

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ПЕРВАЯ  
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ПО КОСМИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
«ДОРОГА В КОСМОС»**

**5–8 октября 2021 года**

МОСКВА  
2021

ISBN 978-5-00015-019-1

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), 2021

*Уважаемые коллеги!*

В Институте космических исследований РАН 5–8 октября 2021 г. состоялась Первая международная конференция по космическому образованию «Дорога в космос».

Цели конференции — обсудить задачи и проблемы космического образования в России и за рубежом в школах, вузах и аспирантуре, вопросы популяризации космических исследований и привлечения молодежи для будущей работы в космической отрасли.

К участию приглашались преподаватели школ, вузов, учреждений дополнительного образования, методисты, сотрудники музеев, планетариев, популяризаторы науки, научные журналисты и все, кто занимается вопросами образования и научного просвещения в сфере астрономии и космонавтики.

В 2021 г. исполняется 60 лет с момента первого полета человека в космос. Название конференции — дань памяти первого космонавта планеты Юрия Алексеевича Гагарина и его автобиографической книге «Дорога в космос».

Конференция проводится в рамках ежегодных Дней космической науки, которые ИКИ РАН проходят в честь запуска Первого искусственного спутника Земли. Дни космической науки — часть Всемирной недели космоса 4–10 октября.

Первая российская конференция по космическому образованию «Дорога в космос» состоялась в ИКИ РАН в октябре 2019 г. и имела большой успех. С 2021 г. конференция стала международной, и будет проводиться раз в два года.

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

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ**

**ЗЕЛЕНЫЙ Лев Матвеевич**, д-р физ.-мат. наук, акад. РАН,  
ИКИ РАН — председатель

**НЕГОДЯЕВ Сергей Серафимович**, канд. техн. наук, МФТИ —  
заместитель председателя

**САДОВСКИЙ Андрей Михайлович**, канд. физ.-мат. наук,  
ИКИ РАН — учёный секретарь

**БЕЛОКОНОВ Игорь Витальевич**, д-р техн. наук, проф.,  
Самарский университет

**ЗАКУТНЯЯ Ольга Валерьевна**, канд. филол. наук, ИКИ РАН

**ЛУТОВИНОВ Александр Анатольевич**, д-р физ.-мат. наук,  
проф. РАН, ИКИ РАН

**ПЕТРУКОВИЧ Анатолий Алексеевич**, д-р физ.-мат. наук,  
чл.-корр. РАН, ИКИ РАН

## **ЛОКАЛЬНЫЙ ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ**

**ЗЕЛЕНЫЙ Лев Матвеевич**, д-р физ.-мат. наук, акад. РАН,  
ИКИ РАН — председатель

**САДОВСКИЙ Андрей Михайлович**,  
ИКИ РАН — заместитель председателя

**АНТОНЕНКО Елена Александровна**, ИКИ РАН

**БОЯРСКИЙ Михаил Николаевич**, ИКИ РАН

**ДАВЫДОВ Вячеслав Михайлович**, ИКИ РАН

**ЖАРКОВА Татьяна Дмитриевна**, ИКИ РАН

**ЗАКУТНЯЯ Ольга Валерьевна**, канд. филол. наук, ИКИ РАН

**КОБЕЦ Дмитрий Александрович**, канд. физ.-мат. наук, НИУ ВШЭ

**ФАТЕЕВА Анастасия Викторовна**, ИКИ РАН

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

**M. A. Abdelaziz**

Ocean Sciences and Techniques Academy, Port Said, Egypt  
mohamed.adel@oceanscitech.org

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia  
Faculty of Sciences, Port Said University, Egypt

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;  $10 \times 10 \times 30$  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. Gooma, 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 Trento Egypt 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.

# 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,  
richardbh Hoover@icloud.com

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

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. His 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 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*.

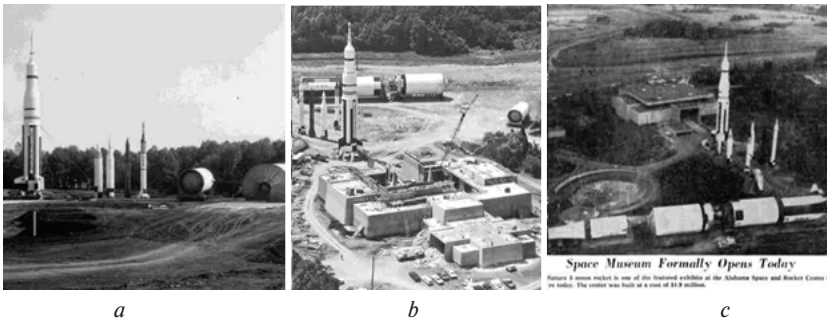
In 1956, Dr. von Braun and his primary team of Peenemunde scientists and engineers moved from Fort Bliss and the White Sands Missile Range to the newly formed Army Ballistic Missile Agency (ABMA) on Redstone Arsenal in Huntsville, Alabama. The heart of the von Braun rocket team led the Army’s space efforts 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.



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

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.

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).

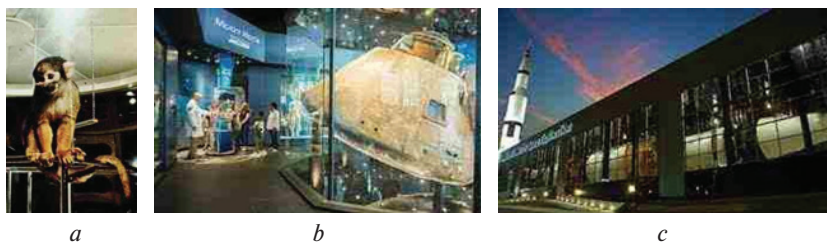
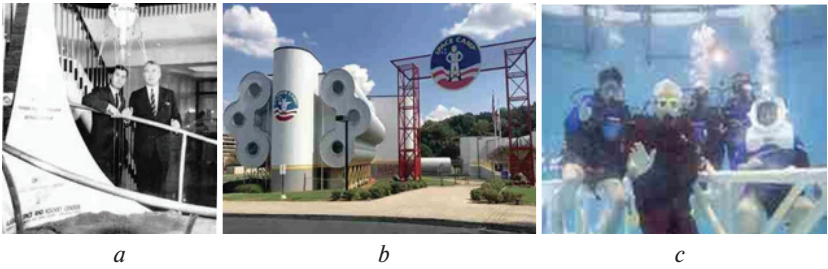


Fig. 2. Baker (a) Apollo 16 Command Module & Moon Rock (b). Davidson Center with Saturn V Rocket (c)

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 & 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 & 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®** — the finest facility for Space Education in the World (Fig. 3b).

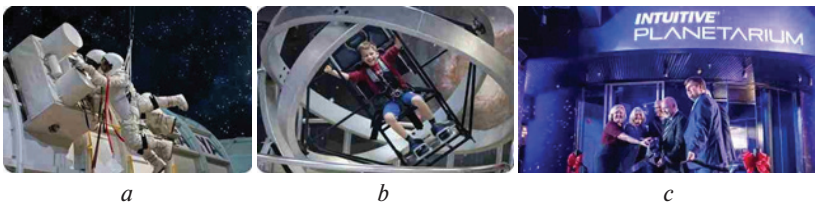
Since it was launched in 1982, **Space Camp®** has brought the World to Huntsville with over 1 million trainees from all 50 states and 178 countries around the globe. Space Camp has inspired and educated children, adults, students and even professional scientists, engineers and astronauts. Space Camp

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



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

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® 8K Digital Planetarium* and Digital Dome Experience that opened on Feb. 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® 8K Digital Planetarium* at the *U. S. Space & Rocket Center*

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

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



a Aleksandr Lazutkin b Aleksandr Serebrov c Samantha Christoforetti d Sandy Magnus e Robert Hines



f Kate Rubins g Serena Chancellor h D. Metcalf-Lindenburger i Christina Koch j Wally Funk

Fig. 5. Space Camp Alumni include Russian Cosmonauts (a, b) and ESA (c) & 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.

# **ОПЫТ ЦЕЛЕВОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ-ТЕХНОЛОГОВ В ОБЛАСТИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

**В. И. Акилин, А. А. Жуков, М. Ю. Горожеев**

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия, tppisula@mail.ru

В 1947 г. по инициативе Министерства авиационной промышленности СССР в МАТИ была образована кафедра под названием «Технология приборостроения».

Становление кафедры пришлось на первые послевоенные годы — период качественно нового уровня развития авиационной техники, связанный с переходом авиации на реактивные двигатели. Перед авиационным приборостроением были поставлены задачи, направленные на освоение новых материалов, проектирование и производство новых приборов и систем управления полётом, разработку и внедрение в производство кардинально новых технологий. Решение этих задач было возможным только на основе подготовки специалистов с высшим образованием нового типа — инженеров-технологов, владеющих глубокими знаниями не только в области теории и конструирования измерительных и управляющих систем летательных аппаратов, но и способных создавать прогрессивные технологии их производства. Сегодня, спустя 74 года с момента основания, кафедрой, которая в настоящее время носит название «Технологии производства приборов и информационных систем управления летательных аппаратов», подготовлено свыше 7000 высококвалифицированных специалистов-технологов в области авиаприборостроения и лазерных технологий для промышленных предприятий, научно-исследовательских и проектных институтов аэрокосмического и машиностроительного комплексов страны.

Уже в первые годы становления на кафедре были определены базовые принципы построения процесса обучения авиаприборостроителей-технологов: тесное взаимодействие с ведущими научно-исследовательскими институтами, ОКБ и производственными предприятиями, а также осуществление целевой подготовки специалистов в соответствии с задачами отрасли.

В настоящее время кафедра ТППИСУЛА осуществляет подготовку специалистов-технологов с высшим образованием по следующим образовательным программам:

- бакалавриата по направлениям 12.03.01 Приборостроение; 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии; 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника;
- магистратуры по направлению 12.04.01 Приборостроение;
- аспирантуры по направлениям 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии и 16.06.01 Физико-технические науки и технологии;
- реализации программ дополнительного профессионального образования в области создания и применения инновационных технологий проектирования и производства приборов и систем летательных аппаратов.

Следуя традициям кафедры, образовательный процесс строится на основе глубокой интеграции учебных занятий в систему приборостроительных научных, проектных и производственных предприятий аэрокосмического комплекса с реализацией целевой подготовки специалистов в соответствии с основными тенденциями развития отрасли и необходимостью обеспечения кадрового сопровождения перспективных инновационных проектов.



Высокое качество подготовки выпускников обеспечивается высокопрофессиональным кадровым профессорско-преподавательским составом кафедры, где трудятся 6 докторов наук, профессоров и 10 кандидатов наук, доцентов. В образовательном процессе кафедры в качестве совместителей работают ведущие специалисты отраслевых НИИ и ОКБ, институтов РАН.

Кроме целевой подготовки в рамках совместно реализуемых учебно-научных структур, образованных кафедрой с предприятиями и организациями аэрокосмического комплекса, слушатели проходили обучение в пределах основных образовательных программ. Таким образом подготовка строилась для следующих предприятий и организаций: АО Мичуринский завод «Прогресс», г. Мичуринск, Тамбовской обл.; АО «ТЕМП-АВИА», г. Арзамас, Нижегородской обл.; АО «Измерительная техника», г. Королев, Московской обл.; НПОмаш, Реутов, Московской обл.; АО ММЗ «Авангард»; АО НИИ «Полюс» и других.

В рамках основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, профилю «Цифровые и лазерные технологии в аэрокосмическом приборостроении», которая реализуется, начиная с 2021/2022 учебного года, профессиональную подготовку обучающиеся получают в рамках следующего цикла дисциплин: «Основы конструирования элементов приборов»; «Материалы в приборостроении и лазерной технике»; «Цифровые технологии проектирования приборов аэрокосмической техники»; «Основы проектирования приборов аэрокосмических летательных аппаратов»; «Основы цифровых технологий аэрокосмического приборостроения»; «Информатика в приборостроении и лазерной технике»; «Алгоритмические языки и программирование при создании приборов аэрокосмической техники»; «Когерентная оптика и нелинейная оптика»; «Прикладная оптика при создании лазерных приборов»; «Физико-технологические основы фотонных приборов летательных аппаратов (ЛА)»; «Теория, конструкция и основы производства приборов и измерительных комплексов аэрокосмических летательных аппаратов (АЛА)»; «Основы автоматического управления в аэрокосмическом приборостроении»; «Основы повышения надежности и управления качеством продукции в аэрокосмическом приборостроении»; «Технология механической обработки и металлорежущие станки»; «Системы искусственного интеллекта на базе языка высокого уровня».

Важную роль в профессиональной подготовке играют элективные дисциплины (дисциплины по выбору студента), образующие в рамках учебного плана следующие пары дисциплин: «Дополнительные главы математики при создании приборов АЛА» – «Математические основы принятия инженерных решений при создании приборов АЛА»; «Физические основы получения информации» – «Физические основы измерительной техники»; «Основы электролитно-плазменной технологии при создании приборов АЛА» – «Теоретические основы электролитно-плазменных технологий»; «Конструирование и технология электронных устройств измерительно-вычислительных комплексов АЛА» – «Технологии микроэлектроники в аэрокосмическом приборостроении»; «Цифровые технологии изготовления деталей и элементов приборов АЛА» – «Цифровые технологии заготовительных процессов в аэрокосмическом приборостроении»; «Вакуумная техника и технология в производстве лазерных приборов» – «Физические основы вакуумных технологий в приборостроении»; «Основы цифровых технологий сборки и испытаний приборов АЛА» – «Основы цифровых технологий контроля приборов АЛА»; «Моделирование процессов при создании лазерных приборов АЛА» – «Моделирование процессов при проектировании и производстве приборов первичной информации»; «Физические основы эллипсных технологий при производстве приборов АЛА» – «Ионно-плазменные технологии при производстве приборов АЛА»; «Гибкие цифровые технологии в производстве приборов АЛА» – «Робототехника и гибкие производственные системы в аэрокосмическом приборостроении»; «Лазерная

техника и лазерные технологии при создании аэрокосмических ЛА» – «Методы и средства лазерного контроля при создании аэрокосмических ЛА»; «Цифровые вычислительные устройства приборных комплексов АЛА» – «Методы и средства цифровой обработки информации в системах АЛА»; «Интегрированные управляющие комплексы АЛА» – «Основы построения комплексных систем управления полётом АЛА».

Общий объём часов, затрачиваемых на освоение профессионального цикла вышеуказанных дисциплин, составляет около 4000. Значительная часть учебного времени приходится на практическую подготовку, которая включает учебную, ознакомительную, производственную и преддипломную практики, общим объёмом с выше 750 часов, которые при реализации целевой подготовки проводятся на предприятиях и в организациях аэрокосмического комплекса.

На кафедре ТППИСУЛА созданы и развиваются научные школы в области:

- разработки и создания лазерных технологий и специального лазерного технологического оборудования для производства изделий авиационной техники и аэрокосмического приборостроения;
- разработки и создания контрольно-измерительных и диагностических комплексов для производства изделий аэрокосмического приборостроения;
- разработки и создания высокоэнергетических и комбинированных технологий (электро-лазерных, лазерно-магнитных, МДО) и специализированного технологического оборудования на их основе для производства изделий авиационной техники;
- автоматизированных компьютерно-управляемых комплексов для уравнивания и регулировки чувствительных элементов навигационных систем ЛА;
- разработки и создания измерительных устройств ЛА на основе микросистемной техники и технологий.

Важную роль при практической реализации инновационных разработок играет подготовка специалистов, обеспечивающих их кадровое сопровождение. Среди научно-технических достижений кафедры, получивших практическую реализацию совместно с ведущими предприятиями, НИИ и ОКБ аэрокосмического комплекса и закреплённых кадровым сопровождением, следует отметить следующие:

- впервые в отечественной практике создан и в течение длительного периода находился в эксплуатации в серийном производстве комплекс высокопроизводительного автоматизированного технологического оборудования для лазерной обработки деталей авиационных из труднообрабатываемых жаропрочных материалов;
- впервые в отечественной практике созданы и внедрены в серийное производство несколько поколений гибких автоматизированных лазерных компьютерно управляемых комплексов для балансировки и регулировки прецизионных роторных гироскопических систем;
- впервые в отечественной практике создана, внедрена в серийное производство и успешно отработала в течение установленного ресурса автоматическая линия для сборки гироскопических малогабаритных электродвигателей с клеевыми соединениями элементов;
- создан и внедрён в серийное производство комплекс приборов для диагностики чувствительных элементов нескольких поколений навигационных систем летательных аппаратов;
- разработаны и внедрены в серийное производство инновационные технологии для контроля и диагностики чувствительных элементов частотных датчиков давления, созданные на основе метода голографической интерферометрии;
- разработаны и внедрены в производство технологии, направленные на повышение качества лазерных гироскопов и датчиков акселерометров на упругом подвесе беслатформенных инерци-

альных навигационных систем перспективных летательных аппаратов различного назначения;

- разработаны технологии и изготовлены комплексы технологического оборудования для модификации поверхностных свойств материалов элементов машин и приборов методом микродугового оксидирования; созданные технологии и оборудование внедрены более, чем в 20 отечественных предприятиях и институтах, в Нидерландах, КНР, Австрии, Турции;
- на основе исследования молекулярных механизмов фотостимуляции растений низкоэнергетическим лазерным излучением разработаны и внедрены в производство инновационные технологии и лазерное технологическое оборудование для интенсификации выращивания и повышения болезнестойкости садово-декоративных растений для озеленения города Москвы;
- создана и прошла практическую апробацию серия экспресс-анализаторов: состава молочной продукции, концентрации генно-модифицированной сои в мясе и мясных продуктах, наличия и концентрации патогенных микроорганизмов в системе водоснабжения.

В докладе рассматриваются конкретные примеры взаимодействия кафедры ТППИСУЛА с предприятиями и организациями аэрокосмического комплекса при реализации целевой подготовки специалистов в рамках образовательных программ и создания совместных научно-технических разработок.

## МКС ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ

О. М. Алифанов<sup>1</sup>, М. Ю. Беляев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Руководитель секции «Космическое образование» КНТС Роскосмоса, заведующий кафедрой МАИ, Москва, Россия, o.alifanov@yandex.ru

<sup>2</sup> Начальник отдела, заместитель руководителя центра ПАО «РКК «Энергия», заведующий кафедрой САУ космического факультета МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия, mikhael.belyaev@rscs.ru

Легендарный полёт в космос Ю. А. Гагарина дал мощный толчок «космизации» мировоззрения человечества как составной части мироощущения будущего, а также вызвал появление и быстрое развитие космического образования как одной из базовых частей образования общества. Космическое образование это многофакторное понятие с двумя основными прикладными компонентами — образование для успешной космической деятельности и использование возможностей космических научных и технических достижений в интересах самого образования [1–7]. В этот термин часто включается и популяризация космической деятельности с её достижениями для всего человечества. При этом неминуемо имеет место геополитическая конкуренция между странами по качеству интеллектуальных ресурсов как следствие качества образования.

Космическая деятельность и космическое образование рассматриваются как определяющие факторы обеспечения национальной безопасности и упрочнения экономики страны. Именно достижению этих целей была посвящена многотрудная работа, сначала по формированию Концепции космического образования России, а затем на этой основе по проекту Национальной программы космического образования (НПКО) России. Эта работа выполнялась в рамках секции «Космическое образование» НТС Российского космического агентства при Правительстве РФ. Документы разрабатывались с 1996 г. большим коллективом учёных, преподавателей вузов, учителей школ, работников учреждений внешкольного образования и сотрудников предприятий ракетно-космической отрасли. Заключительная редакция НПКО [8] была утверждена 29 июня 1999 г. на заседании секции и одобрена руководством агентства.

Одним из практических инструментов реализации космического образования является использование возможностей самой космической техники, в том числе для проведения соответствующих экспериментов и образовательных мероприятий в целях подготовки инженерных и научных кадров, а также в интересах школьного образования. Большую роль в реальном космическом образовании играют студенческие секции и конструкторские бюро космической направленности, в которых под руководством сотрудников вузов разрабатываются, создаются и эксплуатируются малые и сверхмалые космические аппараты. Именно в Студенческом космическом конструкторском бюро (СККБ) «Искра» МАИ совместно с ДОСААФ был создан связной ИСЗ «Радио-2», запущенный в космос в 1978 г. Это был первый полноценный с инженерной точки зрения университетский спутник, успешно выведенный и работавший в космосе для радиолюбителей всего мира. Причём, впервые в отечественной практике этот космический аппарат имел негерметичный корпус. Затем в 1982 г. впервые с борта одного космического аппарата, в данном случае с орбитальной станции «Салют-7», были запущены другие микро ИСЗ «Искра-1» и «Искра-2», также созданные в СККБ «Искра». Можно упомянуть и ряд других примеров образовательных и научно-образовательных спутников Земли, созданных в МАИ непосредственно с участием студентов и успешно работавших в космосе. Это были первые примеры успешной практической реализации космического образования при подготовке инженерных кадров для ракетно-космической промышленности.



Второе важнейшее направление в космическом образовании студентов и школьников связано с проведением экспериментов и образовательных мероприятий на орбитальных станциях «Мир» и МКС. Широко известна образовательная программа «Уроки из космоса» под руководством лётчика-космонавта А. А. Сереброва. В ряде сценариев уроков принимали участие сотрудники и студенты МГТУ им. Н. Э. Баумана и МАИ. Эти мероприятия на станции «Мир» выполняли, в частности, лётчики-космонавты врач В. В. Поляков и инженеры, выпускники МАИ, П. В. Виноградов и Ю. В. Усачев. При этом студенты интерактивно участвовали в этих лекциях, находясь в ЦУП.

Рассмотрим возможности использования МКС в интересах космического образования по всем этапам жизненного цикла от школы до университета и повышения квалификации специалистов.

Орбитальные станции являются многоцелевыми исследовательскими лабораториями. Рассмотрение и отбор предложений по экспериментам осуществляется координационным научно-техническим советом (КНТС). Вопросами, связанными с использованием МКС для образовательной деятельности, занимается секция КНТС «Космическое образование». Основные цели работы секции:

- повышение качества подготовки молодых специалистов и научных работников аэрокосмического профиля;
- популяризация и повышение престижа космической деятельности;
- повышение информированности граждан и экономически активного бизнес-общества о возможностях использования космических технологий и результатов исследований в различных секторах экономики и решение других образовательных задач.

На нынешний, 2021 г., пришлось немало юбилейных дат, связанных с пилотируемой космонавтикой. 60 лет назад был выполнен первый в мире пилотируемый полёт на космическом корабле «Восток». 50 лет назад, 19 апреля 1971 г. была создана и выведена на орбиту первая в мире орбитальная станция «Салют». За этими и многими другими выдающимися достижениями стоит созданное С. П. Королёвым 75 лет назад в августе 1946 г. знаменитое предприятие ОКБ-1, ныне именуемое РКК «Энергия» им. С. П. Королёва.

Успехи отечественной космонавтики в большой степени были обусловлены созданием знаменитой боевой ракеты Р-7 [9]. Создание этой ракеты позволило вывести на орбиту первый искусственный спутник Земли, осуществить первый полёт человека в космическое пространство, впервые сфотографировать обратную сторону Луны и обеспечить многие другие достижения, среди которых первые полёты к планетам Земли, выход человека в космическое пространство и т. д. [9]. Стимулом для осуществления этого была и конкуренция, соперничество между отдельными людьми и странами. Соперничество между СССР и США, С. П. Королёвым и Вернером фон Брауном в те годы было хорошим стимулом для развития космонавтики, запуска первого спутника и первого человека в космос. Победа в «космической гонке» тех лет досталась нашей стране, осуществившей первый пилотируемый космический полёт и создавшей постоянные пилотируемые орбитальные станции.

Напоминание об этих выдающихся достижениях тех лет, когда длительность реализации сложнейших проектов измерялась неделями или месяцами [9], важно и для молодёжи и для современных руководителей. В канун 50-летия полёта Ю. А. Гагарина 10 лет назад на российском сегменте (РС) МКС был организован эксперимент «Great start» («Великое начало»). В рамках космического эксперимента «Великое начало» секции «Космическое образование» отрабатывается методика популяризации достижений отечественной пилотируемой космонавтики с помощью интернет-технологий. Разработан и функционирует интернет — портал «Планета Королева» <http://gagarin.energia.ru>. На портале размещаются материалы научно-образовательных репортажей с борта РС МКС с участием космонавтов и материалы по использованию результатов космических

исследований и экспериментов в образовательных целях и хозяйственной деятельности. Периодически на портале проводятся различные конкурсы, викторины. У пользователей появляется уникальная возможность задать вопрос космонавту, поучаствовать в космических мероприятиях, проявить себя творчески, участвуя в поэтическом конкурсе или конкурсе рисунков, связанных с космонавтикой. В рамках космического эксперимента «Великое начало» организован проект «Взгляд с орбиты». На портале данному проекту посвящён отдельный раздел. В рамках этого проекта космонавты фотографируют объекты на земной поверхности по заявкам участников. На основании данных снимков участники проекта проводят исследования. Школьники, студенты знакомятся с возможностями использования в хозяйственной деятельности результатов космических полётов.

