осмысления «внешнего» и «внутреннего» космоса, масштабов пространства, объектов и явлений, их про-



исхождения и циклов развития, строения, взаимодействия, закономерностей действующих сил.

Образцы и примеры высот человеческого духа, прорыва мысли в глубины космического пространства и героизм его освоения содействуют пробуждению гордости за наше Отечество, показывают и создают вектор личностной устремлённости.

Смысловое наполнение освоения космоса передаёт неотложность решения вопросов обороноспособности государства, выживания человечества (безопасность, жизнеобеспечение, энергетика), важность международной кооперации, перспективы развития, вопросы экологии.

Метафорическое осмысление своей деятельности подразумевает моделирование своей специальной деятельности по аналогии с результатами исследований и организации подготовки космонавтов.

Обратная связь понимается как получение детьми ответной позитивной реакции по факту проводимых занятий, мероприятий, конкурсов и проектов, в том числе, непосредственно от настоящих космонавтов.

Самореализация в современном мире непрерывного изменения невозможна без космических технологий: достижение высокой стрессоустойчивости, умения осваивать новые знания, эффективного сотрудничества на передовом уровне развития науки и техники, совершения правильного выбора, повышения самодисциплины и ответственности, соответствия предъявляемым вызовам с сохранением самоконтроля и расширением поля заботы.

В процессе просмотров видеоматериалов: лекций, документальных, художественных и мультипликационных фильмов проводятся совместные обсуждения, пояснения, ведутся конспекты с последующим составлением интеллект-карт, подготовкой докладов, сочинений, реализацией проектов и творческих заданий. Осуществляется подбор информационных материалов, связанных с историческими достижениями в изучении и освоении космоса, событиями и биографиями выдающихся людей. Коллективно прорабатываются тексты и видеоматериалы о Вселенной, учёных, конструкторах, космонавтах. Фиксируются даты, имена, события, важные мысли и фразы. Методика вдумчивого чтения помогает понимать и прорабатывать текст по-абзацно со сменяемыми партнёрами, выписывая ключевые слова и главные мысли. Вдумчивое чтение позволяет научиться своими словами передавать смысл прочитанного, рассказывать, адаптируя содержание в зависимости от возраста и уровня понимания партнёра, совместно обсуждать прочитанное и находить наиболее оптимальные формулировки для записи и передачи. Составление интеллект-карт по рассмотренному и прочитанному позволяет оптимизировать конспекты и подготовиться к более глубокому осмыслению через сочинения, доклады и реализацию творческих проектов.

Организация и проведение лагерей проводится по аналогии с подготовкой космонавтов. Оформление и названия комнат по космической тематике, игровые и творческие задания, КВНы. Тренировки и полёты космонавтов метафорически перенесены на занятия и соревнования по рукопашному бою с реализацией наиболее эффективных средств для развития внимания и концентрации, обеспечения формирования и проверки освоения навыков и умений в условиях реального взаимодействия. Выстраивание лагерей позволяет через погружение добиваться комплексности в учебно-тренировочном процессе и обеспечивает реализацию творческих дел в условиях коллективного взаимодействия и взаимопомощи. На примере развития космонавтики дети учатся ответственности, внимательности, сотрудничеству и взаимопониманию, необходимости целостного образования, умению учиться и творчески относиться к выполняемому делу.

Объединение неоднократно участвовало в конкурсах и мероприятиях Межрегионального проекта «Беляевские чтения», организованных под руководством Канюс М. В. Дети выезжали в «космические» лагеря, лепили и рисовали, писали письма космонавтам, создавали космические стенгазеты и открытки. Смотрели уроки из космоса, слушали приветственные обращения космонавтов к участникам проектов, получали дипломы участников, победителей и призёров в номинациях по итогам реализации проектов.

Изучение образцов высот человеческого духа, достижений нашей истории создают сопричастность и ответственность за общее будущее нашей Родины. Освоение основ системного мышления способствует развитию целостного мировосприятия. Умение обрабатывать информационные потоки помогает правильному и полноценному восприятию и осмыслению. Систематический тренировочно-соревновательный процесс по подобию подготовки и испытаний космонавтов создаёт опыт преодоления, способствует формированию устойчивой психики, развивает волю и стрессоустойчивость, позволяет расширять функциональные ресурсы организма. Космонавтика, как передовой форпост науки и производства, задаёт вектор образования, профориентации, показывает пример преимущества международного сотрудничества и перспективы развития всего человечества.

## **COSMOS IN THE SYSTEM OF ADDITIONAL EDUCATION CLASSES ON THE EXAMPLE OF THE ACTIVITIES OF THE CHILDREN AND YOUTH ASSOCIATION SUVOROVETS**

*D. Yu. Klimov, V. M. Yugay*

Institution of Additional Education Children's Creativity Center Preobrazhensky  
Saint Petersburg, Russia

The concept of space education within the non-core structures of the system of supplementary education is proposed. The model of the educational process COSMOS was developed. The paper presents the formats and fundamentals of the methodology of classes and activities for children, exemplified by the activities of the children's and youth association Suvorovets.

*Keywords:* additional education, educational process, children's classes, creative contests, thoughtful reading, analysis of video material, intelligence map, report, essay, leisure, physical culture and sports

---

**Klimov** Dmitry Yu. — teacher of additional education, [dklm@yandex.ru](mailto:dklm@yandex.ru)

**Yugai** Vladimir M. — teacher of additional education