В настоящее время в мире существуют большие возможности получения из космоса изображений земной поверхности в различных диапазонах спектра электромагнитного излучения. Главная проблема заключается в том, чтобы научиться использовать в практических задачах получаемые космические снимки, т. е. создать и широко освоить технологию применения космических данных. Для нашей страны, имеющей обширную, слабозаселённую территорию, эта задача имеет особое значение, и осваивать технологию практического применения космических снимков надо не только в школах и университетах, но и руководителям различного уровня. Организованные на РС МКС космические эксперименты (КЭ) «Ураган», «Сценарий», «Дубрава» дают хорошие возможности и для реализации образовательных проектов [10]. Один из таких проектов организованный ИГРАН и РКК «Энергия», называется «Уроки географии с орбитальной высоты». Разделы уроков включают темы: озера, реки, ледники, вулканы и т. д. Так как эта работа инициативная, делается она не очень быстро. По окончании цикла таких уроков их планируется бесплатно разместить в школах и интернете.

Орбитальная станция — неиссякаемый источник новых ярких идей и задач, и уникальная лаборатория для отработки и демонстрации их решения. Покажем, как это реализуется для студентов, аспирантов, как участие в экспериментах помогает преподавателям и учёным в образовательных процессах.

Несмотря на большой опыт работы с орбитальными станциями, использование МКС для выполнения экспериментов потребовало решения ряда новых задач. Это связано, прежде всего, с большими размерами и массой этой станции: масса более 400 тонн, размеры — с футбольное поле, причём в течение полёта все характеристики станции меняются и их надо уточнять для целей управления. Один из наших экспериментов — «Среда МКС» направлен на решение этих задач [11]-[16]. В эксперименте определяются динамические характеристики станции, магнитные помехи и т. д. Для оценки тензора инерции разработаны разные способы. В одном из них используются измерения собственного кинетического момента системы гироскопов и угловой скорости. Понятно, что знание тензора инерции и других динамических характеристик (массы, положения центра масс) важно для управления КА. Эти задачи используются и в образовательном процессе студентов, аспирантов. Важно, что данные задачи не просто методические, они связаны с реальным изделием на орбите, и когда студенты или аспиранты планируют эксперимент на МКС и получают реальные измерения — это способствует образовательному процессу, так как они теперь причастны самому крупному космическому проекту. Очень важно, чтобы результаты КЭ использовались не только для станции, но и для решения других практических задач (иначе — станция «работает сама на себя»). Приведём пример использования результатов экспериментов. В процессе эксплуатации спутников связи «Ямал-200» возникли проблемные участки продолжительностью до трёх часов для управления ориентацией. Для космического спутника связи это серьёзная проблема — можно потерять клиентов, так как конкуренция на этом рынке очень большая. Технологии уточнения

тензора инерции КА, прогноза движения КА вокруг центра масс, разработанные в рамках диссертационных исследований, были применены для управления спутниками «Ямал» по прогнозу [11, 14]. Благодаря этому, «Ямал-200» работает на орбите уже 18 лет. Это один из примеров, показывающих и научный, и образовательный, и прикладной результаты КЭ на МКС. Таких примеров не мало.

В КЭ «Среда МКС» уточняются и другие динамические характеристики МКС: положение центра масс, масса станции и др. Уточняются также магнитные помехи, возникающие на станции в полёте от магнитно-твёрдых, магнитно-мягких материалов и токовых контуров. Вследствие изменения конфигурации станции они меняются в полёте и постоянно уточняются. Магнитометры установлены на РС МКС и изготавливаются для транспортного грузового корабля (ТГК) «Прогресс».

В рамках КЭ «Среда МКС» определяются также смещения элементов корпуса МКС, например, из-за перепада температур в полёте. Разработан и используется, в том числе, и новый способ, основанный на применении фото и видео регистрации элементов корпуса станции через иллюминатор станции. Определяются смещения до 0,1 мм.

В начале своего создания МКС была провозглашена, прежде всего, исследовательской лабораторией для изучения различных процессов в области микрогравитации, хотя потом области исследования, конечно, расширились. Микрогравитационная обстановка на станции постоянно контролировалась и изучалась. В настоящее время для этих целей с участием аспирантов создаётся новое оборудование и новые методы обработки.

Результаты КЭ по изучению МКС широко используются в учебном процессе, на лекциях, в качестве лабораторных работ, домашних заданий. Магистры, аспиранты проводят исследования по темам космических экспериментов.

Изучение МКС в КЭ «Среда-МКС» показало, что для ряда КЭ имеются ограничения. Поэтому был организован КЭ «Изгиб», в котором с участием молодых учёных и специалистов отрабатывались технологии использования ТГК «Прогресс» для проведения экспериментов. ТГК «Прогресс» после выполнения своих основных функций и отстыковки от МКС может ещё поработать до нескольких месяцев и послужить платформой для проведения КЭ. Весьма перспективным ожидается использование ТГК, например, для КЭ в области микрогравитации. Один из таких КЭ направлен на изучение конвекции с научной аппаратурой (НА) «Дакон-П». КЭ с этой НА уже проводились на станции в рамках КЭ «Изгиб». Использование ТГК «Прогресс» даёт большие возможности, так как с их помощью можно обеспечить минимальный уровень микроускорений ( $10^{-6}g$ ), либо заданный (калиброванный) уровень микроускорений [15]. Для обеспечения этих условий потребовалось создание специальных методов управления, т. е. специальных технологий, разработанных с активным участием аспирантов.

Методы высокоточного прогнозирования движения станции отрабатываются в КЭ «Вектор-Т». Эта задача возникла в связи с особенностями МКС, прежде всего, с её размерами. На движение станции большое влияние оказывает сопротивление атмосферы. В рамках КЭ «Вектор-Т» со станции запускаются тестовые спутники, по движению которых уточняются параметры атмосферы [16]. Было также предложено запускать спутники внутри корпуса станции, т. е. создать спутник, «свободный от сноса» атмосферой. По движению тестового спутника относительно конструкции станции можно определить влияние атмосферы на МКС и уточнить её плотность [17]. Можно также проводить калибровку акселерометров. Хорошие перспективы и для демонстрации образовательных задач небесной механики (действие на МКС атмосферы, «парадокс спутника» и т. д.), которые решаются на космическом факультете МГТУ им. Н. Э. Баумана.

В ряде КЭ на МКС отрабатываются и технологии для будущих полётов к Луне и к Марсу. Например, обработка решения навигационной

задачи по снимкам планеты [18]. Сегодня этим методом уже получена точность определения орбиты лучше 1 км, т.е. сотни метров — это близко точности РКО. Для орбитальных полётов — это резервный метод определения движения. Для лунных полётов он может быть основным. Использование этого подхода для определения орбит несёт и ценную образовательную составляющую — студенты учатся обрабатывать снимки, решать навигационные задачи, аспиранты проводят исследования в рамках диссертационных работ и т.д. [19].

Результаты технических экспериментов на РС МКС удостоены Премии Правительства РФ для молодых учёных.

При выполнении экспериментов, например, съёмки Земли, главная проблема — периодическая занятость экипажа. Для решения этой проблемы в рамках КЭ «Ураган» создана платформа наведения (ПН) СОВА. Она позволяет наводить фото и спектрометрическую аппаратуру автоматически на исследуемые объекты [10].

Предполагается использование НА с ПН и в режиме телеуправления с Земли. Впервые для ОС это было сделано на ОК «Мир» — управление ПН выполнялось по спутниковому каналу с ПК, установленного в ЦУП или даже в Европе. Сейчас для РС МКС также вводится в эксплуатацию широкополосная система связи ШСС. С её помощью ПН «СОВА» с фото и спектрометрической аппаратурой будет наводиться на исследуемые районы с Земли. Предполагается предоставление возможностей управления ПН научным и учебным институтам, а так же руководителям различного уровня.

Использование ПН на МКС позволяет выполнять оптимизацию программ наблюдения. Обычно для ОС решаются 2 типа задач:

- экстремальные задачи — нахождение наилучших моментов времени наблюдения;
- построение оптимальных программ наблюдения.

Для МКС создаётся несколько ПН. В 2019 г. на орбиту доставлена первая ПН, а в следующем году будут доставлены — ещё две. Появляется задача построения программы наблюдения заданных объектов с помощью нескольких ПН. Если ранее, в простейшем случае, задача оптимального наблюдения с КА заданной группы объектов на небесной сфере сводилась к известной задаче о коммивояжёре, то теперь имеем задачу «о нескольких коммивояжёрах». Для использования в практических целях возникает, конечно, много различных постановок задач. Использование оптимизационных задач позволяет существенно повысить информативность программ исследований. Важно, что данные задачи построения оптимальных программ и результаты их решения регулярно применяются в практических целях. Это важно также и для учебных процессов. Были разработаны учебные пособия для студентов МГТУ, которые ежегодно используются в процессе выполнения студентами домашних заданий и контрольных работ [19].

Таким образом, реализация на МКС образовательных программ и участие в выполнении на МКС космических экспериментов студентов, аспирантов, преподавателей университетов эффективно способствует и решению важнейших для страны задач в области образования.

## Литература

- [1] *Rhyzhov Y., Alifanov O.* USSR and Stanley Sadin, Paul Coleman, USA, Cosmos, an International Center for Advanced Studies, IAF-90-507 // 41<sup>st</sup> Congress of the IAF. Oct. 6–12, 1990, Dresden, GDR.
- [2] *Alifanov O.* Space and Education, International Issues Panel Discussion // 1<sup>st</sup> Intern. Design for Extreme Environments Assembly. University of Houston Hotel, Nov. 12–15, 1991.
- [3] *Koptev Y. N., Alifanov O. M.* Space and Education: Vision of the Aviation and Space Agency // Bringing Space into Education, IAF. Strasburg, France, April 2000.
- [4] *Рыжов Ю. А., Алифанов О. М.* О концепции космического образования и международном сотрудничестве в подготовке инженерных кадров.

- 1-й цикл совещаний по сотрудничеству МАИ с ведущими аэрокосмическими университетами США, Москва, МАИ, 21–30 нояб. 1988.
- [5] *Alifanov O. M.* Aerospace Engineering Education in Respect of Cooperation between MAI and MIT, the II Cycle of Meetings on Cooperation of MAI with the Leading Aerospace Universities of the USA, Cambridge, MIT, on June 12–23, 1989.
- [6] *Rhyzhov Y. A., Alifanov O.* Problems of Aerospace Education in the Light of International Cooperation. The First Soviet-European Space Conference, Moscow, The International Trade Center, 9–13 May 1990.
- [7] *Alifanov O. M.* of Moscow Aviation Institute, USSR and Stanley R. Sadin of Universities Space Research Association, USA. Concepts for Interdisciplinary Education and International Cooperation Aspects, IAF-89-542, 40<sup>th</sup> Congress of the IAF, October 7–12, 1989. Beijing, China.
- [8] *Алифанов О. М., Бодин Б. В., Сенкевич В. П., Устюкин В. И., Хохулин В. С.* Цели и задачи национальной программы космического образования России // Общероссийский научно-техн. журн. «Полет». 2000. № 3. С. 45–54.
- [9] Ракетно-космическая кооперация «Энергия» имени С. П. Королёва. Королёв: РКК «Энергия», 1996. 670 с.
- [10] *Беляев М. Ю.* Научная аппаратура и методы изучения Земли в космическом эксперименте «Ураган» на Международной космической станции // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 3. С. 92–107.
- [11] *Банит Ю. Р., Беляев М. Ю., Добринская Т. А., Ефимов Н. И., Сазонов В. В., Стажков В. М.* Определение тензора инерции МКС по телеметрической информации // Косм. исслед. 2005. Т. 43. № 2. С. 135–146.
- [12] *Беляев М. Ю., Завалишин Д. А., Егоров Н. А., Спаржин Ю. В., Хамец И. И., Шутиков М. А., Сазонов В. В.* Определение массы Международной космической станции в полете // Космонавтика и ракетостроение. 2005. № 4. С. 224–232.
- [13] Пат. 2301181 Российская Федерация, МПК В64G 1/10. Способ определения массы космической станции в полете / М. Ю. Беляев, Д. А. Завалишин. Приор. 24.03.2005; заявитель и патентообладатель ПАО «РКК «Энергия»; опубл. 20.06.2007. Бюл. № 17.
- [14] *Севастьянов Н. Н., Бранец В. Н., Беляев М. Ю., Завалишин Д. А., Платонов В. Н., Банит Ю. Р., Сазонов В. В.* Исследование возможности управления КА «Ямал-200» с использованием математической модели движения // 14-я Санкт-Петербургская Международная конф. по интегрированным навигационным системам. СПб: ОАО «Концерн» ЦНИИ «Электроприбор». 2007. С. 196–203.
- [15] *Беляев М. Ю., Матвеева Т. В., Рулев Д. Н.* Возможные технологии управления транспортными грузовыми кораблями «Прогресс» при проведении экспериментов в автономном полете // Гироскопия и навигация. 2017. Т. 25. № (98). С. 32–48.
- [16] *Алямовский С. Н., Беляев М. Ю., Рулев Д. Н., Сазонов В. В., Тарасова М. М.* Сферические спутники — от начала космической эры до современных экспериментов // Косм. техника и технологии. 2017. № 4(19). С. 5–14.
- [17] Пат. 2016150068 Российская Федерация, МПК В64G 3/00. Способ определения плотности атмосферы на высоте полета космического аппарата / М. Ю. Беляев, Д. Н. Рулев, С. Н. Алямовский. Приор. 19.12.2016; заявитель и патентообладатель ПАО «РКК «Энергия»; опубл. 20.06.2018. Бюл. № 17.
- [18] *Микрин Е. А., Беляев М. Ю., Боровихин П. А., Караваяев Д. Ю.* Отработка на МКС технологии автономной навигации с помощью съемок экипажа для задачи облета Луны // 25-я Санкт-Петербургская Международная конф. по интегрированным навигационным системам. СПб: ОАО «Концерн» ЦНИИ «Электроприбор». 2018. С. 7–13.
- [19] *Беляев М. Ю.* Проблемы управления при проведении экспериментов на российском сегменте МКС и участие МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана в их решении // Журн. «Лесной вестн.». 2019. № 4. Т. 23. С. 5–11.



## **ФОРМЫ И МЕТОДЫ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ РАБОТЫ ОБЪЕДИНЕНИЯ ДО УФИМСКАЯ КОСМОШКОЛА**

**А. Г. Алликас**

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования Городской центр туризма, краеведения и экскурсий «Комета» ГО г. Уфа Республики Башкортостан, объединение Уфимская Космошкола, alex\_allikas@mail.ru

*Объединение дополнительного образования Уфимская Космошкола работает с 1995 г. По авторским образовательным программам занимаются 3 группы I, II, III года обучения плюс временная проектная группа. В составе групп учащиеся 6–10-х классов. Программа включает в себя курсы по истории космонавтики и РКТ, 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 IT-технологий. 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.*

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 старшие воспитанники объединения. В квесте «Стань космонавтом», разработанном к юбилейной дате в 2021 г., участниками 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, приобретенных или подаренных Космошколе. Эти экспонаты не раз выставлялись на общегородских мероприятиях и в музеях Уфы. Разработана целая серия лекций для школьников — «История и развитие ракетно-космической техники», «Пилотируемые полёты», «Профессия — космонавт», «Космические орбиты Уфы».

Последняя тема является основой 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 НПП «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 общеобразовательных учреждений.

Организованные группы выезжали и в другие города. «Космический» маршрут в Самаре включает в себя посещение музея «Самара —

космическая» и аэрокосмического университета. В первых поездках удавалось посетить и РКЦ «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 уже только участникам всероссийских и международных конкурсов и конференций, где наряду с основной программой предусмотрена экскурсионная. Можно побывать в музеях РКК «Энергия», НПП «Звезда», АО «НПО 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 детский 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 и другие мероприятия 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.

Авторская научно-техническая программа для объединения дополнительного образования «Большое космическое путешествие» была написана в конце 1990-х. Она неоднократно занимала призовые места на российских конкурсах и послужила основой для создания других менее глобальных образовательных программ. Первоначально рассчитанная на три года обучения она постепенно знакомит воспитанников с различными направлениями космонавтики, позволяя попробовать себя в роли инженера конструктора, баллистика, пилота, планетолога, космобиолога.

Занятия проходят в лекционной форме, в форме видеопросмотров и семинаров, практических работ по теории. поэтапно ребята знакомятся с историей пилотируемых полётов, исследованием планет, развитием ракетно-космической техники. Одно из трех занятий в неделю посвящено моделированию различного уровня. Нарбатывая опыт, курсанты начинают с бумажных фигур, переходят к сборным моделям из пластика и смолы, а в финале разрабатывают свои стендовые или роботизированные модели.

Одним из традиционных видов занятий в Космошколе является работа с компьютерными симуляторами. 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 работу из «Центра управления полётом». Дополнительные фальшпанели хоть и не являются рабочими, но позволяют познакомить воспитанников с различными

системами космического корабля. Оборудовано несколько линий связи с ЦУП.

На компьютерных тренажёрах проводятся «полётные» тренировки и разыгрываются целые сценарии экспедиций (полет на 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. 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 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.

В настоящее время реализуются всероссийские программы обучения по космическим направлениям — ракетостроение, ДЗЗ, спутнико-строение, космическая робототехника. Конкурсы проводятся при поддержке высокотехнологичных компаний «СКАНЭКС», «Спутникс», «Образование будущего». Финал конкурсов проходит в образовательном центре «Сириус». Воспитанники Космошколы по личной инициативе неоднократно принимали участие в конкурсах и даже проходили в финал. Прокладная работа внутри Космошколы последние годы так же набирает обороты. Чтобы не отвлекаться 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 являются 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 с 3D-редактором, 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 структуры базы.

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.



# КОСМИЧЕСКИЕ ПРОФИЛИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ И РОССИЙСКИЕ ИНЖЕНЕРНО-КОСМИЧЕСКИЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПРОЕКТНОГО ХАРАКТЕРА

С. А. Аретинский, И. В. Овчинников

ООО «Образование будущего», Москва, Россия, aretinskysa@orbicraft.ru

Обзор российских инженерно-космических соревнований олимпиадного и проектного характера, и сопутствующих им образовательных программ для школьников и студентов — миссия, содержание, структура, популяризационные и профориентационные возможности.

Период пандемии оказал значимое влияние на инфраструктуру российского инженерно-космического образования, доступного для школьников и студентов. Появляются новые программы отбора и поддержки проектных команд, развиваются существующие соревнования. Расширение географии региональных центров выявления и поддержки одарённых детей позволило проводить региональные проектные смены космической тематики, интегрированные в структуру всероссийских конкурсов.

Ярким примером таких программ являются Национальная Технологическая Олимпиада (ранее — Олимпиада Кружкового движения Национальной технологической инициативы), в том числе три профиля, посвящённых различным областям космонавтики и геоинформатики, программа популяризации космонавтики «Дежурный по планете» и проект Space л, а также новая программа отбора и поддержки проектных команд, работающих над проектами космических и стратосферных миссий «Стратосферный спутник».

В совокупности указанные программы покрывают широкий спектр отраслей космонавтики, при этом ориентированы на перспективные отраслевые технологии и вовлечение в разработку задач профильных предприятий отрасли и частных компаний. Все перечисленные программы включают в себя в том или ином виде инженерные соревнования проектного характера — т.е. ставящие перед участниками объективно оцениваемые задания, требующие как творческого подхода, так и создания действующего инженерного образца и/или решения прикладной задачи. Большинство программ подразумевает заочные отборочные этапы с октября или ноября, бесплатный проезд и участие финалистов на очном этапе, включают в себя программы подготовки с поддержкой организаторов; таким образом доступны для широкого круга школьников, в том числе проживающих вдали от хорошо оснащённых детских центров.

Космические профили Национальной Технологической Олимпиады (<https://nti-contest.ru>), в том числе «Спутниковые системы» (ранее называвшийся «Системы связи и ДЗЗ», фокусная тематика — спутникостроение), «Аэрокосмические системы» (фокусная тематика — напланетная робототехника) и «Анализ космических снимков» (фокусная тематика — геоинформатика), входят в перечень олимпиад РСОШ (Российского совета олимпиад школьников) и дают до 100 баллов ЕГЭ при поступлении в вузы, при этом оставаясь практикоориентированными командными соревнованиями (результат команды составляет до 70 % индивидуального зачёта), что позволяет раскрывать потенциал участников в условиях, приближенных к реальной трудовой деятельности.

Школьная Олимпиада КД НТИ рассчитана на учащихся 8–11-х классов. Для учащихся 5–7-х классов с 2019 г. проводится вовлекающая Олимпиада НТИ. Джуниор, одним из направлений которой является «Технологии для Космоса». За предшествующие два года стали открываться студенческие профили Олимпиады, среди космических в настоящий момент готовится открытие студенческого профиля «Спутниковые системы».

Программа «Дежурный по планете» (<http://spacecontest.ru>) реализуется с 2018 г. и ориентирована на популяризацию космонавтики и привлечение школьников 8–11х классов к участию в детско-взрослых космических миссиях, таких как, например, программы «СириусСат» и «Школьный космический телескоп». В настоящее время в программу входит семь всероссийских конкурсов в направлениях спутникостроения и прикладных космических систем, приёма, анализа и применения космических данных, навигации, робототехники и ракетомоделирования. Финалисты принимают участие в очной двухнедельной проектно-образовательной сессии, включающей знакомство с существующими проектами российских космических миссий, допускающих участие школьников на каком-либо из этапов, во время которого состоится запуск трёх партнёрских космических аппаратов программы.

Программы Space л и «Стратосферный спутник» являются открытиями настоящего сезона и предлагают принципиально новые возможности — от отдельных открытых лекций до запуска собственного аппарата в стратосферу или участия в настоящей космической миссии.

В частности, в рамках программы «Стратосферный спутник» отобранным новым и существующим проектным командам предоставляется оборудование, лекции, вебинары и консультации, и самое главное — возможность испытания собранного образца в стратосфере.

В рамках проекта Space л отобранным на конкурсной основе командам, способным обеспечить софинансирование и участие партнёров, предоставляется шанс реализовать собственную космическую миссию.

В текущей повестке дня организаторов перечисленных программ актуальны возможности сетевого взаимодействия с предприятиями отрасли, профильными организациями среднего, высшего и дополнительного образования, по вопросам которого можно обращаться по контактам авторов.

Авторы доклада — разработчики профиля «Спутниковые системы» Олимпиады КД НТИ, конкурса «Прикладные космические системы – Научные эксперименты» программы «Дежурный по планете – 2021» и проекта «Стратосферный спутник».

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

Н. Г. Афендикова

Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, Москва, Россия  
keldysh111@gmail.com

Мемориальный кабинет-музей академика М. В. Келдыша состоит в ассоциации космических музеев АМКОС по нескольким причинам. Одна из них, самая существенная состоит в том, что Мстислав Всеволодович Келдыш не только принимал участие в создании ракетной и космической техники, но и стоял во главе комплекса научных исследований по освоению космического пространства, увязывая его в единое целое. Он был хорошо знаком с новой техникой и возможностями промышленности, был учёным с широким кругозором, умеющим одновременно и мечтать и видеть реальные пути решения стоящих задач. Именно поэтому его называли Главным теоретиком космонавтики.

В этом кабинете проходило известное историческое совещание в феврале 1954 г., собранное Келдышем и Королёвым, посвящённое запуску искусственного спутника Земли. По итогам совещания М. К. Тихонравов составил Докладную записку «Об искусственном спутнике Земли». Записка ставила своей целью убедить власти (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!

Экземпляр этой записки находится в экспозиции музея. Рассказ об истории этого документа, о событиях ему предшествовавших, по сути является рассказом о начале космической эры в нашей стране и выполнении задачи музея — пробуждение интереса к истории у нового поколения на основе подлинных исторических документов.

Мы знаем, что в конце 1940-х и в начале 1950-х гг. в отделе механики, потом в Отделении прикладной математики МИАН 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.

Среди них выделяется отчёт «Теоретические исследования динамики полёта составных крылатых ракет дальнего действия», датированный 1953 г. Эти и другие исследования проводились в ОПМ МИАН по темам, определяемым Королёвым. Известна роль этого отчёта в окончательной конфигурации ракеты Р-7.

Интересна история отчёта «Спуск с искусственного спутника Земли с торможением в атмосфере», в котором академик Т. М. Энеев обосновал идею баллистического спуска с орбиты, который в дальнейшем был использован в качестве первоначального варианта спуска человека на Землю.

Стены Кабинета-музея видели немало посетителей, причастных к космическим свершениям. Здесь проводились совещания Главных конструкторов. Стоят макеты космических аппаратов, большой глобус Луны, на стене карта траекторий советско-американского космического полёта «Союз-Аполлон». Ряд курьёзных артефактов усиливает ощущение подлинности и прикосновения к истории. Ветераны, посетившие музей, нередко говорят о священном трепете, охватывающим их здесь.

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 оказывается естественным элементом учёбы.

## НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**В. Ю. Афиани**

Заместитель главного редактора журнала «Исторический архив», ведущий научный сотрудник Российского государственного гуманитарного университета, старший научный сотрудник Архива РАН, кандидат исторических наук, профессор, academ\_archive@mail.ru

За последние годы в области космического образования в России происходят заметные сдвиги. Свидетельством тому, а частности, может служить уже вторая конференция на эти темы, которую проводит Институт космических исследований РАН (Первая Всероссийская конференция по космическому образованию «Дорога в космос». 1–4 октября 2019 г., Москва). В настоящее время, космическое образование в той или иной степени присутствует во всех системах образования: в начальной и средней школе (довузовское), вузовское и послевузовское.

Особое внимание вызывает школьное образование в этой области, и это справедливо. Хорошо известно, что в школе закладываются и знания, и мотивации, которые проявляются в будущем. 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, сайт отражает далеко не все то, что делается в этой области в стране.

Нужно отметить, что в большинстве своём, проекты связанные со школьным космическим образованием, нацелены на раннюю профессионализацию школьников. Роскосмос продвигает концепцию «Аэрокосмических классов», которые создаются во многих школах России. В 2019 г. Роскосмос и Минпросвещения заявили о планах разработки стандарта и методического пакета для аэрокосмических классов или «инженерно-космических классов 2.0» (<https://tass.ru/obshchestvo/6690656>). 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» (<https://www.roskosmos.ru/27771>). Это несомненно позитивные явления в образовании. Правильный выбор профессии — чрезвычайно важен в жизни человека, тем более молодого. Перспективы развития космической отрасли и космических исследований требует большого притока молодых, высококвалифицированных кадров специалистов.

Но специалисты считают, что космическое образование на раннем этапе, в школе, развивается явно недостаточно (*Денисова Р. Р.* Космическое образование как феномен современной педагогики // Вестн. Амурского гос. ун-та. 2018. Вып. 80. 85 с.). Ещё очень много школ, в которых космическое образование в каком-либо виде отсутствует. Из имеющихся учебников школьники могут получить только начальные астрономические знания. Это можно считать наследием недавнего прошлого, когда в стране произошла «деградация» школьного аэрокосмического образования (<https://pandia.ru/text/81/299/93225.php>). Даже астрономия в 1990-х гг. была исключена из списка обязательных предметов и только в 2017 г. стала возвращаться в школу в 9–11-е классы.

Кстати сказать, специалисты предлагают вводить предмет «Астрономия и космонавтика», что более соответствует современным задачам.

В целом, можно сделать вывод, что система в постановке космического образования, вместе с соответствующим просвещением и воспитанием, пока ещё отсутствует, хотя можно говорить о позитивной тенденции в последние годы, которую нужно закрепить и развить только с помощью государственных органов и всех заинтересованных сторон, включая Роскосмос и РАН.

Попытки предложить такую общую систему космического образования уже были. Российское космическое агентство ещё в 1997 г. инициировало разработку проекта *Концепции* и проекта *Национальной программы космического образования в России*. Разработанные документы были утверждены на заседании секции «Космическое образование» Научно-технического совета Российского космического агентства. В них говорилось, что космическое образование соответствует базовым императивам развития цивилизации, общества и человека, составным элементом национальной системы образования (Алифанов О. М. и др. Цели и задачи национальной программы космического образования России // Полет. 2000. № 5). В документах отмечается, что «космическое образование является составным элементом национальной системы образования. Космическое образование соответствует базовым императивам развития цивилизации, общества и человека». «Основными направлениями космического образования являются: формирование у россиян космического мировоззрения; повышение качества профессионального космического образования. Основная роль в реализации космического образования отводится действующей в стране системе непрерывного образования, включающей системы: дошкольного воспитания и образования; общего образования; профессионального образования и, в первую очередь, профессионального аэрокосмического образования; дополнительного (общего, профессионального, последипломного) образования». (<https://cyberleninka.ru/journal/n/nauka-o-cheloveke-gumanitarnye-issledovaniya?i=871039>). В МАИ в 2002 г. был разработан также проект *Федерально-региональной программы воспроизводства научных и научно-педагогических кадров для авиационной и ракетно-космической промышленности* (М.: МАИ, 2002).

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», созванной Московским городским дворцом детского (юношеского) творчества и Московским государственным техническим университетом им. Баумана. В этом проекте констатировался тот 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 о том, 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 в себе естественные науки, отечественная техника и технологии, история и современная творческая мысль». Но в Государственную программу РФ «Развитие образования», утверждённую в 2017 г., и в дополнения к программе 2020 г., предложения по космическому образованию не вошли.

Большинство имеющихся проектов и программ космического образования ориентирован, в основном, на естественные и технические науки. Разумеется, они играют важнейшую роль в космическом образовании, чтобы подвести молодого человека к выбору соответствующего специализированного образования и в дальнейшем, — профессии. В тоже время, в статье академика О. М. Алифанова и 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» (<https://cyberleninka.ru/journal/n/pauka-o-cheloveke-gumanitarnye-issledovaniya?i=871039>).

К этому нужно добавить, что советский педагог К. Н. Вентцель (1857–1947), ещё до начала космических полётов, разрабатывал проблемы «космической педагогики», обосновывал необходимость перехода к «космическому воспитанию» ([https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1376/5/1325090\\_readingbook.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1376/5/1325090_readingbook.pdf)). Различные современные специалисты также считают, что «одним из новых направлений в педагогике сегодня является аэрокосмическое образование, имеющее большие возможности для гуманизации образования и саморазвития личности» (Иванова И. В. *Дополнительное аэрокосмическое образование детей: возможности в становлении саморазвивающейся личности*. Гл. 8 // *Образование и педагогические науки в XXI веке*).

Специализированное образование, ориентированное на профессионализацию, не может охватить значительную часть детей и молодёжи, особенно, если она имеет склонность к гуманитарной сфере. Это относится и к значительной части взрослого населения страны. А для успешного развития освоения космоса в будущем, не говоря уже о становлении чистого «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 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.

Что касается программ космического образования на федеральном уровне, то, мне кажется, что они нуждаются в дополнении гуманитарной компонентой. В школе, как предлагается, дополнение предмета «астрономия» — «космонавтикой». По нашему мнению, следовало бы обсудить и 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 преодолевать имеющуюся «технократическую асимметрию отечественного интеллекта», гармонизировать отношения технической и гуманитарной культур (*Запесоцкий А. С.* Образование: философия, культурология, политика. М., 2002. 395 с.).

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

**Т. В. Балебанова**

Школа № 1874, Москва, Россия, e-mail: btv-2@yandex.ru

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

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

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

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

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

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



родителей, формируется численный состав экспедиции. Затем проводятся организационные собрания.

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

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

По итогам восьмилетнего существования проекта можно сделать вывод о результативности данного метода. Учащиеся действительно выступают в нём в роли исследователей. На семинарах по обмену опытом они с восторгом делились полученной по темам информацией и давали друг другу рекомендации. Многие учащиеся попробовали себя в роли корреспондентов и журналистов и поступили на соответствующее направление в университеты. Многие участники экспедиций выбрали поступление на факультеты, связанные с космической направленностью. Часть школьников либо не имела опыта выступления перед большими аудиториями, либо чувствовала дискомфорт от этих выступлений. После экспедиций им так хотелось поделиться не только полученной информацией, но и своими впечатлениями, что они с удовольствием рассказывали о своих проектах, преодолевая застенчивость и чувствуя поддержку других членов экспедиции. И в дальнейшем они блестяще представляют свои проекты, становясь победителями различных конкурсов в которых они с удовольствием участвуют, ведь полученные в экспедициях знания позволили расширить их кругозор.

Участники экспедиции разного возраста — от 7-го до 11-го класса, из классов разной направленности, из разных школ, имеющие разные психофизические особенности в экспедициях учились толерантности по отношению друг другу, взаимопомощи. Наконец, экспедиции способствуют и развитию межпоколенных связей, ведь в них участвуют не только дети, но и родители. Отношения между родителями и детьми становятся более открытыми, дружескими, подростковый максимализм сглаживается в результате неформального общения.

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

## Литература

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

# КОНЦЕПЦИЯ ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ПОДРОСТКОВ И МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ

М. Е. Баркова

АО «Российские космические системы», Москва, Россия  
MEVBarkova@yandex.ru

Элементарные знания из области астрономии и космонавтики способствуют формированию научного представления учащихся о Вселенной, расширяют кругозор и создают препятствия для распространения оккультизма и «средневековых представлений» о природе космических явлений. Правильный подход к подаче подобного рода знаний вызывает тягу к космическим исследованиям, а значит, потенциально, желание заниматься такими исследованиями профессионально, что укрепляет позиции предприятий космической отрасли.

Просвещение может вестись в общеобразовательных школах, а также в рамках дополнительного образования. Это могут быть центры дополнительного образования, развития, лицеи углублённым изучением астрономии и космонавтики или даже онлайн-школы, специализирующиеся в этом роде знаний.

На основании данных логических выводов предлагается создать онлайн-школу космического профориентирования, в которой подростки и молодые люди, в том числе с отклонениями в развитии, (например, ДЦП, высокофункциональный аутизм) могли бы создавать и продвигать свои проекты в космической отрасли. В задачи данной организации также будет входить описание, как устроена космическая деятельность изнутри. Данная организация может существовать, как общество с ограниченной ответственностью, так и в рамках некоммерческой организации.

Для выявления спроса на данное направление образования проводилось предварительное тестирование 7 гипотез:

- 1) предположение о потребности (я считаю, что у подростков есть потребность в познании космонавтики);
- 2) предположение о проблеме (я верю, что существует проблема, что талантливые подростки и молодые люди, в том числе с отклонениями в развитии, (например, ДЦП, высокофункциональный аутизм), интересующиеся космонавтикой, которые не знают, как приблизиться к своей мечте);
- 3) предположение о потенциальных клиентах (я верю, что мои клиенты — это молодые люди и подростки, романтики, патриоты, которые верят в российскую космонавтику);
- 4) предположение о ценностном предложении (я считаю, что самым важным для моих клиентов является воплощение мечты о космосе и космонавтике);
- 5) предположение о составе предложения (продукт/услуга/линейка продуктов/услуг, функции и т. д.) (я считаю, что наше предложение должно включать обучение и разработку проекта по космонавтике, в зависимости от возраста клиента, мастер-классы на предприятиях, рассказы об устройстве предприятий);
- 6) предположение о модели выручки (я верю, что лучшее предложение для наших клиентов будет продажа курса, мастер-классов и подписка на сервисы по ведению проектов);
- 7) предположение о желании платить (я верю, что клиенты готовы платить за подготовку к конкурсам и будущую профориентацию).

Предварительное тестирование гипотез проводилось путём сбора и анализа данных, и в результате получено следующее:

- существуют государственные общеобразовательные школы с «космическим» уклоном или космические лицеи, но их программа лишь немного расширяет школьную программу.

- для детей и подростков есть много конкурсов и организаций, которые к этим конкурсам готовят;
- Роскосмос предлагает технопарки для подростков.

Однако остаются есть перспективы решения следующих задач:

- популяризация работы на предприятиях космической отрасли среди подростков старшего школьного возраста;
- перспективы устройства на работу молодых людей с отклонениями в развитии (ДЦП, высокофункциональный аутизм и т. д.);
- просвещение подростков старшего школьного возраста в плане внутреннего устройства предприятий космической отрасли изнутри, с каким трудностями придётся столкнуться и т. д. (чтобы у человека не возникало иллюзий, а, впоследствии, разочарования).

Таким образом, на основании предварительного тестирования гипотез основной проблемой клиентов является сложности устройства на работу на предприятия космической отрасли молодых людей с отклонениями в развитии (ДЦП, высокофункциональный аутизм и т. д.), а также низкая осведомлённость внутреннего устройства предприятий космической отрасли изнутри, что порождает определенного рода иллюзии.

# ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «ДУБРАВА» МЫТИЩИНСКИМ ФИЛИАЛОМ МГТУ им. Н. Э. БАУМАНА НА РОССИЙСКОМ СЕГМЕНТЕ МКС

Ю. П. Батырев<sup>1</sup>, Н. Г. Поярков<sup>1</sup>, С. И. Чумаченко<sup>1</sup>, М. В. Черемисин<sup>1,2</sup>,  
А. М. Есаков<sup>2</sup>, Э. Э. Сармин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> МГТУ имени Н. Э. Баумана, Мытищинский филиал, Мытищи, Московская обл., Россия, batyrev@bmstu.ru

<sup>2</sup> ПАО РКК «Энергия» им. С. П. Королёва, Королёв, Московская обл., Россия

Начиная с 2016 г. на борту МКС проводится космический эксперимент (КЭ) «Дубрава», постановщиком которого является Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана (Московский государственный университет леса — на момент начала разработки программы эксперимента).

Цель проведения КЭ — отработка методов инвентаризации лесов и лесохозяйственной деятельности, определения воздействий на лесной покров природных и техногенных факторов с борта МКС с использованием визуально-инструментального и спектрометрического мониторинга, а также гиперспектральной и инфракрасной аппаратуры на последующих этапах эксперимента после её доставки на МКС с привлечением преподавателей и студентов МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана на всех этапах проведения эксперимента с последующим использованием результатов в образовательной и научно-исследовательской деятельности.

Основные задачи космического эксперимента «Дубрава»:

- отработка метода совместного визуально-инструментального наблюдения и спектрометрического измерения лесных экосистем в целях обеспечения создания специализированной гиперспектральной бортовой аппаратуры и разработки технологии гиперспектрального космического мониторинга лесов;
- определение наиболее значимых дешифровочных и спектральных признаков деградации лесных экосистем и отработка методов их измерения, в том числе для выявления и оценки:
  - площадей лесных насаждений, повреждённых вредителями и болезнями.
  - погибших насаждений и площадей, пострадавших в результате пожаров и других природных воздействий;
  - площадей насаждений, повреждённых в результате антропогенных воздействий и неблагоприятной экологической ситуации;
  - ряда таксационных характеристик лесных насаждений;
  - класса пожарной опасности лесов.
- отработка автоматизированных методов оценки площадей лесонасаждений, пострадавших в результате природных и антропогенных воздействий и неблагоприятной экологической ситуации;
- отработка методов дистанционного мониторинга для определения количественных и качественных оценок биоразнообразия лесов.

В задачи Мытищинского филиала МГТУ им. Н. Э. Баумана для КЭ «Дубрава» входят:

- разработка заявок на проведение работ по тематике КЭ экипажами МКС и их передача в ЦУП-М (через РКК «Энергия»);
- осуществление научного обоснования цели и постановка задач эксперимента, а также методическое руководство при разработке программы и методики эксперимента и плана реализации его результатов;
- совместная с РКК «Энергия» разработка программно-методической документации и необходимые экипажу информационно-справочные материалы по эксперименту;

- разработка автоматизированных рабочих мест для планирования эксперимента и обработки полученных результатов;
- обработка аэрокосмических снимков лесных экосистем;
- по результатам обработки информационных материалов, возвращённых на землю, моделирование развития экосистемы с использованием соответствующего программного обеспечения;
- участие в разработке материалов научных отчётов и методики взаимодействия экипажей МКС;
- организация проведения мероприятий по практическому использованию результатов выполненного КЭ;
- в качестве ответственного исполнителя разработка материалов и выпуск экспресс-отчётов;
- разработку и реализацию мероприятий по совершенствованию существующей базы данных с учётом полученных результатов КЭ.

Научная аппаратура, входящая в состав РС МКС и используемая для КЭ «Дубрава» включает в себя следующее оборудование [1–10]:

1. Спектрометрическая аппаратура: фотоспектральная система (ФСС) с рабочим спектральным диапазоном 350–1050 нм; видеоспектральная система (ВСС) — используется для проведения измерений характеристик отражённого излучения подстилающих поверхностей в диапазоне длин волн от 400 до 950 нм. ФСС была первым спектрометрическим прибором, используемым на российском сегменте МКС [1, 5, 11–13]. Характеристики видеоспектральной системы обеспечивают максимальную расчётную разрешающую способность фотоизображения на местности порядка 10 м/пиксель, при этом охват территории одним снимком составляет 36,9×28,5 км [1].

Для классификации по спектральным сигнатурам можно использовать хорошо известные алгоритмы контролируемой и неконтролируемой классификации, такие как, например, метод *k*-средних и широкий диапазон метрик, включая расстояние Евклида, косинусную меру или максимального правдоподобия (Байеса). Также, спектрометрические данные позволяют рассчитывать разнообразные вегетационные индексы (NDVI, SAVI, MSAVI, EVI) [14–16].

2. Цифровые фотоаппараты Nikon D3X, Nikon D800E и Nikon D5 с телеобъективами SIGMA AF 300-800 F/5.6 и AF-S Nikkor 600mm f/4 с телеконверторами Nikon TC-15E и Nikon TC-20E. [1, 7, 9].

3. Система ориентирования видеоспектральной аппаратуры СОВА, предназначенная для установки внутри МКС на иллюминаторах её служебного модуля (СМ) и многоцелевого лабораторного модуля (МЛМ) [6].

Использование платформы наведения СОВА позволяет производить съёмку и спектрометрирование объектов исследования по трассе полёта в зоне подстилающей поверхности при углах визирования от минус 30 до плюс 30° от надира. В результате, по сравнению с использованием жёстко закреплённых на кронштейне приборов, в режиме автоматической съёмки резко увеличивается доступная для наблюдений площадь земной поверхности, приближаясь к возможностям ручной съёмки экипажем (причём автоматическая съёмка может производиться в любое время бортовых суток). Использование платформы наведения СОВА позволяет планировать съёмку множества объектов в рамках одного сеанса. При этом появляется прикладная задача оптимального управления платформой наведения, которая может быть решена с использованием методов оптимизации [17, 18].

На втором этапе КЭ (с 2022 г.) предполагается использование в дополнение к существующей новой научной аппаратуры ДЗЗ — НА «Гиперспектрометр» (ручной прибор) [10] и НА «Радиометр инфракрасный высокого разрешения» [1], а также вспомогательного оборудования СОВА и СКПФ-У. Разработка данных приборов выполняется в рамках КЭ «Ураган».

Необходимо отметить, что обширные районы нашей страны недоступны для наблюдений с борта МКС. Но, даже несмотря на это,

потенциал станции как платформы для дистанционного зондирования весьма эффективен. В ходе оценки возможности планирования съёмки было проведено моделирование условий наблюдения в 2021 г. нескольких объектов исследований космического эксперимента «Дубрава»: Государственного природного биосферного заповедника «Брянский лес» (Брянская область) и Теллермановского лесничества (Воронежская область) с учётом характеристик как имеющейся на борту аппаратуры, так и перспективных разрабатываемых её образцов.

Теллермановское лесничество имеет значительно более выгодное географическое положение для наблюдения с Международной космической станции. Проведённое моделирование условий наблюдений Теллермановского лесничества показало, что вся научная аппаратура российского сегмента может быть задействована для его мониторинга и в зависимости от типа используемой аппаратуры обеспечивается от 108 до 438 сеансов наблюдений. В данном случае имеется неравномерность распределения сеансов: использование видеоспектральной системы и гиперспектрометра ограничивается освещённостью исследуемого объекта. При этом следует отметить, что так как «Радиометр инфракрасный высокого разрешения» работает в среднем и дальнем инфракрасных диапазонах, на него это ограничение не распространяется. Благодаря этому обеспечивается ежесуточный мониторинг исследуемого объекта, заполняя «пробелы» в данных получаемых с автоматических аппаратов информацией, получаемой со станции.

Учитывая изложенное, планирование сеансов наблюдения объектов исследования космического эксперимента «Дубрава» с учётом специфики станции, ограничений, влияющих на планирование сеансов съёмки изучаемых объектов, особенностей имеющейся на борту и перспективной научной аппаратуры осуществляется следующим образом:

1. Составление списка потенциальных объектов съёмки по заявкам участников космического эксперимента;
2. Моделирование баллистических условий и анализ доступности объектов с учётом естественных ограничений и исходных данных по объектам от участников эксперимента;
3. Ранжирование доступных объектов с присвоением большего приоритета объектам, на которых запланированы научные и полевые работы участников космического эксперимента;
4. Моделирование условий проведения сеансов и составление заявки с исходными данными для планирования недельного интервала съёмки;
5. Окончательная фильтрация списка объектов в ходе формирования плана полёта;
6. Разработка исходных данных для создания радиограммы;
7. Согласование радиограммы и её отправка на борт;
8. Экспресс анализ результатов съёмки, смена приоритетности объектов наблюдений при необходимости для использования при составлении следующей заявки на проведение съёмки.

Для формирования базы геопространственных данных КЭ «Дубрава» и проведения анализа результатов дистанционного зондирования Земли была выбрана геоинформационная система Quantum GIS (QGIS). QGIS — свободная кроссплатформенная геоинформационная система для создания, редактирования, визуализации, анализа и публикации геопространственной информации с открытым исходным кодом.

Эффективное выполнение космических экспериментов (КЭ) на МКС предусматривает разработку и использование специального методического обеспечения для всех этапов проведения КЭ, позволяющего рационально планировать и, при необходимости, оперативно перепланировать сеансы эксперимента. Созданное на этапе 2020 г. методическое обеспечение позволяет в процессе полёта и оперативного планирования полётных суток оперативно оценивать результаты выполненных сеансов наблюдения, что обеспечивается использованием информации



от наземных тестовых объектов и экспресс-анализом получаемых в КЭ данных. Проведение в полёте экспресс-обработки и анализа данных эксперимента позволяет оценить вероятность достижения целей КЭ, поставленных в данном сеансе, и, при необходимости оперативно принять решение о повторении наблюдения данного исследуемого объекта, либо к переходу для изучения других объектов программы КЭ.

В процессе решения задач космического эксперимента «Дубрава» принимают участие преподаватели и студенты Космического факультета МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана. Фотоматериалы, полученные в результате эксперимента, проходят обработку студентами в рамках выполнения лабораторных работ и практических занятий по тематическому дешифрированию, а также используются в курсовых работах и дипломном проектировании.

## Литература

- [1] *Belyaev M. Yu., Cheremisin M. V., Esakov A. M.* Integrated monitoring of earth surface from onboard ISS Russian segment // 69<sup>th</sup> Intern. Astronautical Congress (IAC). Bremen, Germany, 1–5 Oct. 2018. Copyright ©2018 by the International Astronautical Federation (IAF). IAC-18-F1.2.3. P. 1–9.
- [2] *Беляев М. Ю.* и др. Некоторые результаты лётных испытаний фотоспектральной системы ФСС // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 2. С. 264–272.
- [3] *Беляев Б. И., Беляев М. Ю., Десинов Л. В., Роговец А. В., Рязанцев В. В., Сармин Э. Э., Сосенко В. А.* Летная отработка исследовательской аппаратуры «Фотоспектральная система» на борту Российского сегмента Международной космической станции // Косм. техника и технологии. 2014. № 1. С. 22–28.
- [4] *Беляев Б. И., Беляев М. Ю., Десинов Л. В., Катковский Л. В., Крот Ю. А., Сармин Э. Э.* Результаты испытаний фотоспектральной системы на МКС // Исслед. Земли из космоса. 2014. № 6. С. 27–39. DOI: 10.7868/S0205961414060013.
- [5] *Беляев Б. И., Беляев М. Ю., Сармин Э. Э., Гусев В. Ф., Десинов Л. В., Иванов В. А., Крот Ю. А., Мартинов А. О., Рязанцев В. В., Сосенко В. А.* Устройство и летные испытания научной аппаратуры «Видеоспектральная система» на борту российского сегмента МКС // Косм. техника и технологии. 2016. № 2. С. 70–79.
- [6] *Беляев Б. И., Беляев М. Ю., Боровихин П. А., Голубев Ю. В., Ломако А. А., Рязанцев В. В., Сармин Э. Э., Сосенко В. А.* Система автоматической ориентации научной аппаратуры в эксперименте «Ураган» на Международной космической станции // Косм. техника и технологии. 2018. № 4(23). С. 70–80.
- [7] *Беляев М. Ю., Десинов Л. В., Караваев Д. Ю., Сармин Э. Э., Юрина О. А.* Аппаратура и программно-математическое обеспечение для изучения земной поверхности с борта российского сегмента Международной космической станции по программе «Ураган» // Космонавтика и ракетостроение. 2015. № 1. С. 63–70.
- [8] *Беляев М. Ю., Десинов Л. В., Караваев Д. Ю., Сармин Э. Э., Юрина О. А.* Изучение с борта российского сегмента Международной космической станции в рамках программы «Ураган» катастрофических явлений, вызывающих экологические проблемы // Космонавтика и ракетостроение. 2015. № 1. С. 71–79.
- [9] *Беляев М. Ю., Десинов Л. В., Караваев Д. Ю., Легостаев В. П., Рязанцев В. В., Юрина О. А.* Особенности проведения и использования результатов съемки земной поверхности, выполняемой экипажами российского сегмента МКС // Косм. техника и технологии. 2015. № 1. С. 17–30.
- [10] *Беляев М. Ю., Коротков Д. М., Кузьмичев А. С., Николенко А. А., Черемисин М. В., Шибанов С. Ю., Щербаков М. В., Щербина Г. А.* Дистанционное зондирование Земли с российского сегмента МКС с использованием перспективной научной аппаратуры гиперспектрометр // Материалы 17-й Всероссийской открытой конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». 2019. С. 508.
- [11] *Беляев М. Ю., Беляев Б. И., Иванов Д. А., Катковский Л. В., Мартинов А. О., Рязанцев В. В., Сармин Э. Э., Силуков О. О., Шуйкало В. Г.*

- Атмосферная коррекция данных, регистрируемых с борта МКС. Ч. I. Методика для спектров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 6. С. 213–222. DOI:10.21046/2070-7401-2018-15-6-213-222.
- [12] *Беляев М. Ю., Беляев Б. И., Иванов Д. А., Катковский Л. В., Мартинов А. О., Рязанцев В. В., Сармин Э. Э., Силюк О. О., Шукайло В. Г.* Атмосферная коррекция данных, регистрируемых с борта МКС. Ч. II. Методика для изображений и результаты применения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 6. С. 223–234. DOI:10.21046/2070-7401-2018-15-6-223-234.
- [13] *Беляев М. Ю., Беляев Б. И., Катковский Л. В., Мартинов А. О., Сармин Э. Э., Силюк О. О., Чумаков А. В.* Классификация водных объектов по спектрам, измеренным с борта МКС в космическом эксперименте «Ураган» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 6. С. 201–208. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-6-201-208.
- [14] *Мальшева Н. В.* Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений лесных насаждений. М.: Изд-во МГУЛ. 2012. 154 с.
- [15] *Rouse J. W., Haas R. H., Schell J. A., Deering D. W.* Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS // 3<sup>rd</sup> ERTS Symp. 1973. V. 1. NASA SP-351. P. 309–317.
- [16] *Huete A. et al.* Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices // Remote Sensing of Environment. 2002. V. 83. P. 195–213.
- [17] *Беляев М. Ю.* Научные эксперименты на космических кораблях и орбитальных станциях. М.: Машиностроение, 1984. 264 с.
- [18] *Беляев М. Ю.* Проблемы управления при проведении экспериментов на Международной космической станции // Проблемы управления, обработки и передачи информации (УОПИ-2018): сб. тр. 6-й Международной науч. конф., посвященной 85-летию Ю. А. Гагарина / под ред. А. А. Львова, М. С. Светлова. 2019. С. 7–16.



## «ПЕРВООТКРЫВАТЕЛИ ЗВЁЗДНЫХ ДОРОГ» В ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОМ ЦЕНТРЕ «ПЛАНЕТАРИЙ»

Т. Белоусова

Новосибирск, Россия, beloysova75@mail.ru

По техническим параметрам Новосибирский планетарий не имеет себе равных за Уралом, уникальностью которого является то, что он единственный имеет статус учреждения дополнительного образования детей.

Здесь организована образовательная и просветительская деятельность юных граждан города Новосибирска, обеспечивающая реализацию учебно-исследовательских программ по естественнонаучной, технической, социально-гуманитарной и художественной направленности. У школьников появилась возможность с увлечением заниматься научно-исследовательской деятельностью в области астрономии, физики, авиации и космонавтики.

Сегодня в планетарии 22 педагогических работника организуют 25 детских объединений по образовательным программам: «Авиамоделирование», «Космонавтика и астрономия», «Современная физика», «История астрономии и освоения космоса», «Экология земли и космоса», «Космическая погода», «Космическая биология» и др., в которых занимаются 800 школьников города Новосибирска. Важно, что предлагаемые нами дополнительные общеобразовательные общеразвивающие программы, доступны, в том числе, для детей с особыми образовательными потребностями.

На протяжении большого периода со дня открытия в планетарии отработана система групповых занятий со школьниками разного возраста. В течение учебного года планетарий принимает организованные группы на образовательные уроки: уроки-экскурсии, уроки — практикумы и уроки — лекции.

Учебные аудитории планетария оснащены телескопами, астрономическими приборами, современным учебным оборудованием. Для ребят доступна библиотека центра, в которой имеются редкие издания книг по астрономии, астрофизике и естественным наукам.

Работа объединений научно-технической направленности осуществляется в тесном сотрудничестве с Университетами города: СГУГИТ, НГПУ, Сибирским Институтом авиации им. Чаплыгина, что обеспечивает возможность для профессионального самоопределения школьников, создаёт условия для профильной подготовки и формирует предпосылки для создания кластера.

Кроме того, планетарий представляет широкий спектр научно-популярных программ, встреч с учёными, руководителями предприятий и проектов в области естествознания для школьников города. Всего за девять лет в научно-познавательных массовых мероприятиях приняли участие свыше 700 000 школьников города Новосибирска.

2021 г. для Большого новосибирского планетария идёт под эгидой 60-летия полёта человека в космос. Образовательные учреждения города и области активно включились в воспитательную и культурно-досуговую работу учреждения, все мероприятия которого были направлены на формирование информационной среды в области космической отрасли, а так же на развитие патриотизма и чувства гордости за достижения своей страны. **Программа городских массовых дел** включила в себя новые и модернизированные традиционные конкурсы, посвящённые 60-летию полёта человека в космос:

- Творческий конкурс «Пластилиновый космос» для дошкольников и младших школьников.
- Областной конкурс технического творчества «Делай науку».
- творческий конкурс видеороликов «Гагарин как связь поколений», посвящённый воспоминаниям очевидцев о первом полёте человека в космос.

- региональный дистанционный конкурс фотографий «Реальный космос».
- Конкурс информационных стендов «Космический уголок».
- Областной конкурс моделей и макетов летательных аппаратов и космической техники «Ключ на старт!»
- Областная онлайн-игра «Космос рядом».

Уровень включенности школьников города и области в данные проекты показал востребованность проведения подобных форматов мероприятия. Результаты всех городских проектов, представленные на оценку экспертам, показали высокое качество выполнения. Это произошло в результате проведения строгого заочного этапа, на котором на городской этап были выбраны лучшие работы.

В рамках **фестивального** движения были реализованы городские проекты. Фестиваль актуального научного кино ФАНК при поддержке Минобрнауки — 250 человек за 3 дня в условиях заполняемости зала не более 70 %.

В течение апреля для всех жителей города Новосибирска: дошкольников, школьников, молодежи, взрослого населения, был проведён городской фестиваль «Первооткрыватели звёздных дорог», посвящённый первому полёту человека в космос, реализованный на различных площадках нашего города.

За все дни Фестиваля на разных площадках города прошло 12 открытых лекций, 2 познавательные анимационные программы для детей, концерт космической музыки, показ фильма о Гагарине на большом экране, 2 тематических спектакля, «Космо-ланч», «Космо-вечер» и целый космический день, просветительская акция у станции метро Гагаринская и онлайн-акция «Космическая лабораторка», Гагаринский урок для школьников, яркая встреча Гагаринских суток, традиционная Юрьева ночь, а также старт новой акции «Он сказал — Поехали!» Кроме юбилейного тематического мероприятия, на который, безусловно, был сделан максимальный акцент в работе, были организованы и проведены другие тематические массовые мероприятия и праздники с соблюдением мер безопасности и наполнением зала в соответствии с требованиями.

Реализация **дистанционных форм работы** после пандемии получила более активное развитие. Ведущим направлением дистанционных проектов обозначилась информационно-познавательная деятельность, а основной площадкой для их реализации стали социальные сети — официальная группа ВКонтакте и Instagram-аккаунт Планетария, а также Youtube-канал Планетария.

С начала учебного года необходимо было разработать новые интересные онлайн формы для формирования информационной познавательной среды среди школьников города Новосибирска.

2020/2021 учебный год дал старт следующим познавательным онлайн проектам:

- «Астрономия дома».
- «Космос рядом». Проект, направленный на просвещение в вопросах космического образования и посвящённый 60-летию полёта человека в космос. Данный проект так же предполагает публикацию по нескольким рубрикам.
- «Планетарий онлайн». Данный проект предполагает рассказ в информационном пространстве о полнокупольных фильмах, дополнительных услугах и экспонатах музея. Каждую неделю выходит обзорная статья о каком-либо объекте планетария.
- «Виртуальная галерея планетария». Проект-выставка знакомит с интересными деятелями, фактами и событиями в области астрономии и космонавтики.
- «Планетарий на связи». В рамках данного проекта подписчики социальных сетей могут присоединяться к виртуальным тематическим лекциям в прямом эфире и задавать интересующие вопросы лекторам вживую.

- «Космическая среда». Проект направлен на формирование информационно-образовательной среды в области космонавтики среди школьников образовательных учреждений города Новосибирска и Новосибирской области в рамках празднования 60-летнего юбилея орбитального полёта Юрия Гагарина.
- «Вселенная на ладони». Познавательный проект для детей, оказавшихся в трудной жизненной ситуации.
- «В гостях у Звездочёта». Анимационная программа для дошкольников, формирующая интерес к изучению окружающего мира включением в познавательную среду.
- «Аудиофайлы» «Аленкины сказки» и «Подкаст наблюдателя».

Продолжили своё существование традиционные и востребованные онлайн проекты — «Задай свой вопрос астроному» и астрономическое радио «Планета ФМ».

Возвращение к традиционной работе позволило возобновить проведение одной из уникальных услуг учреждения «**Астрономические наблюдения**». После дистанционной работы в программу работы активно вошли онлайн наблюдения. Онлайн-формат проведения так же позволил расширить географию наблюдателей за пределы Новосибирска и охватить многие города Сибирского региона, а также Урала, Центральной России и Европы.

Первые проведённые онлайн-наблюдения привлекли внимание не только представителей сообществ любителей астрономии из разных городов и коллег из других планетариев, но и сторонних наблюдателей, чей интерес к астрономии только зарождается и ещё набирает обороты. В этот же период сформировался новый астрономический онлайн проект «Астрономический онлайн эфир с онлайн наблюдениями», к просмотру которого одновременно могли подключаться до 1000 человек. За год было проведено 6 астрономических эфиров, приуроченных к астрономическим явлениям.

В дневное время наблюдение светила стало более доступно благодаря увеличению часов программы «Солнечная обсерватория». В целом, несмотря на длительное время нефункционирования учреждения, количество участников астрономических программ стало значительным из-за развития онлайн-формата.

## ТОКИ В МАГНИТОСФЕРЕ ЗЕМЛИ ПО ДАННЫМ СЕТИ МАГНИТНЫХ ОБСЕРВАТОРИЙ РОССИИ

Л. З. Бикташ<sup>1</sup>, А. Н. Зайцев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ИЗМИРАН, Москва, Россия, lilia\_biktash@mail.ru

<sup>2</sup> ИКИ РАН, Москва, Россия

Изучение воздействия космической погоды на Землю является ключевой задачей исследований по солнечно-земной физике. Магнитные бури, регистрируемые магнитными обсерваториями, позволяют нам детально изучать процессы, которые происходят при взаимодействии солнечно-го ветра с магнитосферно-ионосферной системой. В настоящее время в России от Калининграда до Камчатки имеется сеть обсерваторий, которая непрерывно наблюдает за изменениями магнитного поля Земли, Установлены тесные связи между вариациями магнитного поля Земли и физическими процессами, происходящими на Солнце и в магнитосфере Земли. В работе предлагается реализовать научно-образовательный проект основой которого служит описание вариаций магнитного поля Земли (МПЗ). Для вычисления величины и определения динамики возмущений в магнитосфере во время магнитных бурь принято использовать обобщённые данные, по которым вычисляется Dst-индекс, описывающий эффекты токовых систем в магнитосфере Земли. В прилагаемом списке литературы приведены ссылки на доступные источники информации по предлагаемому проекту. В качестве инструмента анализа данных для школьников предлагается использовать программу слежения за состоянием магнитного поля и определение индекса Dst. Исходный ряд данных по  $H$ -составляющей позволяет описать и определить электрические токи в ионосфере и магнитосфере, которые и формируют эти вариации. Описан простой алгоритм вычисления Dst-индекса, который широко используется для оценки геомагнитной обстановки в различных исследованиях. В предложенном алгоритме среднесуточные значения поведения Dst-индекса в спокойных и возмущённых условиях вычисляются по параметрам солнечного ветра, который изменяет токовые системы магнитосферы и является основным источником геомагнитных возмущений во время магнитных бурь. Кроме того, в вычисления включён вклад ионосферных токов. Показана возможность по данным российских магнитных обсерваторий вести контроль Dst-индекса в реальном времени на основе данных доступных по сети Интернет. Сформулированы темы исследований научно-образовательного проекта для школьников и предложены варианты описания параметров магнитных бурь в виде методических материалов.

В настоящее время огромная сеть солнечных, магнитных и ионосферных обсерваторий и космических аппаратов, бороздящих гелиосферу и магнитосферу, помогают решать сложную проблему солнечно-земных связей. Тем не менее, наземные солнечные, магнитные и ионосферные наблюдения остаются базовыми в этих исследованиях. Именно по мере накопления сведений о магнитных вариациях постепенно выяснились многообразные связи, существующие между вариациями земного магнитного поля и физическими процессами, происходящими на Солнце и в верхних слоях земной атмосферы. Как известно, компоненты магнитного поля Земли меняются в зависимости от широты, сезона года, от солнечной активности, от условий в солнечном ветре. Эти изменения называют геомагнитной активностью или геомагнитными вариациями. По составляющей  $H$ -компоненты вычисляют различные геомагнитные индексы: AE, Kp, Dst и другие индексы. Необходимость в различных индексах объясняется тем, что в зависимости от широты нашей планеты  $H$ -компонента магнитного поля разительно отличается и зависит от электрических токов в ионосфере и магнитосфере, которые и формируют эти вариации.

Из вышеизложенного следует, что, прежде чем перейти к прогнозированию геомагнитных вариаций, необходимо обладать обширными знаниями о Солнце, межпланетном магнитном поле и солнечном ветре. Кроме того, нам понадобятся знания о магнитосферных токах, радиационных поясах и процессах формирования кольцевого тока, который вносит основной вклад в геомагнитные вариации на экваторе и средних широтах. Знания о геомагнитных вариациях накапливались со времени открытия английским учёным Уильямом Гильбертом магнитного поля Земли, который в 1600 г. впервые показал, что Земля является магнитом, ось которого не совпадает с осью вращения Земли. Следовательно, вокруг Земли, как и около любого магнита, существует магнитное поле. Магнитная стрелка, будет становиться по направлению силовых линий. Опыты показывают, что в различных местах земной поверхности направление и напряжённость геомагнитного поля не одинаковы, а зависят: 1 — от географического положения точки измерения, 2 — местных геологических условий; 3 — изменения геомагнитного поля во времени. Для изучения геомагнитного поля необходимо уметь измерять как направление, так и напряжённость магнитного поля. Как показал Гаусс более 100 лет назад, геомагнитное поле обусловлено главным образом источниками, расположенными внутри Земли. Поэтому поле внутренне-го происхождения называют главным геомагнитным полем. Мы должны представлять себе пространство, окружающее земной шар, сплошь пронизываемым магнитными силовыми линиями, как бы исходящими из северного магнитного полюса в южном полушарии, огибающими земной шар и входящими в южный магнитный полюс в северном полушарии Земли. Как показывают наблюдения, ни один из элементов магнитного поля Земли не остаётся постоянным во времени, а непрерывно меняет свою величину от часа к часу и от года к году. Трудно переоценить значение магнитного поля Земли в жизни человека, животных и растений. Прежде всего, оно служит нам надёжным щитом от жёсткого космического излучения, несовместимого с жизнью. В практическом плане: навигация, спутники, ориентация человека, птиц, морских животных происходит с помощью магнитного поля. Именно по этим причинам мы должны уметь предсказывать космическую погоду и её эффекты.

Итак, все наблюдаемые геомагнитные вариации создаются токами, которые составляют сложную систему, называемую магнитосферой и ионосферой Земли. Все эти токи контролируются Солнцем и солнечным ветром. Особое место нужно уделить магнитосферному кольцевому току, главному источнику геомагнитных вариаций во время магнитных бурь. В наших работах [3, 4] по исследованию кольцевого тока было показано, что распад кольцевого тока происходит медленнее во время сильных магнитных бурь, что позволило нам предположить присутствие ионов кислорода и гелия в кольцевом токе, время жизни которых велико по сравнению с основным источником кольцевого тока ионами водорода. Многие годы считалось, что кольцевой ток образуют только ионы водорода. Недавние спутниковые наблюдения подтвердили, что ионы кислорода и гелия образуют значительную часть частиц кольцевого тока с энергиями меньше 17 кэВ, указывая на ионосферный источник кольцевого тока. Спутниковые измерения распада кольцевого тока также указывают на присутствие ионов кислорода и гелия. Ионы кольцевого тока с энергиями больше 600 кэВ имеют своим источником солнечный ветер. В формировании кольцевого тока участвуют такие процессы, как направленная к Земле конвекция плазмы из хвоста магнитосферы, адиабатическое движение радиационного пояса ионов под действием направленного с утра на вечер электрического поля, ускорение ионосферных ионов электрическими полями и другие. Эти важные физические явления, происходящие в поясах радиации мы будем учитывать при прогнозировании Dst-индекса. Кроме того, уделим внимание периодическим спокойным солнечно-суточным ионосферным вариациям или Sq-вариациям, которые были выявлены и изучены основательно многими исследователями в самом начале записи геомагнитных вариаций на

магнитометрах. Пространственные и временные вариации параметров среднеширотной ионосферы изучены наиболее детально. Считается, что основными процессами, определяющими уровень электронной концентрации в среднеширотной ионосфере, являются фотоионизация, диссоциативная рекомбинация и диффузионный перенос плазмы вдоль геомагнитных силовых линий. Во время магнитных бурь наблюдаются существенные изменения пространственно-временной структуры среднеширотной ионосферы называемые ионосферными бурями. Sq-вариации являются наиболее устойчивыми из всего спектра геомагнитных вариаций, что и послужило основанием для создания моделей для расчёта электрических полей и токов в спокойной ионосфере и магнитосфере Земли. Однако тонкости в морфологии Sq-вариаций и их физические источники до сих пор ещё не выяснены до конца. Ионосферная токовая система, ответственная за Sq-вариации, изменяется день ото дня, усиливаясь летом, реагирует на солнечные вспышки, солнечные затмения и зависит от межпланетных полей и динамики магнитосферы. В геомагнитных Sq-вариациях обнаружены полугодовые вариации геомагнитного поля с амплитудой около 15 нТ (амплитуда изменяется в зависимости от солнечной активности) с максимумами около равноденствий и минимумами вблизи солнцестояний сейчас установлены достоверно. Однако их физический механизм не вполне изучен. Имеется несколько теорий, касающиеся этого механизма. Одна использует аксиальную гипотезу, в которой основную роль играет гелиографическая широта Земли: Земля располагается благоприятно для взаимодействия с потоками солнечной плазмы около 7 сентября, когда её северная гелиографическая широта  $7,2^\circ$  максимальна, и вблизи 6 марта, когда широта  $7,2^\circ$  максимальна к югу. Другая теория использует равноденственную гипотезу, согласно которой основную роль играет наклон оси эквивалентного геомагнитного диполя. Предполагается, что максимум геомагнитной активности достигается тогда, когда ось диполя перпендикулярна потоку плазмы солнечного ветра, что случается вблизи равноденствий. Sq-вариации имеют два вихря: один вихрь в северном полушарии, другой — в южном полушарии. Токи в этих вихрях протекают в противоположных направлениях и несколько различаются по амплитудам весной и осенью, что и отражается в геомагнитных вариациях как различие в амплитудах полугодовых вариаций в равноденствия. Таким образом, геомагнитные вариации отражают сложный комплекс явлений, происходящих в магнитосфере и ионосфере Земли.

Dst-индекс был впервые предложен М. Сугиурой (Sugiura M.) [1] в качестве меры интенсивности кольцевого тока во время магнитной бури (DR-disturbed ring current). Для вычисления Dst-индекса обычно используются данные  $H$  — компонент  $N$  среднеширотных станций, где  $H^d$  — горизонтальная компонента низкоширотной станции в возмущённый день, а  $H^q$  — горизонтальная компонента низкоширотной станции в спокойный день:

$$\text{Dst} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (H^d - H^q) = \Delta \bar{H}. \quad (1)$$

Для вычисления Dst-индекса в настоящее время используются 4 магнитные обсерватории Нерманус, Кაკиока, Нонolulu, Сан-Хуан, а также с 1992 г. дополнительная пятая станция Алибаг. Эти станции расположены равномерно по долготе на значительном удалении от авроральных и экваториальных электроджетов.

$H$ -компонента низкоширотной станции, как в спокойные, так и возмущённые дни является функцией токов магнитопаузы ( $mp$ ), кольцевого тока ( $rc$ ) и тока хвоста магнитосферы. Для удобства прогнозирования Dst-индекса авторы работы [2] представили вклад этих токов в виде:

$$\text{Dst} = \overline{H_{rc}^d + H_{rc}^q - H_{mp}^d - H_{mp}^q}, \quad (2)$$



где  $H_{rc}^d$  и  $H_{mp}^d$  относятся к возмущённому кольцевому току и токам магнитопаузы, а  $H_{rc}^q$  и  $H_{mp}^q$  — вклад кольцевого тока и токов магнитопаузы в спокойных условиях. Здесь токи хвоста магнитосферы включены в кольцевой ток.

Полученный по формуле Сугиуры как средняя величина возмущения на равномерно размещённых по долготе станциях Dst-индекс автоматически долготные различия в  $H$ -компонентах среднеширотных станций, обусловленных асимметрией поля кольцевого тока. Dst-индекс изменяется в ходе бури определенным образом и может быть разделена на три фазы: начальную, обусловленная усилением токов магнитопаузы, главную, когда наблюдается резкое уменьшение интенсивности, обусловленное непосредственно усилением кольцевого тока, и фазу восстановления, вызванную затуханием кольцевого тока. Считается, что нейтральный токовый слой, текущий поперёк хвоста магнитосферы, даёт малый вклад в понижение поля вблизи Земли. Положительная Dst-вариация вызывается сжатием магнитосферы из-за возрастания давления солнечного ветра. Формулу (2) можно переписать в более удобном виде:

$$DR^d = Dst - DCF^d + DCF^q + DR^q. \quad (3)$$

Или, определяя токи магнитопаузы через динамическое давление солнечного ветра  $b\sqrt{Pd}$  и считая спокойные токи некой постоянной получаем формулу для вычисления возмущённого кольцевого тока:

$$DR^d = Dst - b\sqrt{Pd} + c. \quad (4)$$

Используя эти формулы, вариации поля кольцевого тока в ходе бури мы описываем алгоритмом, впервые предложенным в работе [2] для вычисления 5-минутных значений Dst-индекса:

$$\frac{dDr}{dt} = Q(t) - \frac{DR}{\tau}. \quad (5)$$

Здесь  $Q(t)$  — скорость поступления энергии солнечного ветра в кольцевой ток как функция электрического поля солнечного ветра  $E$ ,  $\tau$  — характерное время распада кольцевого тока. Согласно этому алгоритму в работе [2] были впервые вычислена скорость поступления энергии солнечного ветра в кольцевой ток в зависимости от электрического поля солнечного ветра по 5-минутным значениям Dst-вариации. Мы впервые использовали этот алгоритм в несколько модифицированном виде в выражении [3] и определили скорость поступления энергии солнечного ветра в кольцевой ток в зависимости от электрического поля солнечного ветра по среднечасовым значениям Dst-вариации как:

$$Q(E) = 4VBz \cdot 10^{-3} \text{ мВ/м}, E_y > 0 \text{ и } Q(E) = 0, E_y < 0. \quad (6)$$

Итак, зная скорость поступления энергии в кольцевой ток, время его распада, в различные фазы бури, спокойные токи магнитопаузы и параметры солнечного ветра можно перейти к прогностическим вычислениям Dst-вариации интегрированием уравнения (5), в где простейшем случае  $Q(E) = 0, E_y < 0, Q(E) = 4VBz \cdot 10^{-3} \text{ мВ/м}, E_y > 0$ . Согласно этому относительно простому алгоритму нами рассчитаны многочисленные Dst-вариации геомагнитных бурь разной интенсивности в разные фазы солнечной активности.

Таким образом актуальной является задача определения характеристик токовых систем по наземным и межпланетным данным. Ключевой задачей при наблюдении космической погоды является прогноз вариаций магнитного поля Земли в реальном времени. Ввиду того, что территория России охватывает более 12 часовых поясов имеется возможность детальной оценки характеристик магнитной возмущённости. После МГГ было предложено использовать среднеширотные обсерватории СССР для вычисления Dst-вариации. В СССР можно было подобрать

соответствующие обсерватории для таких расчетов. Однако в современной России обсерватории находятся выше фокусов Sq токовых систем и близки к авроральным широтам, что связано с проблемами вклада токов спокойных солнечно-суточных вариаций и авроральных токов в геомагнитные вариации, т. е. не удовлетворяют критериям определения Dst. Поэтому в настоящее время это предложение может быть реализовано для дополнительного контроля рассчитанных Dst-вариаций по стандартным обсерваториям. Предлагается использовать систему сбора данных геомагнитных обсерваторий России в реальном времени и разработать методику расчёта некоего аналога Dst-вариаций для краткосрочного прогноза геомагнитной активности на нашей территории, что в настоящее время может быть реализовано на современном уровне ИТ-технологий [5–7]. Актуально также пересмотреть существующую стандартную цепочку обсерваторий для расчёта Dst-вариаций с точки зрения вклада Sq токов и полярных электроджетов.

## Литература

- [1] *Sugiura M.* Hourly values equatorial Dst for IGY // *Annals Intern. Geophysical Year.* 1964. V. 35. P. 9–45.
- [2] *Burton R. K., McPherron R. L., Russel C. T.* An Empirical Relationship Between Interplanetary Conditions and Dst // *J. Geophysical Research.* 1975. V. 80. No. 31. P. 4204–4214.
- [3] *Sizova L. Z., Zaitseva S. A.* Growth Rate and Decay of Magnetospheric Ring Current. M.: IZMIRAN, 1984. Preprint No. 52(463).
- [4] *Pudovkin M. I., Zaitseva S. A., Sizova L. Z.* Growth Rate and Decay of Magnetospheric Ring Current // *Planet. Space Sci.* 1985. V. 33. No. 10. P. 1097–1103.
- [5] *Амиантов А. С., Зайцев А. Н., Одинцов В. И., Петров В. Г.* Вариации магнитного поля Земли — база цифровых данных магнитных обсерваторий России за период 1984–2000 гг. М.: ИЗМИРАН, 2001. 52 с. CD-ROM. URL: [www.cosmos.ru/magbase](http://www.cosmos.ru/magbase).
- [6] *Зайцев А. Н., Далин П. А., Застенкер Г. Н.* Резкие вариации потока ионов солнечного ветра и их отклик в возмущениях магнитного поля Земли // *Геомагнетизм и аэрономия.* 2002. № 6.
- [7] *Будько Н. И., Зайцев А. Н., Карпачев А., Козлов А., Филиппов Б.* Космическая среда вокруг нас — введение в исследования околоземного космического пространства. Троицк: ТРОВАНТ. 2006. 245 с. CD-ROM. URL: <http://www.izmiran.ru/pub/izmiran/space-around-us/>.

## МЫ И КОСМОС

Т. Е. Бирюкова, Е. С. Варенкова, Н. А. Тимошенко

МАОУ «Гимназия им. Н. В. Пушкива», Троицк, Москва, Россия, karafog@mail.ru

В сентябре 2021 г. нашей школе исполняется 55 лет. Гимназия Пушкива — первая школа Академгородка Красная Пахра, который с годами превратился в наукоград Троицк. В нашем городе 10 НИИ, многие из них напрямую связаны с изучением космического пространства. И со многими институтами наша гимназия тесно сотрудничает. Более 10 лет, сотрудники НИИ города (Институт спектроскопии РАН, Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований, Институт ядерных исследований РАН, Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкива РАН (ИЗМИРАН), Центр физического приборостроения института общей физики им. А. М. Прохорова и др.) приходят к ученикам старших классов с лекционными занятиями. Более 12 лет мы проводим различные мероприятия, связанные с историей отечественной космонавтики, на которых, членами экспертных комиссий являются сотрудники городских институтов.

Надо отметить, что нам исторически повезло, мы с 1963 г. (с момента строительства школьного здания) были подшефной школой ИЗМИРАН.

Сотрудники Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн являются частыми гостями нашей гимназии. Они приходят с лекциями для ребят, являются научными руководителями школьных проектов и членами экспертных комиссий на мероприятиях различного уровня (Международные юношеские научные чтения им. С. П. Королёва, Открытая конференция школьников «Зов Вселенной», региональный этап Московского городского конкурса исследовательских и проектных работ обучающихся, Физический марафон «Шаг в науку» и т. п.). Хочется отметить одного из самых преданных наших друзей, который работает с нашими ребятами на протяжении 55 лет, с момента открытия школы, это доктор физико-математических наук, полярник, радиолобитель, ведущий сотрудник ИЗМИРАН Зайцев Александр Николаевич. Все начиналось в далёком 1966 г. с кружка радиолобителей, который за эти полвека вырос в Центр Космической связи. Именно Александр Николаевич «заразил» нас космосом. За что ему большое СПАСИБО!

Слова благодарности хочется сказать и молодым сотрудникам ИЗМИРАН: кандидату физико-математических наук Лисину Дмитрию Валерьевичу, который на протяжении семи лет был членом экспертных комиссий конференций различного уровня и бессменным научным руководителем команд гимназии на Чемпионате по запуску школьных микроспутников «CanSat в России», а также кандидату физико-математических наук Абунину Артёму Анатольевичу, члену экспертных комиссий и руководителю команды гимназии в проекте «Открытый космос».

Но мы не только сотрудничаем с институтами Троицка! Мы любим и часто бываем в ИКИ РАН, посещаем Дни открытых дверей, участвуем в различных конференциях и приглашаем сотрудников ИКИ к нам в гости — поработать в составе жюри или прочитать лекцию. На что они с радостью соглашаются.

Огромное спасибо Бессонову Роману Валерьевичу, заведующему отделом оптико-физических исследований ИКИ РАН, за то, что, не смотря на свою занятость он стал научным руководителем одной из команд гимназии на Чемпионате CanSat.

Нельзя не сказать о проекте Научно-исследовательского института ядерной физики им. Д. В. Скобельцына Московского государственного университета (МГУ) имени М. В. Ломоносова «Воздушно-инженерная школа МГУ» (ВИШ МГУ), в котором мы принимаем активное участие с 2011 г.

10 лет назад сотрудники НИИЯФ и Мемориального Музея Космонавтики предложили учащимся нашей гимназии попробовать свои силы в конкурсном отборе в команду Москвы для участия в норвежском национальном этапе Чемпионата CanSat. От конкурсантов требовались знание английского и физики, умение паять и быть членом команды. Было много претендентов из разных школ, но от Москвы на соревнования в Норвегию поехали две наши ученицы 8-го класса и студент Бауманки. Девочки приехали одухотворённые и кардинально поменяли свои устремления, обе увлеклись инженерией. И с 2011 г. в нашей гимназии «Спутник в консервной банке» — один из инженерных проектов для учащихся 8–11-го классов. За эти десять лет было сформировано 17 команд, не все проходили в финал, но надо отметить, что все участники данного проекта поступали в вузы инженерной направленности, это физфак МГУ имени М. В. Ломоносова, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, Московский авиационный институт (МАИ), МИРЭА — Российский технологический университет, Балтийский государственный технический университет «ВоенМех», Российский университет транспорта (МИИТ) и др.

От гимназии Пушкиова в проекте Воздушно-инженерной школы МГУ задействованы не только ребята, которые являются членами команды, но и учащиеся, а также педагоги, которые выступают на Чемпионате в качестве волонтеров. Хочется отметить, что многие из них остаются в проекте даже после того как окончили школу и даже вуз. За создание такого интересного проекта и его успешную реализацию выражаем благодарность руководителям ВИШ МГУ Радченко Владимиру Вячеславовичу и Веденькину Николаю Николаевичу.

Более 5 лет мы участвуем в Международной Космической Олимпиаде (МКО), которая традиционно проходит в конце октября в г. Королёве.

Ежегодно, начиная с 2007 г., наша гимназия принимает активное участие во Всероссийских, а теперь уже Международных юношеских научных чтениях им. С. П. Королёва, последние два года, наша гимназия входит в состав Оргкомитета Чтений и является базовой школой для их проведения. Королевские Чтения позволяют ребятам продемонстрировать свои таланты в различных направлениях — это и астрономия, и научно-техническое творчество молодёжи, и дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), а также история космонавтики или в литературном творчестве. Оргкомитет Чтений не только проводит само мероприятие, но и организует тематические каникулярные образовательные школы. Школы, в которых мы принимали участие проходили в Международном детском центре «Артек», в Самарском госуниверситете, в Калуге, в Троицке (Москва), в Веневе (Тульская область), в Ереване (Армения) и Чехии.

Последние два года внесли свои корректировки в проектную деятельность не только нашей гимназии, многие мероприятия ушли в дистанционный режим, это коснулось и летние аэрокосмические тематические школы. Благодаря сотрудникам МАИ и «РИСККАТ» июнь 2020 г. прошёл очень плодотворно. Школа «KoSmoПроекты онлайн» проходила по пяти направлениям. Более подробно с программой школы можно ознакомиться на нашем сайте [https://gympushkova.mskobr.ru/cosmoproekty\\_onlajn](https://gympushkova.mskobr.ru/cosmoproekty_onlajn).

За привлечение обучающихся гимназии к активному изучению космического пространства и повышения интереса ребят к профессии инженера, а также за интересные и полезные мероприятия, администрация гимназии Пушкиова выражает огромную благодарность Кучейко А. А. и Мороз О. Ю. («РИСККАТ»).

#### **Наши космические проекты.**

Проекты учащихся МАОУ «Гимназия им. Н. В. Пушкиова» в области ДЗЗ:

1. «Расследование загрязнения Ладожского озера проходящими судами с помощью данных космической съёмки». Ученицы 8-го класса, используя снимки озера из космоса, трафик судов

и зная погодные условия в нужный момент времени, вычислили какое судно стало виновным в загрязнение Ладоги льяльными нефтесодержащими водами. Это один из удачных проектов, был представлен на Международной конференции «Baltic from Space Workshop» в Финляндии (2017), авторы проекта были отмечены благодарностью от Федеральной службы по надзору в сфере природопользования.

2. «Исследование отмелей и островов в Оленском заливе моря Лаптевых по спутниковым снимкам».
3. «Изучение антропогенного воздействия на ландшафты по данным космической съёмки. Изучение последствий эпидемии короеда в лесах Москвы и Московской области с помощью космических снимков».
4. «Обнаружение крупных скоплений атлантических моржей на песчаных пляжах арктической зоны по космоснимкам среднего пространственного разрешения».
5. «Проект по созданию карты эффективного раздельного сбора ТБО в г. Троицк с помощью ДЗЗ и ГЛОНАСС».
6. «Проект мониторинга мест произрастания борщевика Сосновского с помощью данных дистанционного зондирования».
7. «Изучение вопросов орнитологического обеспечения безопасности полётов в аэропорту Жуковский с помощью космоснимков».

Научно-технические проекты наших учеников космической направленности:

1. «Колонизация Марса» (марсианская база, 3D-моделирование и печать).
2. «ИНФОЛАЗЕР».
3. «Возможна ли жизнь на Марсе?» (создание аппарата для получения кислорода с помощью хлореллы).
4. «Воздушный старт» (летающий космодром, создание модели).
5. «Медико-биологический эксперимент в космосе и на Земле».
6. «Применение гибких солнечных панелей на КА».
7. «Разработка автоматизированного комплекса технического мониторинга обшивки обитаемых космических кораблей».
8. «Разработка модели детектора нейтрино на Энцеладе».
9. «3D-модель лунной базы».
10. «Создание взлётно-посадочного модуля в точке Лагранжа системы Земля — Луна из космического мусора».
11. «Разработка 3D-модели КА «Кашалот» для сбора космического мусора» и т. д.

Творческие космические проекты гимназистов:

1. «Создание макета образовательного парка «Школа юных космопроходцев».
2. «Разработка smart-одежды».
3. «Создание коллекция одежды «Сияние планеты» на основе космоснимков Олега Кононенко».
4. «Художественная обработка космоснимков» (выставка работ проходила на борту МКС в 2019 г.).
5. «Разработка и выпуск комиксов для младших школьников по истории отечественной космонавтики» и пр.

Самым ярким проектом прошлого года стал межрегиональный проект, о котором было много публикаций даже в иностранных СМИ. Две наши ученицы (11-й класс) в составе Проектной группы «РИСКСАТ» (в группу входили 8 школьников из Троицка, Тулы, Венёва, Дедовска, Гатчины, Санкт-Петербурга и Якутска, научный руководитель группы Кучейко А. А.) 9 июля 2020 г. совершили географические открытие — обнаружили новый остров в районе Северного острова архипелага Новая Земля. Открытие было сделано в режиме онлайн в результате обработки

спутниковых снимков. На новый остров была организована совместная экспедиция Русского географического общества и Северного флота, а в апреле 2021 г. юные открыватели получили памятные подарки — камни с открытого ими острова. Своё открытие школьники проектной группы посвятили памяти лётчика-космонавта СССР, Героя Советского Союза Германа Титова.

Размеры нового острова —  $410 \times 200$  м, площадь — 5,6 га, высота вместе с оставшимся ледяным покровом достигает 27 м. Координаты центра —  $75^{\circ} 33' 50,89''$  с. ш.,  $58^{\circ} 18' 14,76''$  в. д.

Изучая космическое пространство и свою родную планету, школьники получают не только новые знания и умения, знакомятся с наукоёмкими производствами и различными профессиями, получают опыт работы над проектом в команде, но и уже осознано выбирают свой дальнейший жизненный путь.



## НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ «МОНИТОР» НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВ В СТАНДАРТЕ КУБСАТ

В. В. Богомолов<sup>1,3</sup>, Г. И. Антонюк<sup>1,3</sup>, В. В. Бенгин<sup>1,2</sup>, Ю. Н. Дементьев<sup>1</sup>,  
И. А. Золотарев<sup>1</sup>, В. В. Калегаев<sup>1</sup>, А. А. Мутин<sup>1,3</sup>, О. Ю. Нечаев<sup>1</sup>,  
В. И. Оседло<sup>1</sup>, В. В. Радченко<sup>1</sup>, С. И. Свертилов<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына (НИИЯФ МГУ), Москва, Россия, bogovit@rambler.ru

<sup>2</sup> Государственный научный центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ-ИМБП РАН), Москва, Россия

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия

Целью научно-образовательного проекта «Монитор» стала постановка космического эксперимента по мониторингу радиации на двух малых спутниках типа кубсат с целью проведения научных исследований в области космической погоды, а также вовлечения школьников в космические исследования путём их участия в приёме, обработке и анализе данных измерений.

В ходе реализации проекта должны быть разработаны два взаимно дополняющих прибора — детектор космической радиации «ДеКоР-2», обеспечивающий мониторинг потоков электронов и гамма-квантов в диапазоне энергий 0,05–2,0 МэВ и комбинированный детектор космических излучений КОДИЗ, осуществляющий мониторинг потоков протонов и ядер с  $Z > 1$  с энергиями более 30–50 МэВ/нуклон. Предполагается установить эти приборы на двух космических аппаратах типа кубсат 3U — каждый на своём спутнике. Будучи установленными на КА, выводимых в ходе одного попутного запуска, они обеспечат мониторинговые измерения различных компонентов космической радиации на близких орбитах.

Прибор ДеКоР-2 является обновлённой версией прибора ДеКоР, успешно работающего на малых спутниках АмурСат, ВДНХ-80, Декарт и др. Он имеет эффективную площадь, увеличенную до 65 см<sup>2</sup>, что позволяет изучать не только захваченные и высыпавшиеся электроны, но и космические гамма-всплески различной природы. Составной сцинтилляционный детектор из 3 мм пластического сцинтиллятора и 9 мм CsI(Tl), просматриваемых сборкой кремниевых фотоумножителей (SiPM), позволяет отдельно регистрировать гамма-излучение и электроны, что очень важно для идентификации типов возрастных при проведении эксперимента на полярной орбите. Большая площадь детектора способствует не только улучшению чувствительности прибора, но и повышению его временного разрешения, которое определяется в первую очередь статистикой зарегистрированных событий. Данные будут накапливаться как в виде мониторинга (скорости счета в нескольких каналах), так и в виде подробной пособытийной записи. В состав прибора ДеКоР-2 включён дополнительный вычислитель, который будет использован для выборки наиболее интересных участков данных с целью передачи их на Землю в первичном виде.

Прибор КОДИЗ предназначен в первую очередь для обнаружения и исследования потоков частиц солнечных космических лучей, которые могут создавать дополнительную радиационную нагрузку на борту самолётов, пролетающих в полярных областях. В состав прибора КОДИЗ входят детекторы нескольких типов: черенковский детектор частиц с радиатором из оргстекла площадью ~11 см<sup>2</sup>, два детектора нейтронов с литиевыми стёклами и полупроводниковый телескоп из двух слоёв кремния по 300 мкм. Прибор будет регистрировать потоки

протонов и ядер с  $Z > 1$  с энергией больше 30–50 МэВ/нуклон в диапазоне от  $10^1$  до  $10^4$  частиц·см<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>, потоки протонов и ядер с  $Z > 1$  с энергией больше 330 МэВ/нуклон в диапазоне от  $10^1$  до  $10^3$  частиц·см<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>; поток тепловых и эпитепловых нейтронов в диапазоне от  $10^1$  до  $10^3$  нейтронов·см<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup>. На основе показаний детекторов прибора будет определяться мощность поглощённой дозы заряженных частиц космического излучения в диапазоне от  $10^{-8}$  до  $10^{25}$  Гр/с.

Важнейшая задача проекта — образовательная составляющая. Предполагается, что школьники будут привлечены к созданию электронных узлов приборов, в частности, к проведению их наземной экспериментальной отработки, к получению и систематизации калибровочных данных. В ходе осуществления самого эксперимента предполагается задействовать развёрнутые на базе школ из различных российских городов станции приёма данных. Школьники должны будут участвовать в пополнении баз данных, используемых для прогноза космической погоды, обработке и анализе данных, получаемых в ходе реализации космического эксперимента. Для этого в ряде школ будут созданы рабочие места, на которых будет организован оперативный доступ к наиболее актуальным данным, поступающим со спутников на серверы отдела космического мониторинга НИИЯФ МГУ. Сотрудники НИИЯФ МГУ и кафедры физики космоса физического факультета МГУ будут оказывать необходимую поддержку молодым участникам проекта в форме мастер-классов и консультаций, а также обучать учителей, организовывающих работу в конкретных школах.

Результаты космического эксперимента будут использоваться в учебном процессе студентов в качестве материала для лекционных и семинарских занятий, а также — в практикуме по обработке и анализу данных космических экспериментов. Такой практикум в течение многих лет проводит кафедра физики космоса физфака МГУ для студентов 3–4-х курсов. В 2020–2021 гг. к данным со спутника «Университетский-Татьяна», традиционно используемым в студенческом практикуме, добавились данные с приборов ДеКоР, проводящих измерения радиации на кубсатах ВДНХ-80 и Норби.

Отдельно следует отметить участие студентов в подготовке описанных выше космических экспериментов, в частности, работы будущих бакалавров и магистров физического факультета МГУ, связанные с настройкой и программированием узлов прибора КОДИЗ, с оптимизацией алгоритмов выделения гамма-всплесков на фоне вариаций потоков электронов в приборе ДеКоР-2, с калибровкой детекторов. Работа над полезными нагрузками спутников проекта «Монитор» происходит в рамках междисциплинарной научно-образовательной школы «Фундаментальные и прикладные космические исследования», организованной в МГУ имени М. В. Ломоносова по инициативе ректора.

## НАУЧНЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ ДВУХЛЕТНЕГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА СПУТНИКОВ «СИРИУССАТ»

В. В. Богомолов<sup>1,2</sup>, А. В. Богомолов<sup>1</sup>, Ю. Н. Дементьев<sup>1</sup>,  
В. Е. Еремеев<sup>1</sup>, Р. Н. Жарких<sup>3</sup>, А. Ф. Июдин<sup>1</sup>, В. И. Оседло<sup>1</sup>,  
М. И. Прохоров<sup>1,2</sup>, С. И. Свертилов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына (НИИЯФ МГУ), Москва, Россия, bogovit@rambler.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Физический факультет, Москва, Россия

<sup>3</sup> ООО «Спутникс», Сколково, Москва, Россия

Спутники «СириусСат-1» и «СириусСат-2» были запущены космонавтами с МКС 15 августа 2018 г. и успешно функционировали на орбите до входа в плотные слои атмосферы 9 декабря 2020 г. Работа по созданию этих спутников проводилась при активном участии школьников в ходе смены «Большие вызовы» образовательного лагеря Сириус в 2017 г., проработка методики космического эксперимента продолжилась там же летом 2018 г. Платформу для спутников, выполненных в стандарте кубсат 1U+, предоставила частная российская компания «Спутникс». Разработка полезной нагрузки, предназначенной для изучения космической радиации, проводилась под руководством сотрудников НИИЯФ МГУ. Ход работ по созданию спутников и первые результаты были доложены на конференции «Дорога в космос» в октябре 2019 г. и подробно изложены в опубликованных тезисах этой конференции [1]. В данной работе будут более подробно рассмотрены научные результаты космического эксперимента, в получении которых принимали участие студенты и школьники, а также использование данных миссии «СириусСат» для космического образования после её успешного завершения.

Многослойный сцинтилляционный детектор, установленный в качестве полезной нагрузки спутников «СириусСат» [2], осуществлял отдельную регистрацию заряженных частиц и гамма-квантов в диапазоне энерговывделений 0,3–3 МэВ. Он выполнен на основе оптически соединенных слоёв пластического сцинтиллятора и кристаллов CsI(Tl) и CsI(Na), просматриваемых двумя фотоэлектронными умножителями. Чувствительная площадь детектора составляет ~4 см<sup>2</sup>. Полезная нагрузка имеет собственную энергонезависимую память, в которую записывает научные данные в двух основных форматах: ежесекундный мониторинг, представляющий собой скорости счета детектора в нескольких каналах, и подробный формат «Массив», в котором запоминается энергии каждой зарегистрированной частицы или кванта, а также момент времени соответствующего взаимодействия с микросекундной точностью.

Орбита, на которую были запущены спутники «СириусСат», имеет наклонение ~52° и высоту ~400 км. С учётом этого основной научной задачей эксперимента является исследование вариаций потоков частиц в зоне высыпаний электронов между внешним и внутренним радиационными поясами Земли, в так называемой зоне «завора» [2]. Динамика поведения электронов в зазоре в значительной степени связана с их взаимодействием с ОНЧ волнами, возникающими во время грозовой активности в экваториальной области. Если такая точка зрения справедлива, то должна также наблюдаться и тонкая временная структура высыпаний на миллисекундном масштабе времени, сопоставимом со временем распространения сгустка высыпающихся электронов вдоль силовой линии магнитного поля. Проведение тонкого временного анализа для квази-захваченных и высыпающихся электронов в зазоре является одной из главных задач научной аппаратуры КА «СириусСат».

Для исследования описанных выше явлений требовалось получение непрерывных рядов данных как можно большей длины, относящихся

к интересующим исследователя областям. После завершения лётных испытаний, начиная с декабря 2018 г. сеансы связи для работы с полезной нагрузкой проводились регулярно силами сотрудников НИИЯФ МГУ с помощью дистанционного подключения к компьютерам ЦУП, расположенным в Сколково. До июня 2019 г. работа велась путём подачи необходимых команд оператором непосредственно во время сеанса связи. В последующее время, после доработки сотрудниками компании «Спутникс» программного обеспечения ЦУП, появилась возможность закладывать в компьютер ЦУП список команд и моменты времени их подачи заранее, в виде циклограммы для автоматического выполнения. Кроме удобства, связанного, например, с отсутствием необходимости проведения работ в ночное время, появилась возможность автоматизированного составления циклограмм с помощью программы, анализирующей поступившую с ПН информацию. Такая программа, написанная в НИИЯФ МГУ, определяет, какие из блоков данных были по тем или иным причинам потеряны, и составляет команды запросов на повторную передачу этих блоков, хранящихся в памяти прибора. В результате реализуется возможность эффективно, за несколько сеансов связи, передать на Землю ряд мониторинговых данных без пропусков, а также передать все без исключения события, записанные в формате «Массив», относящиеся к интересующему исследователя интервалу времени.

Следует отметить, что возможность дистанционного проведения сеансов связи была использована в ряде мастер-классов для школьников, во время которых вместе с лекциями на тему физических явлений, связанных с радиацией в околоземном пространстве, проводились демонстрации управления спутниками «СириусСат» в реальном времени. Более того, школьникам и студентам предоставлялась возможность самостоятельно запрограммировать автоматические сеансы связи. Например, такая работа была реализована осенью 2019 г. на форуме «Проектория» в Ярославле: группа учащихся должна была разработать циклограмму, в ходе которой полезная нагрузка должна была включиться в заранее рассчитанный момент времени для проведения измерений, после чего спутник должен был передать свежие данные, которые нужно было сразу проанализировать. Проведение подобной практики для старшеклассников стало возможным, поскольку система команд космических аппаратов «СириусСат» и их полезной нагрузки имела достаточную степень защиты от ошибочных действий: даже самые нелепые последовательности команд не могли привести к серьёзным сбоям в работе спутника.

Анализ быстрой переменности потоков электронов в области зазора стал предметом студенческой научной работы, по которой в начале июня 2021 г. на кафедре физики космоса физического факультета МГУ состоялась защита диплома бакалавра. В этой работе анализировались данные спутника «СириусСат-1», собранные в области зазора в событийном формате. Автор провёл проверку случайности наблюдаемых быстрых вариаций потока электронов методом RS-анализа, по результатам которой был сделан вывод об избыточной переменности потока в области характерных времён  $\sim 0,5$  с, наблюдавшейся в ряде случаев.

Ещё один уникальный научный результат эксперимента на спутниках «СириусСат» связан с тем, что их детекторы частиц оставались работоспособными вплоть до последнего дня миссии. Данные, собранные и переданные на Землю за 10 часов до входа спутника в плотные слои атмосферы, относятся к высоте  $\sim 200$  км. Они уникальны, так как космические аппараты на такие высоты не запускаются, при этом подавляющее большинство спутников, оказывающихся на подобных высотах в конце полёта, уже не способно проводить измерения. Предварительный анализ показывает постепенное уменьшение наблюдаемых потоков в области внутреннего радиационного пояса примерно на порядок при уменьшении высоты на 50 км. Аналогичные результаты получены также для внешнего пояса и областей квазизахвата электронов.

На сервере космической погоды НИИЯФ МГУ <http://swx.sinp.msu.ru> организован свободный доступ к данным спутников «СириусСат».

Пользователь может просмотреть временные ряды данных, относящихся к интересующему его периоду наблюдений, в графическом виде с выбранным усреднением, после чего получить эти данные в виде файла, содержащего показания прибора вместе с привязанными к ним географическими и геомагнитными координатами. Это не только облегчает научную работу всех заинтересованных лиц, но и позволяет проводить на базе «СириусСат» практические учебные занятия по работе с космической информацией и изучению физики космоса, опираясь на реальные данные. В весеннем семестре 2020 г. спутникам «СириусСат» была посвящена часть спецкурса «Планирование и проведение космофизического эксперимента на орбите» для студентов физического факультета МГУ. Накопленную информацию предполагается также использовать в специальном физическом практикуме, проводимом у студентов 3–4-х курсов. Подобная работа студентов различных вузов и школьников старших классов, интересующихся физикой космоса, помогает им получить практические навыки работы с космической аппаратурой и приобрести новые знания в области космической физики. Всё это способствует привлечению талантливой молодёжи к работам по освоению космоса.

## **Литература**

- [1] Богомолов В. В., Богомолов А. В., Дементьев Ю. Н. и др. Опыт научно-образовательной работы со школьниками на примере КА «СириусСат» // 1-я Всероссийская конференция по космическому образованию «Дорога в космос»: сб. тез. 2019. М.: ИКИ РАН, С. 56–60.
- [2] Богомолов В. В., Богомолов А. В., Дементьев Ю. Н. и др. Научно-образовательный космический эксперимент на спутниках «СириусСат-1, -2» // Вест. Московского ун-та. Сер. 3: Физика, астрономия. 2020. № 6. С. 125–134.

# МЕТЕОРОЛОГИЯ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА КАК ДИСЦИПЛИНА И ПРОФЕССИЯ

Р. В. Васильев<sup>1,2</sup>, И. В. Латышева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия  
roman.vasiliev@gmail.com

<sup>2</sup> Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

Перенос человеческой деятельности в ближний космос становится крупномасштабным явлением. Выход на рынок космических запусков частных кампаний привёл к значительному увеличению спутниковой группировки на околоземной орбите. Основное предназначение большинства спутников это связь, доступная в любой точке земного шара, но также значительна роль навигационных систем, систем наблюдения за поверхностью земли, и, конечно же, разнообразные научные исследования, связанные с геофизикой, астрономией, биологией и прикладными исследованиями материалов и технологий. Спутниковая продукция традиционно востребована научными и военными потребителями. На сегодняшний день совместное использование различных карт земной поверхности, возможности широкополосного доступа в интернет, спутниковое геопозиционирование и синхронизация устройств находят широкое применение в гражданской навигации и связи, агропромышленности, строительстве, учёте территорий и даже в досугово-развлекательной индустрии. Дальнейшее развитие спутниковых технологий неизбежно, поэтому актуальной на сегодняшний день задачей образования является обеспечение различных сфер производства и научной деятельности специалистами, способными как работать со спутниковыми продуктами, так и обеспечивать функционирование спутниковых систем.

Основными проблемами спутниковой группировки являются неконтролируемое нарастание вышедших из строя или выработавших свой ресурс космических аппаратов на рабочих орбитах и изменение окружающей среды, в которой находятся искусственные спутники Земли. В обоих случаях последствия выражаются в частичной или полной потере функционала в результате механических повреждений или изменении параметров орбиты аппарата. Контроль космического мусора является первостепенной задачей организаций, управляющих спутниковыми группировками.

Атмосфера Земли как непрерывная физико-химическая система целиком восприимчива к внешним, космическим воздействиям. Наиболее изменчива под действием солнечной активности верхняя атмосфера Земли, однако, вариации потоков галактических космических лучей под действием солнечного ветра, изменение глобальных температурных полей верхней атмосферы с последующим глобальным изменением её динамики и переноса малых компонент могут привести к значительным физико-химическим модификациям атмосферы Земли способных впоследствии повлиять на климат. Оценки степени такого влияния достаточно сложны, и являются в настоящее время предметом научных исследований, однако уже сейчас необходимо иметь о них представление и быть способным проводить оценки степени воздействия процессов подобного рода. Наконец значительное изменение состава верхней атмосферы могут вызывать химические компоненты, возникающие в результате разрушения космических аппаратов, что гипотетически может привести не только к возникновению химически агрессивной среды на высоте верхней атмосферы, но и нарушить существующий баланс химического состава верхней атмосферы с последующим изменением её температурного и динамического режимов.

В настоящее время существуют и разрабатываются методы и технологии для уменьшения вероятности столкновений и очистки рабочих орбит. Изменения среды считаются не такими значительными, однако



важность их неоспорима и многие организации затрачивают значительные средства для мониторинга «космической погоды» и минимизации последствий, связанных с её воздействием, как на спутниковые группировки, так и на наземные высокотехнологические системы. Таким образом, очевидно, что в скором времени будут востребованы специалисты, квалифицированные для работы в сфере мониторинга, анализа и предсказания космической погоды, оценки степени влияния космических факторов и предотвращения негативных последствий космической погоды.

Основные сферы знаний, которыми должны обладать такие специалисты это физика атмосферы Земли, взаимодействие атмосферы с солнечным ветром, распространение радиоволн в неоднородных средах, орбитальная динамика космических аппаратов. Кроме этого, для понимания взаимосвязей и оценки последствий такие специалисты должны хорошо ориентироваться в смежных областях, таких как спутниковая картография, геодезия и метрология, метеорология и гидрология, агро- и лесопромышленность, транспортные системы и сети, химия атмосферы и пр. В этой связи создание базовых кафедр в вузах при участии научных организаций, исследующих околоземное космическое пространство, является важным шагом в подготовке специалистов нового уровня, способных решать актуальные задачи совместных исследований околоземного космического пространства с процессами, происходящими на Земле.

В 2019 г. на географическом факультете Иркутского государственного университета по инициативе академика РАН Г. А. Жеребцова была создана базовая кафедра Института солнечно-земной физики СО РАН — кафедра метеорологии и физики околоземного космического пространства. Если ранее выпускники кафедры при выборе направления профессиональной деятельности были ориентированы в основном на запросы Росгидромета в области краткосрочного прогнозирования условий погоды для авиации, отраслей экономики и транспорта, то в настоящее время они имеют возможность полноценно заниматься научно-исследовательской и практической деятельностью на многочисленных объектах института солнечно-земной физики. С внедрением нового направления профессиональной деятельности естественно, что возникла необходимость в изменении учебного плана подготовки бакалавров и магистров с тем, чтобы студенты имели представления о сложных и многогранных процессах взаимодействия между различными слоями атмосферы. В учебный план добавились темы описывающие влияние стратосферы на тропосферную погоду и климат, химию атмосферных ионов, собственное свечение верхней атмосферы и др. Живой интерес у студентов вызывают лекции, посвящённые природе солнечных вспышек и геомагнитных бурь.

При прохождении производственной практики на базе геофизических обсерваторий Института солнечно-земной физики студенты могут не только получить практически навыки мониторинга структуры и динамики верхней и средней атмосферы на основе уникального в России радиофизического и оптического комплексов, но и стать очевидцем редких событий среднеширотных сияний в период магнитных бурь. Для тех, кому интересен всепогодный мониторинг солнечной активности, могут в научно-исследовательской деятельности использовать непрерывные данные радиоастрофизической обсерватории. Для прохождения учебной метеорологической практики институтом организован учебный полигон в уникальном для исследований атмосферных процессов регионе — п. Монды, который расположен в высокогорном районе Восточного Саяна в непосредственной близости от границы с Монголией. Имеющиеся автоматические метеорологические станции позволяют проводить ежеминутный мониторинг параметров атмосферы, подстилающей поверхности и потоков солнечной радиации и сравнивать полученные результаты с данными визуальных наблюдений на оборудованной метеорологической площадке с установленной психрометрической будкой и актинометрическим оборудованием.

В рамках учебного бюро погоды студенты совместно с преподавателями кафедры проводят еженедельный обзор синоптических процессов у поверхности Земли и процессов, происходящих на Солнце, а на основании выходных результатов численных моделей даётся прогноз земной и космической погоды, обсуждаются наиболее интересные ситуации, в том числе, связанные с проявлением солнечной и геомагнитной активности. Кроме того, кафедра активно сотрудничает с Иркутским планетарием, где студенты посещают лекции и самостоятельно проводят в даты ярких астрономических событий наблюдения на телескопах с привлечением широких масс общественности. В июне 2021 г. кафедра впервые провела Международную конференцию «Климатические риски и космическая погода», название которой отражает актуальность совместных исследований в изучении природных факторов изменений климата нашей планеты.

Для того чтобы быть конкурентоспособными для абитуриентов и будущих специалистов базовая кафедра ориентируется на современные тренды и перспективы развития гидрометеорологии в России и за рубежом: использование геоинформационных технологий, внедрение нового автоматизированного оборудования, программных средств анализа и обработки данных, выходных данных радиозондирования и спутникового мониторинга объектов атмосферы и гидросферы. Для решения оперативных задач анализа и прогноза погоды кафедра внедряет две широко используемые в прогностических подразделениях Росгидромета гидрометеорологические информационные системы — ГИС «Метео» (Москва) и ГИС «Океан» (Владивосток). Они позволяют проводить трёхмерный анализ динамики атмосферных процессов на основе большого количества исходных компонент, в том числе применяемых при изучении фронтальных и мезомасштабных атмосферных процессов, с построением вертикальных разрезов атмосферы, прогностических зондов. Для диагностики и прогнозирования опасных гидрометеорологических явлений совместно со специалистами фирмы МЭП Мэйкер проводится внедрение в учебный процесс перспективного в России и за рубежом изотропического анализа. Выходные данные НИЦ «Планета» и пакеты прикладных программ используются для дешифрирования космических снимков облачности, прогноза конвективных явлений и мезомасштабных конвективных комплексов с учётом орографических особенностей территории Сибири. Фактические и прогностические данные радиозондирования позволяют оценивать конвективную неустойчивость тропосферы, прогнозировать конвективные явления на основе реализованных методов и технологий. Несомненно, важной составляющей является обучение студентов навыкам программирования, работы с автоматическими метеорологическими комплексами и сложным геофизическим оборудованием. Все вышеуказанное является основой такой профессии будущего как «космический метеоролог», который способен в полной мере представлять какие физико-химические процессы и явления на Солнце и в околоземном космическом пространстве оказывают влияние на погодные и климатические аномалии у поверхности Земли. Как предсказывать их поведение и минимизировать негативные последствия, связанные с ними.

# АСТРОНОМИЧЕСКИЕ КРУЖКИ КАК ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ СОРЕВНОВАНИЯМ

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

<sup>1</sup> Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Москва, Россия, panther\_gatchina@mail.ru

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

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Тема космоса и космических исследований неразрывно связана с астрономией. Изучение астрономии в школе способствует не только формированию у учащихся научной картины мира, но и популяризации науки и научных исследований в области астрономии и космонавтики, привлечению молодёжи к работе в этих областях.

Путь астрономии в качестве школьного предмета выдался непростым. В начале 1990-х гг. астрономия исчезла из федерального компонента школьной программы и, таким образом, стала необязательным предметом. В скором времени 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 только в 2017 г. (приказ Министерства образования и науки РФ от 7 июня 2017 г. № 506). Однако новый ФГОС предполагает изучение астрономии только на базовом уровне в 10-11 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 ещё одной крупной астрономической олимпиадой, Московской (проводится с 1947 г.), эти мероприятия стали основными интеллектуальными соревнованиями для российских школьников в области астрономии и физики космоса.

Олимпиады по астрономии во многом способствовали сохранению и развитию школьного астрономического образования в России, так как привлекали к изучению астрономии ребят не только с «романтическими» интересами, но и тех школьников, которые интересовались физикой 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.

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, концепций обучения в которых является углублённое изучение астрономии (а также связанных областей физики и математики) через подготовку к участию в олимпиадах.

В докладе обсуждается методика проведения занятий в «олимпиадных» кружках по астрономии, а также плюсы и минусы такого подхода

в контексте популяризации астрономического и космического образования среди школьников. Проводится обобщение опыта работы олимпиадных кружков с точки зрения как преподавателя, так и составителя заданий и члена жюри астрономических олимпиад.

## КАК ИЗОЛЯЦИЯ ПОМОГАЕТ В ПОПУЛЯРИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

О. В. Волошин, М. С. Белаковский, Л. Л. Лекай

Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия  
pressimbp@gmail.com

Изучением вопросов, связанных с изоляцией (как она влияет на психику и физиологию человека), ИМБП занимается практически с момента своего основания — без малого 56 лет. Первый в мире изоляционный эксперимент длительностью в один год был проведён в ИМБП в 1967–1968 гг. (он известен под названием «Год в земном звездолёте»). Такие исследования важны для космонавтики, так как межпланетные полёты или работа на орбитальных/напланетных станциях изначально предполагают длительное нахождение группы людей в небольшом замкнутом пространстве. И именно человек становится самым уязвимым звеном космической миссии.

И хотя до пандемии 2020 г. тема изоляции редко поднималась в прессе, ИМБП регулярно освещал проведение изоляционных экспериментов в прессе. Самым известными стал в 2009–2011 гг. проект Марс-500 (<https://rg.ru/2011/11/04/mars-site.html>, <https://www.popmech.ru/science/12137-mars-500-zavershen-itogi-izolyatsii/>, <https://ru.wikipedia.org/wiki/Марс-500>), из недавних — второй этап международного проекта SIRIUS (SIRIUS-19), в рамках которого испытатели провели в изоляции 120 суток, закончился в июле 2019 г. (<https://habr.com/ru/post/444486/>, <https://scientificrussia.ru/articles/ekipazh-sirius-19-rasskazal-o-vpechatleniyah-posle-chetyrehmesyachnoj-izolyatsii>, <https://ru.rbth.com/read/382-russian-moon-experiment-sirius>, <https://www.mk.ru/science/2019/04/12/psikholog-unikalnogo-eksperimenta-sirius19-rasskazal-s-kakimi-problemami-stolknulis-uchastniki.html>)

Как только стало понятно, что в Москве на неопределённый срок вводят режим самоизоляции, к нам в институт стали обращаться журналисты из самых разных СМИ за комментариями. В этой ситуации пресс-служба ИМБП заняла активную позицию — мы не только отвечали на вопросы, но и сами предлагали темы и спикеров по различным актуальным направлениям.

Такой подход мы применяли адресно, напрямую работая с отраслевыми журналистами из основных информационных агентств России (ТАСС, Россия Сегодня, Интерфакс) и ряда наиболее читабельных газет (МК, Комсомольская правда, Российская газета). Такой способ оказался рабочим не только благодаря выигрышной позиции, в которой мы оказались (так как ИМБП был практически единственным авторитетным источником по теме изоляции), но и за счёт того, что мы действительно хорошо знали журналистов, с кем работаем. Знали, как они пишут, их качество текстов, их уровень профессиональной компетенции. Крайне важен был уровень взаимного доверия, благодаря которому мы могли получать тексты для вычитки до публикации, чтобы отлавливать опечатки и неточности.

Наши специалисты понятным языком рассказывали читателю, как вести себя в изоляции, чего ожидать, какие проблемы могут возникнуть с психологической и физиологической стороны (<https://www.kp.ru/daily/27107.5/4182525/>, <https://nplus1.ru/blog/2020/03/17/isolation-and-iss>, <https://ria.ru/20200327/1569225742.html>, <https://www.mk.ru/social/2020/03/29/sovety-psikhologa-pokoriteley-kosmosa-kak-ne-soyti-suma-na-karantine.html>, <https://tass.ru/obschestvo/8111677>). Ближе к завершению изоляции стали поднимать вопросы, связанные с возвращением к нормальной жизни (<https://ria.ru/20200513/1571329173.html>).

Из других тем, затронутых нами, было использование гелевых смесей для лечения и облегчения течения вирусной пневмонии (тема стала

актуальной после публичного Александра Чучалина о такой возможности), и вопросы, связанные с возможным внесезонным происхождением вируса COVID-19 (<https://www.interfax.ru/russia/705632>). В случае прогелий мы рассказали про наши давние разработки и исследования, связанные с использованием гелиевых дыхательных смесей в спортивной и баромедицине (<https://nauka.tass.ru/nauka/8318205>, <https://pushkino.tv/news/zdorove-ekologiya-priroda/169941/>). Разумеется, мы не смогли остаться в стороне от своей «базовой» космической темы, и рассказали об особенностях профилактики инфекционных заболеваний на борту МКС, и как проходила посадка экипажа МКС в особых эпидемиологических условиях (<https://www.mk.ru/social/2020/04/17/koronavirus-gazluchil-kosmonavtov-i-astronavtov-posle-prizemleniya-detali-posadki-soyuz-a-ms15.html>).

Хочется отметить, что в период самоизоляции ИМБП РАН был одним из тех организаций, которые продолжали работать. И не смотря на отсутствие возможности посетить ИМБП видеосюжетов с нашим участием стало не меньше, а больше, чем обычно. Одно из объяснений — ехать никуда не нужно, согласовывать группу, спикеры спокойно общаются в удобное для себя время, а тележурналистов начала устраивать запись Скайп или зум-интервью. Хотя все же несколько раз наши специалисты выезжали в студии — например, на Первый канал (передачи «Док-ток» <https://www.1tv.ru/shows/doctalk/vypuski/antivirusnyy-etiket-dok-tok-vypusk-ot-29-04-2020>, <https://www.1tv.ru/shows/doctalk/vypuski/koronavirus-domashnee-lechenie-dok-tok-vypusk-ot-08-04-2020> (с 41-й минуты), «Время покажет» <https://www.youtube.com/watch?v=ewG2q8ib0Uw> (с 57-й минуты), «Здоровье» <https://www.1tv.ru/shows/zdorove/vypuski/zdorove-vypusk-ot-12-04-2020> (с 37 минуты) или телеканал «Звезда» («Код доступа». «Специальный выпуск с Павлом Веденяпиным» <https://tvzvezda.ru/schedule/program-guide/202005142040-tyum7.html>).

Кроме прямого общения со СМИ, ИМБП РАН активно использовал различные онлайн-площадки для лекций. В течение 2020 г. было проведено более 42 лекций сотрудников ИМБП РАН, при этом, благодаря онлайн-формату, мы не ограничивались только российской аудиторией, выступая, в том числе на английском и французском языках. Среди площадок — TEDxPetrovkaStSalon, Cambridge Russian society (UK), лекторий «Курилка Гутенберга», сообщество «Космический Рейс», Mars Society convention (USA), НИУ ВШЭ, Летняя космическая школа, Информационные центры атомной энергии и др.

В целом за год вышло порядка 30 видеосюжетов, 4 радиозфера и более 400 публикаций в различных печатных и онлайн СМИ.



# **СОЗДАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ РАБОТЫ АКТИВНО-ПАССИВНОГО СТЫКОВОЧНОГО АГРЕГАТА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

**Р. И. Гайнутдинов**

Московский авиационный институт, Москва, Россия, ramil.012@mail.ru

## **Введение**

С 16 по 29 апреля в Центре по работе с одарёнными детьми Воронежской области «Солнышко» проводилась инженерная смена по космонавтике «Дорога к звёздам». Я был одним из организаторов этой смены и был в качестве преподавателя, ведущего направление «Стыковки космических аппаратов».

## **Цель проектной смены**

Целью проектной смены было познакомить детей с аэрокосмической отраслью, с задачами и трудностями, с которыми сталкиваются инженеры при создании сложного технического устройства. В рамках достижения этой цели с моей стороны школьникам 7–10-го класса было предложено создать стенд для демонстрации работы активно-пассивного стыковочного агрегата космических аппаратов.

На мой взгляд, такая задача для осуществления школьниками, была максимально приближена к разработке макета и действующего прототипа. Решение такого кейса включало в себя работу с электротехникой и схемотехникой, создание и сборку устройств в системах автоматизированного проектирования (САПР) с последующим воплощением разработанных элементов конструкции на 3D-принтере, а также знакомство с элементами системной инженерии.

## **Ход решения кейса**

В начале работы учащиеся разделились на две команды. Это нужно было для того чтобы симитировать два отдельных конструкторских бюро, работающих над одной задачей. Одно «конструкторское бюро» разрабатывало элемент стенда с активной частью стыковочного узла, другое — с пассивной. Несмотря на разделение задач, обе подгруппы параллельно осваивали знания и навыки, о которых писалось выше. Также такой подход позволил школьникам более осознанно подойти к созданию стенда, потому что каждый школьник понимал какую часть проекта он выполняет и как выполненная им работа встраивается в общую систему.

## **Итог**

Конечным продуктом инженерной смены, длившейся 14 дней, учащихся 7–10-х классов стал полностью рабочий стенд для демонстрации работы активно-пассивного стыковочного агрегата космических аппаратов. В ходе работы школьники освоили инженерные навыки, необходимые для создания данного макета, углублённо познакомились с историей разработок стыковочных узлов, применяемых и применявшихся на различных космических кораблях и космических орбитальных станциях, их функциями и назначением.

# ПРИМЕНЕНИЕ НАЗЕМНОЙ МОДЕЛИ НЕВЕСОМОСТИ «СУХОЯ» ИММЕРСИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНТЕГРАТИВНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗМА

Л. И. Герасимова-Мейгал, А. Ю. Мейгал, Н. В. Сиренева

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия  
gerasimova@petrsu.ru

«Сухая» иммерсия используется для моделирования условий невесомости, так как она воспроизводит основные факторы космического полёта, влияющие на организм человека [1, 2]. Для проведения сеансов «сухой» иммерсии используется комплекс МЕДСИМ, разработанный в ИМБП РАН (Москва) [1]. За счёт создания равномерной компрессии, безопорности и гипокинезии в организме испытуемого происходит перераспределение жидкости тела, изменение соматосенсорного афферентного потока, что создаёт характерные для невесомости эффекты в виде снижения мышечного тонуса и изменения кардиогемодинамики [1, 2]. Данный метод моделирования используется в космической медицине для изучения эффектов невесомости и разработки мер профилактики её нежелательных последствий.

Изучение реакции организма в условиях «сухой» иммерсии позволило транслировать данный метод космической медицины в реабилитационные программы пациентов с хроническими заболеваниями с целью коррекции повышенного мышечного тонуса и артериального давления, а также удаления избытка внеклеточной жидкости тела. Так, в наших исследованиях было показано, что повторные 45-минутные сеансы «сухой» иммерсии уменьшают некоторых моторные и немоторные симптомы у пациентов с болезнью Паркинсона [3–5], вызывают умеренный гипотензивный эффект [6].

В отличие от задач космической физиологии, в реабилитации ограничено использование продолжительных (многочасовых, многосуточных) сеансов «сухой» иммерсии. В наших исследованиях показано, что короткие 45-минутные воздействия достаточны для индукции основных острых эффектов невесомости и вполне переносимы испытуемыми с начальными стадиями болезни Паркинсона при соблюдении критериев отбора [6]. Вместе с тем, применение «сухой» иммерсии требует тщательной оценки состояния организма для прогнозирования его реакций в новых условиях.

Интегративный подход к оценке функции системы кровообращения, автономной регуляции, а также учёт сопутствующих заболеваний позволяет безопасно применять «сухую» иммерсию для реабилитации. С другой стороны, условия, моделируемые с помощью «сухой» иммерсии, позволяют изучать интеграцию разных физиологических систем, расширить понимание о функциональных резервах организма здорового человека и в условиях патологии. Современный подход к изучению функций организма позволяет также применять методы анализа больших данных для поиска взаимосвязей и значимых параметров мониторинга состояния организма в стандартизированных условиях «сухой» иммерсии.

## Литература

- [1] *Pandiarajan M., Hargens A. R.* Ground-Based Analogs for Human Spaceflight. // *Frontiers in Physiology*. 2020. V. 11/ Art. No. 716. DOI: 10.3389/fphys.2020.00716.
- [2] *Tomilovskaya E., Shigueva T., Sayenko D., Rukavishnikov I., Kozlovskaya I.* Dry immersion as a ground-based model of microgravity physiological effects // *Frontiers in Physiology*. 2019. V. 10. Art. NO. 284. DOI: 10.3389/fphys.2019.00284.

- [3] *Meigal A., Gerasimova-Meigal L., Saenko I., Subbotina N.* Dry immersion as a novel physical therapeutic intervention for rehabilitation of Parkinson's disease patients: a feasibility study // *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin.* 2018. V. 28. No. 05. P. 275–281.
- [4] *Meigal A. Yu., Tretjakova O., Gerasimova-Meigal L. I., Sayenko I. V.* Program of seven 45-min dry immersion sessions improves choice reaction time in Parkinson's disease // *Frontiers in Physiology.* 2021. V. 11. Art. No. 621198. DOI: 10.3389/fphys.2020.621198.
- [5] *Мейгал А. Ю., Третьякова О. Г., Герасимова-Мейгал Л. И., Саенко И. В.* Вертикальная ориентация в пространстве у больных паркинсонизмом при воздействии однократной «сухой» иммерсии и курса иммерсий // *Физиология человека.* 2021. Т. 47. № 2. С. 72–82. DOI: 10.31857/S0131164621020077.
- [6] *Gerasimova-Meigal L., Meigal A. Yu., Sireneva N. V., Sayenko I. V.* Autonomic Function in Parkinson's Disease Subjects across Repeated Short-Term Dry Immersion: Evidence From Linear and Nonlinear HRV Parameters // *Frontiers in Physiology — Environmental Aviation and Space Physiology.* 2021 (in press).

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

Л. В. Горбунова

Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа № 2 с углублённым изучением отдельных предметов, Фрязино, Московская обл., Россия, g.l.v.29@mail.ru

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 образования, нравственное воспитание и формирование исторического сознания, что достигается с помощью различных форм музейной деятельности, в том числе массовой научно-просветительской работы.

Целью создания и деятельности школьного музея является 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.

Музей обладает огромным образовательно-воспитательным потенциалом.

Экскурсия является одной из основных форм работы школьного музея с учащимися. Информация подаётся в разных формах, но основной акцент на её познавательность.

Важнейшая функция музея — это наглядность. В силу психологических особенностей человека этот метод является 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 первому залу, сосредоточенное изучение экспонатов.

Определяющим направлением в деятельности музея является 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.

Переходя во второй зал, мы попадаем на «лунную поверхность» — мягкое 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 наименований 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 экспозиции 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 частных, собирание 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 является 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 ФИРЭ РАН Ермаковым Дмитрием Михайловичем по теме «Лабораторные исследования возможностей 4-см 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 может 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 классе — «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 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 традиции — 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. Предстаёт 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.

## УВЛЕКАТЕЛЬНО О ПРОШЛОМ, НАСТОЯЩЕМ И БУДУЩЕМ РОССИЙСКОГО КОСМОСА

А. А. Григорьев

rusinvent@mail.ru

- С 2021 г., года 60-летия полёта в космос Юрия Гагарина — требуется активно популяризировать достижения советского и российского космоса для молодого поколения. Молодёжь ничего не знает об истории российской ракетной техники, об освоении Космоса советскими космонавтами и учёными и, тем более, о перспективных космических разработках в России.
- **Важнейшее условие:** популяризацию российского космоса нужно проводить увлекательно, т. е. познавательно и эмоционально. С использованием современных media и Internet-технологий. Иначе эта важная патриотическая тема будет отвергнута молодёжью. **Конкретные примеры увлекательной подачи** в СМИ и в просвещении я приведу и даже покажу.
- **Использование интерактивных методов** — главный и единственный путь продвижения современного эффективного космического образования.
- **Примеры успешной популяризации** космических знаний разного уровня в Красноярске:
  - **Online лекция-шоу Григорьева Андрея Александровича** для слушателей российского общества «Знание» «Космос для вас!»: <https://youtu.be/NBZhqlzDbeg>.
  - **Научно-образовательный проект «Космическая одиссея»** для студентов технических специальностей и молодых специалистов предприятий ракетно-космической отрасли. Автор проекта — лётчик-космонавт России, Герой России Александр Иванович Лазуткин. Организатор — Красноярское региональное отделение Союза машиностроителей России совместно с Автономной некоммерческой организацией содействия развитию детей и молодёжи «Космическая одиссея» при содействии Правительства Красноярского края и Госкорпорации «Роскосмос».
  - **Профориентационный проект «Малая космическая одиссея»** — для учащихся старших классов школ Красноярска и Красноярского края. Автор проекта лётчик-космонавт РФ, Герой России Александр Иванович Лазуткин. Организатор — Красноярское региональное отделение Союза машиностроителей России совместно с НКО «Дом науки и техники» Красноярска и Сибирским государственным университетом науки и технологий имени М. Ф. Решетнева.

# ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ И КОНКУРСЕ «БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ»

Ю. Н. Дементьев<sup>1</sup>, М. В. Черемисин<sup>2</sup>, А. Н. Горбачев<sup>3</sup>, Н. Д. Колесов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Лицей «Вторая школа», Москва, Россия, [dementiev@gmail.com](mailto:dementiev@gmail.com)

<sup>2</sup> ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия»  
имени С. П. Королёва», Москва, Россия

<sup>3</sup> Образовательный Фонд «Талант и успех», Москва, Россия

Программа «Большие Вызовы» проводится в Образовательном центре «Сириус» (создан Образовательным Фондом «Талант и успех» на базе олимпийской инфраструктуры в г. Сочи по инициативе Президента Российской Федерации В. В. Путина) с 2016 г. Учредителями конкурса «Большие Вызовы» являются Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Научно-технологический университет «Сириус» и Образовательный Фонд «Талант и успех». По результатам конкурса формируется ранжированный список участников по каждому направлению, согласно которому определяется список победителей и призёров заключительного этапа конкурса, а также список рекомендованных к зачислению на образовательную программу. В настоящий момент в конкурсе и программе выделяется 12 направлений, соответствующих различным технологиям, одно из которых — Космические технологии. Генеральным партнёром направления выступает Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос».

К участию в конкурсе приглашаются школьники 7–11-х классов, а также студенты 1–2-го курсов СПО и вузов (отдельный трек конкурса). Для участия в конкурсе необходимо подать заявку в системе «Сириус. Онлайн» и в срок, указанный организаторами соответствующего трека и этапа конкурса, загрузить в неё свою работу (текстовое описание и презентация проекта). Вся официальная информация о конкурсе размещена на сайте <https://konkurs.sochisirius.ru/>.

После подачи заявки обучающиеся проходят отборочные этапы конкурса в регионах (на базе региональных центров выявления и поддержки одарённых детей по модели «Сириус» <https://sochisirius.ru/regions-centers>) либо в дистанционном формате (для тех регионов, в которых не представлено направление, и для студентов). Успешно выступившие на региональных этапах приглашаются в заключительный федеральный этап конкурса. На этом этапе они могут обновить текст работы, после чего им предстоит пройти три тура (выполнение заданий — тестирование, оценка эссе и индивидуальное собеседование) для школьников либо индивидуальное собеседование для студентов.

Оценка работ участников проводится по единым критериям для отборочного и заключительного этапов всех треков конкурса. Она включает соответствие обязательным требованиям и формулу подсчёта итогового балла для исследовательских и для прикладных проектных работ. В части обязательных требований выделяется: оригинальность (в работе не должно содержаться значительных заимствований, новый текст должен составлять более 70 % от всего объёма), этичность (работа не должна нарушать морально-этические нормы или носить провокационный характер), здравый смысл/научность (полученные результаты не должны противоречить основополагающим законам природы, не должна наблюдаться очевидная лженаучность используемого подхода) и соответствие требованиям Положения о конкурсе (присутствует текст проекта и презентация, содержание презентации соответствует тексту проекта, текст работы содержит не более 15 000 символов, вклад заявителя в реализацию групповой работы чётко определен). Критерии для оценки исследовательских работ включают в себя: целеполагание, анализ области исследования, методику исследовательской деятельности, а также качество

полученного результата (имеет наивысший вес). Критерии для оценки прикладных проектных работ включают в себя: целеполагание, анализ существующих решений и методов, планирование работ, ресурсное обеспечение проекта, а также качество полученного результата (имеет наивысший вес). Самостоятельность и индивидуальный вклад в исследование (уровень командной работы) является множителем для перечисленных ранее критериев и может как повысить, так и понизить суммарную оценку. Оценка этого критерия проводится после собеседования очно (на региональных этапах) или с использованием видеоконференции (на заключительном этапе и при невозможности провести очную встречу на региональном этапе). Наиболее сложным является подбор экспертов для оценивания работ участников. Как правило, экспертами являются будущие руководители проектов на образовательной программе, а также методисты региональных центров. Так как большинство проектных работ школьников выполняется в группах из нескольких человек, важно в каждой работе, подаваемой на конкурс, сохранить описание постановки задачи и выбора используемых методов, а также провести декомпозицию результата, выделив индивидуальный вклад автора. Таким образом при проведении конкурса можно оценивать индивидуальные достижения каждого из соавторов работы, не проводя дополнительных конкурсных испытаний (предметных туров олимпиад). После публикации результатов конкурса на образовательную программу приглашаются участники с лучшей суммой баллов, согласно квоте доступных мест на программе (из расчёта 5–7 участников на каждый заявленный проект). Дипломы победителей и призёров выдаются при подведении итогов Всероссийского конкурса, и далее в ходе образовательной программы не проводится дополнительного соревнования между участниками или проектными группами.

Тематика работ, представляемых на конкурс, крайне широка. Так как направление «Космические технологии» является междисциплинарным, на конкурс подаются работы как технического, так и биологического, и естественно-научного профиля. Наиболее популярными темами являются: приём сигналов искусственных спутников земли и радиосвязь, задачи дистанционного зондирования Земли, проектирование малых космических аппаратов (в частности cubesat), изучение реактивного движения и ракетостроение, исследование возможности применения двигательных установок на малых спутниках, робототехника и конструирование роверов, задачи пилотируемой космонавтики, поиск переменных звёзд, футуристические проекты и многое другое. Зачастую успешность прохождения конкурса тесно связана с возможностью у участников для верификации своих идей. Это обусловлено с одной стороны существенным отличием условий (даже для ближнего космоса) от повседневного опыта, с другой стороны сложностью поиска профильной экспертизы. В студенческих работах, как правило присутствуют более зрелые гипотезы исследования однако структура обучения студентов младших курсов редко дает возможность для масштабной самостоятельной работы, в следствие чего работа часто наследуется из школьных проектов.

На конкурс в 2020/2021 учебном году по направлению космические технологии было подано 475 работ из 56 регионов (в 2019/2020 — 333). В заключительный этап прошли 95 участников, из числа которых 5 стали победителями и 15 призёрами конкурса. Так как эпидемиологическая обстановка в 2020 г. не позволила провести образовательную программу очно, получившие на неё приглашение участники попали на программы в 2021 г.: учащиеся 11-х классов были приглашены на заочно-очную программу (17 участников) 18–28 февраля (<https://sochisirius.ru/obuchenie/project/smena619/2998>) а остальные, вместе с победителями текущего учебного года на программу (всего 37 участников) 5–28 июля (<https://sochisirius.ru/obuchenie/konkurs/smena980/4721>).

В февральской образовательной программе партнёрами конкурса были представлены три проекта: Разработка космической лаборатории с дистанционным визуальным контролем (руководитель Веремчук В. А.,

Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королёва», Московский государственный областной технологический университет (МГОТУ)), Разработка технологии автоматической посадки возвращаемой крылатой ступени ракеты-носителя (Руководители Кокшаров Д. Е., Панасова Е. П., Кузнецов Ю. Л., Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», АО «НПО автоматики имени академика Н. А. Семихатова», АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения»), Создание системы для локального мониторинга облачного покрова по данным космической съёмки, (Руководитель Гершензон В. Е., Общество с ограниченной ответственностью «Лоретт»). На июльской программе было реализовано 7 проектов, часть из которых перенесены из программы 2020 г.: GASHOPPER — концепт аппарата для исследования Марса (Руководители Кузьмичев С. В., Бурцев И. В., Кротов Д. С., Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», акционерное общество «НПО Энергомаш имени академика В. П. Глушко»), Лунный скафандр XXI века (Руководитель Панасова Е. П., Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», АО «НПО автоматики имени академика Н. А. Семихатова», АО НПП «Звезда»), Видеонаблюдение для образовательных мероприятий на основе сферической панорамной камеры на внешней поверхности РС МКС. Система МКС-360 (Руководители Кузьмин А. В., Есаков А. М., Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королёва»), Разработка модели планетохода (Руководители Косенкова А. В., Горячев М. Ю., Шальнов А. И., Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», АО «НПО Лавочкина»), Синтез облика перспективной ракеты-носителя сверхтяжёлого класса для полётов к Луне (Руководители Щелгов Д. К., Фёдоров Д. А., Савельев С. К., Шлядинский А. Г., акционерное общество «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д. Ф. Устинова), Разработка модуля солнечного паруса для спутников формата cubesat (Руководители Храмова А. В., Коломейцев А. Ю., федеральное государственное бюджетное учреждение «Дальневосточное отделение Российской академии наук», Дальневосточный федеральный университет (ДФУ)), Взгляд с орбиты (Руководители Митрофанов Е. М., Сармин Э. Э., Батырев Ю. П., Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана).

Сокращённый очный формат февральской программы сочетался с предварительной заочной подготовкой. Кейсы образовательной программы разрабатывают представители предприятий космической отрасли и партнёры программы. Таким образом, школьники, успешно выступившие на конкурсе, распределяются на один из заранее опубликованных кейсов от партнёров программы. Возможность дистанционно выбрать один из предложенных кейсов и погрузиться в проблематику до приезда на очную программу оказалось очень удачным решением, это позволило сэкономить до трети учебного времени на июльской программе 2021 г. Время программы условно делится на три части, каждая из которых заканчивается проведением общего отчётного мероприятия. После первой трети участникам ставится вопрос — как они представляют для себя постановку задачи. Часто компетенции участников и материально техническое оснащение, имеющееся в наличии, может внести коррективы относительно первоначальной задумки. После второй трети участников просят описать предполагаемый образ результата своей работы и план-график выполнения завершённых, текущих и предстоящих работ. Это помогает задуматься над презентацией проекта заранее, выделить акценты и скорректировать слабые стороны работы, исходя из обратной связи экспертов. В финале программы традиционно проводится устная защита с презентацией работы и стендовая сессия с представлением полученных изделий и результатов (фестиваль). Каждый

проект представляется в двух форматах, с той разницей, что устная защита ориентирована в основном на приглашённых экспертов, а фестиваль проводится с участием школьников всех треков конкурса и прессы. Формат устной защиты проектов с использованием видеоконференции, испробованный ещё в июле 2019 г., успешно был применён в февральской и июльской смене 2021 г. Стендовые доклады февральской и июльской программ состоялись в июле, на общем финальном мероприятии. Вместо привычных печатных постеров для них был выбран формат представления в виде лендинга (одностраничного прокручиваемого сайта) на платформе tilda. Такой формат позволил сохранить результаты работы и представить их вместе с описанием изначальной задачи на странице смены.

В ходе реализации образовательной программы на ряду с теоретическими расчётами и компьютерным моделированием активно использовались лаборатории общего назначения, ресурсные центры прототипирования и схемотехники, а также мастерская «космические системы», оснащённая испытательным оборудованием. Следует отметить, что уровень изначальной технической грамотности учащихся, попадающих на программу, с каждым годом растёт. В этом, безусловно, есть заслуга реализуемых в регионах программ по поддержке технического творчества молодёжи.

Перед организаторами конкурса и образовательной программы «Большие вызовы» в первую очередь ставятся задачи развития интеллектуально-творческих способностей молодёжи, их интереса к научно-исследовательской деятельности и техническому творчеству, совершенствование навыков проектной и исследовательской работы, стимулирование интереса к естественным наукам, технике и технологиям, популяризация и пропаганда научных знаний. Проведение исследовательских и прикладных проектных работ среди школьников и студентов помогает в решении таких задач, а также помогает участникам определиться с выбором дальнейшей профессии.



## **СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА «ГОНЕЦ». СПУТНИКОВЫЕ КОММУНИКАЦИИ В ЛЮБОЙ ТОЧКЕ ЗЕМЛИ**

**М. Н. Диордиев, А. М. Панасов**

АО «Спутниковая система «Гонец», Москва, Россия, m.diordiev@gonets.ru

АО «Спутниковая система «Гонец» является единым оператором Госкорпорации «Роскосмос» по системам связи, вещания и ретрансляции. История компании неразрывно связана с историей отечественной космонавтики, являясь неотъемлемой её частью. Сегодня компания продолжает обеспечивать спутниковую связь различных типов с помощью многофункциональной системы персональной спутниковой связи (МСПСС) «Гонец» и многофункциональной космической системы ретрансляции (МКСР) «Луч».

Принципиальное различие между системами заключается в типе используемых орбит. Система «Луч» построена на геостационарной орбите, а «Гонец» — на низких круговых орбитах. Каждая из систем имеет свои достоинства и недостатки, по этой причине используются системы для разных целей.

Создание системы «Гонец» пришлось на период 90-х гг. XX в., когда возник повышенный интерес к подвижным спутниковым системам на базе низкоорбитальных космических аппаратов. Так, появилась потребность в обеспечении передачи связи, требующей меньшей задержки в канале связи и меньшей мощности приёмно-передающей аппаратуры. Требовалась также возможность размещения аппаратуры на разных объектах, в том числе подвижных. Помимо этого, новая система должна была стать ключевым звеном в доставке информации без потерь, даже в случае выхода из строя одного из космических аппаратов.

Система «Луч», в свою очередь, создавалась для того, чтобы обеспечить круглосуточную связь с космонавтами, и первый такой спутник был запущен за 2–3 месяца до запуска космической станции «Мир». Также система предназначалась для обеспечения двусторонней широкополосной связи с подвижными космическими, морскими и наземными объектами. Помимо обеспечения ретрансляции данных с космических объектов, сегодня система «Луч» обеспечивает ретрансляцию метеорологической информации с 620 необслуживаемых платформ сбора данных на региональные станции системы Росгидромета. Одной из самых важных и актуальных задач системы в наше время является также обеспечение ретрансляции сигналов с аварийных буйев в рамках международной системы поиска и спасения КОСПАС-САРСАТ. Наземный сегмент системы «Луч» включает в себя наземный комплекс управления (НКУ) и наземный комплекс обеспечения ретрансляции (НКОР).

В целом космическая ретрансляция как отдельное направление спутниковой связи сформировалось к началу 80-х гг. XX в., когда стали очевидны колоссальные возможности спутников на геостационарной орбите. С их помощью стало возможным предоставлять каналы связи для различных аппаратов на низких орбитах, включая ракетносители и разгонные блоки, обеспечивая их мгновенную связь с наземными станциями. И сегодня востребованность в космической ретрансляции остаётся очень высокой.

Возвращаясь к системе «Гонец», следует отметить, что в настоящее время орбитальная группировка системы включает 12 космических аппаратов «Гонец-М» и обеспечивает 100 % покрытие Земли. Наземный сегмент системы включает в себя: ЦУС (центр управления системой), обеспечивающий планирование, организацию и контроль эксплуатации системы и управление группировкой космических аппаратов (КА) «Гонец-М»; ЦУП (центр управления полётом), предназначенный для планирования управления, анализа и контроля состояния КА; ЦУСК (центр управления связным комплексом), предназначенный для эффективного

управления связным комплексом; ЦС (центральной станции), предназначенной для обеспечения выполнения задач по управлению связным комплексом и КА; РС (региональной станции), предназначенной для обеспечения доступа к спутниковым каналам при организации связи в регионе.

Сегодня сервисы системы «Гонец» внедрены в различные отрасли экономики. Так, они используются для мониторинга водного транспорта в целях повышения безопасности судоходства и контроля рыболовства при нахождении судов в районах мирового океана выше 75 градусов северной широты. Данные о местонахождении должны передаваться в региональный центр мониторинга через судовые станции «Гонец».

Спутниковую связь активно используют для мониторинга лесопромышленной техники. Здесь сервисы помогают оперативно передавать координатные данные о местонахождении подвижных средств, данные о техническом состоянии машин и прочие сервисные сообщения. Также важными направлениями, где используется система «Гонец», являются мониторинг транспортировки грузов, в том числе опасных, мониторинг добычи и транспортировки нефти и газа, метеорологический и экологический мониторинг, мониторинг промышленных объектов.

Помимо этого, АО «Спутниковая система «Гонец» разработана линейка мобильных абонентских устройств для экстренной связи. Персональный автономный модуль для двусторонней передачи информации из любой точки мира обеспечивает сбор и передачу телеметрической информации с различных носимых устройств, в том числе в условиях географически удалённых местностей.

В рамках Федеральной космической программы России на период до 2025 г. в настоящее время проводятся работы по созданию перспективной многофункциональной системы персональной спутниковой связи и передачи данных с космическими аппаратами на низких орбитах. В результате будет создана отечественная система для подключения транспортной отрасли, промышленности, государственного сектора, метеорологической, экологической, жилищно-коммунальной сфер и других к единому телекоммуникационному пространству на рынке IoT/M2M.

Также в рамках указанной программы проводятся работы по модернизации многофункциональной системы ретрансляции «Луч». В результате будут созданы новые КА «Луч-М5» на отечественной элементной базе с новыми функциональными возможностями. Это повысит эффективность управления и применения орбитальных группировок КА различного назначения.

В 2020 г. важным событием отрасли стало образование консорциума ведущих российских компаний во главе с АО «Спутниковая система «Гонец» по предоставлению спутниковых сервисов и интеллектуальных технических решений для беспилотного транспорта и роботизированных систем с целью консолидации возможностей и создания интегрированных геоинформационных, навигационных и телекоммуникационных сервисов. Новые сервисы позволят выполнять опасные виды работ без лишних рисков, облегчат доступ к различным данным и при этом смогут обеспечить высокую точность доставки информации и низкую стоимость, а также безопасность передачи данных.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКИХ И АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

В. В. Дмитриев, Т. Ю. Дмитриева

Омский государственный педагогический университет, Омск, Россия  
DmitrievWV@yandex.ru

В излагается и обобщается накопленный в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Омский государственный педагогический университет» (ОмГПУ) опыт использования результатов космической деятельности и астрофизического контента при организации подготовки учителей школ.

Для конкретизации и в силу ограниченности объёма публикации определим ограничения на рассматриваемый материал.

Первое. Излагаемый материал ориентирован на Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ и Государственные образовательные стандарты третьего поколения высшего профессионального образования. В современной кодификации:

- направление: 44.03.05 педагогическое образование (с двумя профилями подготовки);
- профили: физика и математика, физика и информатика, физика и технология;
- уровень образования: бакалавр.

В силу этого мы не рассматриваем учебные дисциплины, исключённые на сегодняшний момент из программ педагогической направленности: «Математическая физика», «Теоретическая физика (разделы)» и т. п. Также не рассматриваются программы и дисциплины магистерского образования, например «Современные проблемы науки».

Второе. Предлагаемый к рассмотрению материал ограничен факультетской и кафедральной принадлежностью:

- факультет: Математики Информатики Физики и Технологии (МИФиТ);
- кафедра: Физики и Методики Обучения Физике.

В силу этого мы не рассматриваем опыт работы с другими факультетами, например совместные занятия с факультетом иностранных языков по освоению специфической лексики (календарная, астрономическая...) или с историческим факультетом (мифология и астрономический контекст в истории) и т. д. Также не рассматривается взаимодействие с другими кафедрами факультета МИФиТ: например с кафедрой Информатики по предметно ориентированному использованию информационно-коммуникационных технических средств и технологий («Компьютерные и сетевые планетарии») и т. д.

Основной тезис данной работы может быть сформулирован следующим образом: использование результатов астрофизических и космических исследований в процессе преподавания различных дисциплин в современных условиях является безусловно актуальным, соответствует текущему уровню самосознания и научно-технологического развития нашей цивилизации. Обоснование данного утверждения можно провести по следующим трём пунктам (приведённый перечень не претендует на полноту) и коррелирует с попыткой ответа на вопрос: «зачем летать в космос?»

*Первое.* Решение вопросов глобальной и локальной (государственной) безопасности. Сюда входит: отслеживание общепланетарных угроз, мониторинг глобальных процессов и проблем, контроль и отслеживание выполнения договорных обязательств (разведка и ДЗЗ). Существенным

является и то, что при освоении космического пространства обычно соперничающие страны могут реализовывать совместные проекты, т. е. возникают «площадки» для кооперации взамен конкуренции. *Второе.* Научно-технологическое развитие и практическое использование результатов космической деятельности: ГНСС, спутники связи, метеоспутники, ДЗЗ, решение специфических задач материаловедения, получение сверхчистых веществ и, наконец, просто решение различных научно-исследовательских задач. *Третье,* это вопросы самоопределения, решение мировоззренческих вопросов и поиск путей дальнейшего развития (экспансии) человечества.

Перечисленные пункты обосновывают актуальность и безусловную желательность использования результатов космической деятельности и астрофизического контента при организации образовательного процесса, однако ни в коем случае не следует требовать обязательности подобного включения. Количественная доля используемого материала и форма его использования должны определяться индивидуальными особенностями педагога и обучаемых.

Перейдём к непосредственному описанию опыта включения и использования результатов космических и астрофизических исследований в учебный процесс педагогического университета. Перечислим дисциплины в которых, на наш взгляд, целесообразно использование космического и астрофизического контента.

1. Курс общей физики (разделы), 1–3-й курс.
2. Естественнонаучная картина мира, 2-й курс.
3. Основы вычислительной физики, 3-й курс.
4. Практикум по профилю подготовки, 3-й курс.
5. Информационно-коммуникационные технологии в области преподавания физики, 4-й курс.
6. Физика природных процессов, 4-й курс.
7. Астрономия, 5-й курс.
8. Курсовая работа по профилю (физика), 3-й курс.
9. Курсовая работа по методике профиля (методика физики), 4-й курс.
10. Выпускная квалификационная работа 5-й курс.

Дисциплины с первой по седьмую рассмотрим отдельно от последних трех, поскольку они отличаются организационного и технологически. Первые семь предполагают существенную долю аудиторной (или дистантной) работы под прямым контролем педагога. Дисциплины с восьмой по десятую предполагают по преимуществу самостоятельную деятельность обучаемых.

Первые семь дисциплин могут быть дополнительно разбиты на три группы в соответствии с основной методологией включения и использования космического и астрофизического контента

- Курс общей физики и Основы вычислительной физики.
- Практикум по профилю подготовки и Информационно-коммуникационные технологии в области преподавания физики.
- Естественнонаучная картина мира, Физика природных процессов и Астрономия.

Первая группа включает в себя различные разделы курса «Общей физики» (механика, молекулярно-кинетическая теория и термодинамика, электродинамика, оптика, физика атомного ядра и элементарных частиц, физика твёрдого тела) и курс «Основы вычислительной физики». Разделение и названия разделов курса Общей физики приведены в классическом виде и могут отличаться, например в нашем вузе Электродинамика разбита на два курса: «Электродинамика» и «Электромагнитные колебания и волны».

Для учебных дисциплин первой группы чаще всего характерно использование космического и астрофизического контента в качестве примеров и иллюстративного материала при изложении физических

закономерностей или реализации конкретных вычислительных процедур. Например, при рассмотрении методов численного решения дифференциальных уравнений можно использовать задачу из звёздной динамики, при рассмотрении оптических закономерностей возможно рассмотреть строение астрономических приборов. Такое использование можно отнести к категории желательного, но оно не является необходимым. Реже встречаются случаи, когда использование космического и астрофизического контента напрямую обосновано логикой изложения дисциплины. Например в курсе термодинамики при рассмотрении диапазона температур, существующих в природе невозможно обойтись без упоминания условий в звёздных недрах или на экзотических релятивистских объектах. В курсе электродинамики при рассмотрении вопросов формирования электрических и магнитных полей не обойтись без рассмотрения полей естественных космических тел.

Во вторую группу входят «Практикум по профилю подготовки» и «Информационно-коммуникационные технологии в области преподавания физики». Дисциплины данной группы имеют методическую направленность и направлены на развитие и совершенствование психолого-педагогических компетенций студентов. Проще говоря, студенты отрабатывают навыки учителя, который организует учебный процесс по физике в средней общеобразовательной школе. В качестве отчётных материалов по данным дисциплинам служат либо фрагменты занятий (уроков) по физике в рамках школьной программы, либо фрагменты реализации учебной деятельности по физике в школе с использованием информационно-коммуникационных технологий.

В качестве примеров использования космического и астрофизического контента можно привести следующие. При организации урока решения задач, направленных на усвоение закономерностей гравитационного взаимодействия (9-й класс) неизбежно использование в качестве примеров движение ИСЗ. В рамках дисциплины «Информационно-коммуникационные технологии в области преподавания физики» в качестве примера внеклассного мероприятия можно реализовать сетевую олимпиаду (викторину) школьников по космической тематике. Таким образом использование космического и астрофизического контента во второй группе дисциплин похоже на использование в первой выделенной группе. Отличие состоит в содержательной основе (использование не вузовского, а школьного уровня), видах реализации (создание предметно ориентированных фрагментов школьных занятий) а также в учёте возрастных психолого-педагогических отличий между школьниками и студентами.

Третья группа включает в себя следующие дисциплины: «Естественнонаучная картина мира», «Физика природных процессов» и «Астрономия». Следует отметить, что наличие и конкретное название дисциплин в разных вузах могут отличаться, наше рассмотрение основано на опыте, накопленном в ОмГПУ. Для дисциплин данной группы характерно прямое и обязательное включение космического и астрофизического контента в логику изложения материала, т. е. без такого включения невозможно построение учебного курса.

В рамках курса «Естественнонаучная картина» обычно рассматриваются следующие вопросы:

- Формирование астрономической картины мира: мифологический этап, становление научной астрономии, средние века, эпоха Возрождения, с середины 19 века по середину 20 века, возникновение астрофизики.
- Основные черты современной астрономии: связь меча и микро физики, модельность, проблема горизонта познания, всеволновость, эволюционизм, использование приборов на ИСЗ и др.
- Эволюция Вселенной в целом, космология. Варианты судьбы Вселенной, сравнение теории и эксперимента.
- Эволюция отдельных объектов и систем: галактики, звёздные скопления, звёзды, планеты.

- Релятивистские объекты. Связь астрофизики с квантовой и релятивистской физикой.
- Мировоззренческие проблемы современной астрономии: антропный принцип, проблема познаваемости, экзопланеты, астробиология, SETI.

Курс «Физика природных процессов» в ОмГПУ ориентирован на исследование биофизики (в основном на примере человеческого тела) и включает космический и астрофизический контент на заключительном этапе, когда рассматриваются условия существования белковой жизни во Вселенной. При этом выполняется оценка возможности существования биосферы земного типа и параметров гипотетических белковых организмов на экзопланетах, далее перечислены рассматриваемые вопросы.

1. Исследование временной зависимости лучевой скорости центральной звезды. Оценить: период обращения экзопланеты вокруг звезды, среднюю лучевую скорость звезды и амплитуду изменения лучевой скорости звезды.
2. Оценка орбитальных параметров, массы и плотности экзопланеты.
  - 2.1. Оценка размеров орбиты экзопланеты.
  - 2.2. Оценка средней орбитальной скорости экзопланеты.
  - 2.3. Оценка массы и плотности экзопланеты.
3. Оценка максимальных размеров живых существ гипотетической биосферы конкретной экзопланеты.
  - 3.1. Оценка напряжённости гравитационного поля на поверхности экзопланеты.
  - 3.2. Оценка максимальных размеров гипотетических живых существ.
4. Оценка теплового режима на поверхности экзопланеты и размеров зоны обитаемости в окрестностях центральной звезды системы.
  - 4.1. Оценка температуры на поверхности экзопланеты.
  - 4.2. Оценка границ зоны обитаемости в окрестностях центральной звезды конкретной экзопланетной системы.

Курс «Астрономия» в ОмГПУ имеет устоявшуюся структуру, соответствующую стандарту «де факто» (см. например учебник Бакулин П. И., Кононович Э. В. Общий курс астрономии, разные годы издания). Построение данного учебного курса без постоянного использования космического и астрофизического контента в принципе невозможно.

Перейдём к рассмотрению оставшихся трех дисциплин, основной особенностью которых является преобладание самостоятельной работы студентов: «Курсовая работа по профилю (физика)», «Курсовая работа по методике профиля (методика физики)» и «Выпускная квалификационная работа». Идеальной является ситуация так называемой «сквозной» тематической связки для конкретного студента, т. е. некоторая исследовательская задача на 3-м курсе рассматривается изначально исключительно с точки зрения вузовской физики, на 4-м курсе рассматривается методика изложения и реализация данной исследовательской задачи в рамках школьного курса физики. И, наконец, в рамках Выпускной квалификационной работы происходит апробация методических разработок в условиях реальной школы на производственной практике. К сожалению, в силу непостоянства состава студентов, такая схема не всегда может быть полностью реализована, тем не менее приведу успешный пример 2019/2020 учебного года.

Реальной космической основой для данной последовательности курсовых работ и ВКР послужил случай, произошедший на станции «Мир» и описанный в мемуарах космонавта Г. М. Гречко. В рамках курсовой 3-го курса по физике была с достаточной строгостью решена задача на реактивное движение тела космонавта в невесомости, реактивным двигателем выступала дыхательная система космонавта и его



лёгкие. При написании курсовой 4-го курса по методике физики данная задача была «оптимизирована» до уровня доступности школьникам, дополнена подобными биофизическими задачами на реактивное движение и разработано изложение темы «Реактивное движение» для физики 9–10-го класса. Апробация методической разработки была выполнена на производственной практике в городской школе, результаты были изложены при защите ВКР.

Таким образом, опираясь на опыт накопленный в ОмГПУ, можно утверждать, что использование результатов астрофизических и космических исследований в процессе преподавания различных дисциплин в современном вузе является возможным и актуальным. Практическая «привязка» теоретических вузовских дисциплин всегда вызывает встречный познавательный интерес со стороны студентов, что должно способствовать повышению качества образовательного процесса.

# 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, v.evseev43@mail.ru

Первые два десятилетия XX в. 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 общегражданского 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 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 современное развитие 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 веке, 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 науки и техники, культуры, 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 СПб Дворец творчества юных (бывший Дворец пионеров), система дуального профессионального образования в Германии.

Важнейшими направлениями реализации государственных программ развития экономики и промышленности применительно к образованию являются: 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:

- комплексным решением 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 детей 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 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 (НИР), опытно-конструкторских и технологических работ (ОКТР).
5. Передача молодёжи опыта и навыков в организации и проведении научных экспериментов, разработке и конструировании приборов, стендов, оборудования для их проведения, обработки экспериментальных данных, представлении 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 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 «Цифровизация», «Индустриализация-4.0», «Образование» и других. 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

является 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 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 и установлением новых творческих и деловых связей.

В настоящее время завершена подготовка всех необходимых официальных документов, регламентирующих деятельность ИКШ. Завершается подготовка программ занятий по нескольким направлениям, например, по малым космическим аппаратам и робототехнике. Приобретены многие образцы космической техники, позволяющей осуществлять конструкторские работы, создавать управляющие программные продукты и интегрировать их в реально действующие комплексы.

К сожалению, произошла некоторая задержка начала широкомащштабной работы Школы, которая вызвана пандемией коронавируса. Однако при благоприятном течении событий с этим явлением с 1 сентября этого года планируется начать формирование групп молодёжи для старта занятий.

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



## АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА МФТИ

Е. А. Ежова, И. Н. Завьялов, Н. А. Завьялова, А. А. Кузнецов,  
С. С. Негодяев, Е. В. Пыржев, Г. С. Щелик

Московский физико-технический институт (Национальный исследовательский университет), Москва, Россия, ezhova.ea@phystech.edu

В ходе обобщения данных по приёму в МФТИ школьников на специальности аэрокосмического профиля, при обсуждениях порядка формирования контрольных цифр приёма и анализа профориентационной работы с абитуриентами, было признано, что для формирования более целенаправленного и подготовленного к учёбе контингента обучающихся, нужно вовлекать школьников в дополнительные образовательные и мотивационно насыщенные мероприятия, отличающиеся от традиционных форм, таких как конференция школьников «Старт в науку», олимпиада «Физтех», дни открытых дверей и т. п. В процессе обсуждения студенческих активистов с дирекцией физтех-школы аэрокосмических технологий (ФАКТ) появилась и была поддержана идея о концепции и проведении в 2020–2021 гг. прикладной аэрокосмической олимпиады МФТИ для школьников старших классов.

Эта концепция предполагает введение в повестку и практику работ приёмной комиссии новый тип или вернее формат олимпиад для школьников, разработанный и применимый в рамках действующих ограничений по коронавирусу. Олимпиада проходит на первом этапе в режиме онлайн, занимает 2–3 месяца в текущем учебном году, задачи выкладываются на интернет-площадку олимпиады постепенно. Сначала школьникам предлагается решить их самостоятельно, потом начинаются обучающие лекции, и по мере прочтения лекций ценность задач уменьшается. Побеждает в олимпиаде тот, кто набрал больше баллов.

Задачи для олимпиады составляются на основе проблем, возникающих и обсуждаемых в реальных научных проектах, которые исполняются в молодёжных научных лабораториях школы ФАКТ. Далее с помощью инженеров и научных сотрудников постановки этих задач адаптируются для того, чтобы стать пригодными в обучении студентов младших курсов и школьников. И дальше эти задачи предлагаются к решению студентами. Со студентами в этом случае работает научный сотрудник, они обучаются работе в коллективе, и обучаются некоторому сопутствующему инструментарию. А далее уже студенты решают каким образом эту задачу поставить школьникам и как их обучать.

Как правило в задачах требуется элементарное владение прикладными математическими методами — умение решать задачи с помощью компьютера, умение работать с данными и различными форматами данных. Если изначально у студентов и школьников таких навыков нет, то они осваивают их в процессе работы над материалом обучающих лекций и при решении задач олимпиады.

### Пример задачи из Аэрокосмической олимпиады МФТИ 2020 г.

*19 августа 2020 г. российский космонавт разместил в своём twitter-аккаунте интересное видео ([https://twitter.com/ivan\\_mks63/status/1296030323806003205](https://twitter.com/ivan_mks63/status/1296030323806003205)). На 12 секунде данного видео отчётливо видны неопознанные объекты. Что это? арквеллианский линейный крейсер? Или тысячелетний сокол?*

*Известно, что снимок был сделан 14 августа 2020 г. в 16:39 по Гринвичу с МКС. В приложенном файле представлены координаты и скорости космических тел в 14:00 по Гринвичу того же дня. Координаты представлены в метрах, а скорости в метрах в секунду. Все данные представлены в системе отсчёта ECI. Координаты и скорость МКС представлены на 91 строке (0 ISS (ZARYA)).*

*Необходимо определить:*

1. Где располагалась МКС в момент съёмки?
2. В каком направлении был создан снимок? (Определить направляющий вектор в системе ECI.)
3. Какие космические объекты из перечисленных могли оказаться в кадре?

В этой задаче студенты и школьники работают с реальными данными измеряемых траекторных параметров из ЦУП ЦНИИмаш и базы данных NORAD. Также они учатся определять баллистические траектории, работать с разными системами отсчёта, численно интегрировать обыкновенные уравнения и определять относительное движение космических объектов.

Дополнительно в процессе работы студенты обучаются системам git и redmine и системам автоматического тестирования кода.

В результате реализации этого пилотного проекта физтех-школы аэрокосмических технологий МФТИ в 2020–2021 гг. удалось продемонстрировать школьникам и студентам младших курсов некоторые аспекты и особенности работы в аэрокосмической отрасли, а также создать интересное мероприятие-мотиватор для поступающих в вузы аэрокосмического профиля. В первом онлайн-этапе Аэрокосмической олимпиады МФТИ приняли участие 54 школьника из 27 регионов России и ещё трёх стран. Авторы 15 лучших работ были приглашены в МФТИ попробовать свои силы в нестандартных задачах очного этапа, а заодно познакомиться со студентами, кампусом и коллективом физтех-школы аэрокосмических технологий.

Материалы Аэрокосмической олимпиады размещались на специальном портале для абитуриентов МФТИ (<https://abitru.net/asolymp>), новости о продвижении олимпиады и результатах публиковались на сайте физтех-школы аэрокосмических технологий ([https://mipt.ru/education/departments/fakt/news/itogi\\_aerokosmicheskoy\\_olimpiady\\_mfti2](https://mipt.ru/education/departments/fakt/news/itogi_aerokosmicheskoy_olimpiady_mfti2)) и сайте конференции МФТИ (<https://conf.mipt.ru/asolymp3>), лекции и советы по решению задач так же публиковались на сайте конференции (<https://conf.mipt.ru/videos/3047>).

# **«СТРАТОСФЕРНЫЙ СПУТНИК» — ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА, В РАМКАХ КОТОРОЙ КУБСАТЫ ПОЛНОСТЬЮ САМОСТОЯТЕЛЬНО СОБРАННЫЕ И ЗАПРОГРАММИРОВАННЫЕ ШКОЛЬНИКАМИ ИСПЫТЫВАЮТСЯ В СТРАТОСФЕРЕ**

**Д. И. Ефремов**

ООО «Стратонавтика», Москва, Россия, reg@netwind.ru

НИИЯФ МГУ, Москва, Россия

ФКИ МГУ, Москва, Россия

Лаборатория «Стратонавтика», организаторы и партнёры программы «Стратосферный спутник» предоставляет учащимся школ, студентам среднего профессионального и высшего образования реальную возможность не только собрать свою функциональную модель спутника по современному стандарту малых космических аппаратов CubeSat, но и запустить её в стратосферу на высоту около 30 км над поверхностью Земли, где условия среды приближены к условиям на низких околоземных орбитах.

## **1. Основные положения.**

1.1. Всероссийская дополнительная научно-инженерная общеобразовательная программа «Стратосферный спутник» (далее — Программа) предназначена для команд учащихся школ, студентов среднего профессионального и высшего образования, и ориентирована на их вовлечение в инженерно-техническое творчество и передовые исследования в области стратонавтики и космонавтики, поддержку детских и молодёжных проектов под руководством взрослых наставников, а также получение учащимися передового практического предпрофессионального опыта в области аэрокосмической инженерии.

1.2. Основные формы реализации программы включают в себя:

- проведение лекций, семинаров, мастер-классов, консультаций, информационных и мотивирующих мероприятий;
- конкурсный отбор лучших новых и существующих проектных команд;
- предоставление отобранным на конкурсной основе командам экспертной поддержки, конструкторов моделей спутников и отдельных компонентов для реализации их проектов;
- сопровождение проектных команд в рамках этапов реализации Программы;
- предоставление возможности проведения лётных испытаний, разрабатываемых проектными командами образцов моделей спутников в стратосфере;

## **2. Цели программы.**

- Создание единой комплексной системы инженерной и научно-исследовательской подготовки школьников и студентов в аэрокосмической области и смежных областей для формирования нового поколения учёных, инженеров-конструкторов в области стратонавтики и космонавтики. Реализация Программы позволит проводить тестирование созданных аппаратов в рамках стратосферных запусков, что снизит входной порог участия и позволит отработать технические задачи для последующих запусков на низкие околоземные орбиты.
- Поддержка проектных команд учащихся, на длительной основе реализующих миссии малых стратосферных и космических аппаратов с намерением осуществления реального запуска.
- Поддержание у граждан Российской Федерации патриотизма и гордости за одно из наиболее значимых направлений в истории отечественных достижений;

- Формирование кадрового потенциала ракетно-космической отрасли.
3. Задачи программы.
- 3.1. Организовать конкурсную программу отбора команд школьников и студентов, которые разработают и изготовят проработанные и качественные стратосферные спутники с научной аппаратурой, экспериментами и бортовыми системами, позволяющую, в том числе:
- Выявлять команды школьников, заинтересованных в разработке собственных проектов космических или стратосферных аппаратов и их отдельных инженерных подсистем.
  - Мотивировать школьников и их наставников на формирование новых постоянно действующих проектных команд и получение достижимых измеримых результатов своей деятельности на ежегодной основе.
  - Предоставлять прошедшим конкурсный отбор проектным командам конструкторы моделей спутников и/или отдельные компоненты для реализации их проектов, методическую поддержку, возможность демонстрации своего потенциала и достижений, а также поиска новых участников, наставников и промышленных партнёров.
  - Предоставлять прошедшим конкурсный отбор проектным командам возможность проведения испытаний, разрабатываемых ими образцов в стратосфере в условиях, приближенных к орбитальным.
- 3.2. Обеспечить кружки, аэрокосмические классы, центры дополнительного образования и научно-технического творчества экспертной поддержкой, материалами для подготовки учащихся, реальными практическими кейсами, взаимодействием со специалистами ракетно-космической отрасли.
- 3.3. Выстраивать грамотную подготовку наставников с целью формирования их профильного сообщества и увеличения охвата школьников и студентов.
- 3.4. Вовлекать мотивированных школьников и студентов в процессы разработки стратосферной и космической техники, наземных станций приёма данных.
- 3.5. Формировать единое сообщество увлечённых аэрокосмической инженерией школьников и их наставников.
- 3.6. Формировать понимание учащимися того, что космонавтика — большая и интересная сфера, заниматься которой может каждый.
- 3.7. Повышать среди школьников и студентов авторитет науки, высокотехнологичных исследований, аэрокосмической и смежных сфер деятельности.
4. Результаты.
- 4.1. Результатами Программы станут:
- формирование и развитие проектных команд молодых исследователей стратосферы и космоса;
  - масштабная профориентация и привлечение талантливых школьников и студентов в вузы и на организации ракетно-космической отрасли;
  - команды, прошедшие конкурсный отбор, смогут продемонстрировать свои достижения и на практике испытать свой проект — осуществить стратосферный запуск в условиях, приближенных к космическим.
- 4.2. В рамках Программы участники приобретают следующие технические навыки и компетенции:
- основы конструирования аэрокосмической техники;
  - умение работать со стандартом спутников формата CubeSat;
  - навыки проведения комплекса испытаний собранного аппарата (вибродинамические, термовакуумные испытания);

- навыки изучения систем дальней радиосвязи;
- навыки создания собственной станции приёма телеметрии;
- умение анализировать собранные во время полёта научные и технические данные;
- навыки изучения строения атмосферы Земли;
- умение использовать ГЛОНАСС-GPS-приёмники для отслеживания траектории стратосферных спутников.

## 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> МАИ, Москва, Россия, zhukovaa@mai.ru

<sup>2</sup> ИПМех им. А. Ю. Ишлинского РАН, Москва, Россия

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 пробоин диаметром 1–2 мм [1]. При значительной площади в 2400 м<sup>2</sup>, а СБ МКС состоит из четырёх модулей [2], обследовать каждый из модулей площадью 600 кв. метров 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 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 [3, 4]. Уменьшение рисков космонавтов при работе в открытом космосе возможно путём применения роботов, которые всегда требуются в деятельности человека, связанной с невозможностью или опасностью выполнения работы. Идея применения роботов для инспекции была предложена компанией SRI International [5]. 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 [6], 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 МАИ с привлечением МЭИ, МФТИ и ИПМех 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 НИР, бакалаврские, магистерские и диссертационные работы:

- исследование и оптимизация кинематических схем движения шагающего микроробота;
- разработка новых кинематических схем перемещения микроробота по плоским и сложнопрофилированным поверхностям;
- исследование свойств материалов, способных реализовывать микроперемещение робота;
- исследование эффективности конструкции микроприводов робота в условиях космического пространства;
- исследование и оптимизация динамики движений микроробота по поверхности СБ МКС [7];
- 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».
- «Испытания измерительно-управляющих комплексов и их элементов».
- «Основы космической техники».
- «Системы наблюдения и мониторинга».
- «Управление роботами».

Для студентов, обучающихся в МАИ, МЭИ (НИУ) 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, путём использования космических микроботов.

## Литература

- [1] Мельников В. М., Матюшенко И. Н., Чернова Н. А., Харлов Б. Н. Проблемы создания в космосе крупногабаритных конструкций // Электрон. журн. «Труды МАИ». 2014. Вып. 78. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/> (дата обращения 19.03.2020).
- [2] Зернов А. С., Николаев В. Д. Опыт эксплуатации солнечных батарей служебного модуля международной космической станции // Косм. техника и технологии. 2016. № 1. С. 29–38.
- [3] Фетисов В. Космонавты загерметизировали вторую трещину на МКС и завтра убедятся, что утечка воздуха устранена. URL: <http://3dnews.ru/1034638/> (дата обращения 07.09.2021).
- [4] Мироненко В. МКС продолжает трескаться — новые изъяны обнаружались в самом старом модуле «Заря». URL: <https://satellitstvforum.info/-f320/-t5731-s410.html?sid=239c443f82f90a7f59a7ade61525bd2a#p237253> (дата обращения 25.09.2021).
- [5] Perline R. Microrobot Inspectors // SRI Intern. Prospects. SRI. 2009.
- [6] Болотник Н. Н., Градецкий В. Г., Жуков А. А., Козлов Д. В., Смирнов И. П., Черноусько Ф. Л., Чашухин В. Г. Мобильный микробот космического назначения: концепция и перспективы использования // Косм. исслед. 2019. Т. 57. № 2. С. 132–138.
- [7] 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. 24–26 Aug. 2020, Moscow, Russian Federation: proc. Clawar Association Ltd., 2020. 440 p. P. 247–252. URL: <https://doi.org/10.13180/clawar.2020.24-26.08.id#> (дата обращения: 07.09.2021).

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ФИЗТЕХ-ШКОЛЫ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ МФТИ

Н. А. Завьялова, Е. А. Ежова, И. Н. Завьялов, А. А. Кузнецов,  
С. С. Негодяев, Г. С. Щелик

Московский физико-технический институт (Национальный  
исследовательский университет), Москва, Россия, zavialova.na@mipt.ru

В учебно-научных подразделениях ФАКТ (физтех-школы аэрокосмических технологий МФТИ) ежегодно по заказам отраслевых институтов ГК Роскосмос, по грантам Минобрнауки, РФФИ, ФПИ и других ведомств выполняется более двух десятков НИОКР и проектов, посвящённых различным аспектам разработки космических электронных приборов, полезной нагрузки для КА, а также разработке программного обеспечения для моделирования и управления космическими аппаратами.

Для аттестации за выполнение научной работы (обязательного раздела учебного плана начиная с третьего курса) студенты нашей аэрокосмической школы в каждом семестре получают от своего персонального научного руководителя задачу в рамках одного из исследовательских проектов, проводимых в лабораториях ФАКТ. Особенностью в обучении современных студентов является общепризнанный факт информационной доступности через Интернет любых знаний, и поэтому главной задачей является обучение студентов навыкам самостоятельной научной работы по добыче новых знаний и созданию на их основе новых технологий, изделий и сервисов.

Преподаватели нашей школы — это, как правило, активно работающие в науке учёные, которые могут препарировать научные проблемы в учебно-методические задачи для лекций и семинаров, закрепляющие представление о том или ином современном научном направлении и дающие студентам навыки решения реальных задач в учебной форме.

Для иллюстрации высказанных положений в рамках настоящих тезисов мы ограничимся рассмотрением одного из примеров сочетания исследовательской и образовательной деятельности в проекте «Интеграл-Д», выполняемого в интересах Фонда перспективных исследований. Проект посвящён созданию программного комплекса для моделирования и проектирования много-спутниковых группировок. В рамках проекта должна быть разработана открытая архитектура сложнейшего программного комплекса и линейки входящих в него расчётных модулей. В двух лабораториях школы ФАКТ, выполняющих проект, на должностях младших научных сотрудников, инженеров и техников в настоящее время трудоустроены около 30 студентов и аспирантов. По мотивам работы над проектом «Интеграл-Д» нашими специалистами были разработаны дополнительные материалы для читаемых лекций и задачи для самостоятельной работы.

Ниже по тексту мы приводим несколько примеров использования решённых научных задач в учебном процессе.

А. Была разработана оригинальная система верификации методов численного интегрирования уравнений баллистики. Она включала в себя тесты на скорость, точность вычислений, консервативность и устойчивость. И по этому направлению был наработан существенный объём учебно-научных материалов по методике тестирования, требованиям к интеграторам и самим тестам.

В рамках физтеховского курса вычислительной математики есть раздел, посвящённый дифференциальным уравнениям. В курсе рассказывается про основы интегрирования одношаговыми и многошаговыми методами, а также даётся представление о вложенных методах. И вот, используя методы Дорманда-Принса 4(5), классическую схему Рунге-Кутты и метод Эйлера, студентам в рамках семинаров и самостоятельной

работы предлагается попробовать «одолеть» один из тестов — «Орбита Аренсторфа» для проверки возможностей численного интегрирования и практического определения отличий в работе различных и применяемых в профессиональном сообществе интеграторов.

**Б.** Поскольку интегратор определяет значения координат и скоростей в конкретном наборе точек, а при вычислениях обычно значения нужны не только в этих, но и в других точках, был наработан инструментарий для интерполяции траектории методом Лагранжа, сплайнами и усреднения Кеплеровых траекторий.

Студентам также в рамках курса вычислительной математики предлагается попробовать разные методы, сравнить их по точности расчётов и скорости и далее решить задачу об интерполяции параметров атмосферы, используемых в баллистических расчётах, от выбора системы координат в которых происходит интерполяция до выбора метода и определения качества результатов.

**В.** Также в курс вычислительной математики, читаемый для студентов 3-го курса ФАКТ, теперь включены дополнительные разделы о вычислениях с конечной точностью и машинном нуле. А также о машинной ошибке, которая вызывается округлением значений и ростом константы Лебега. Для более чёткого понимания преподаватели рекомендуют студентам рассмотреть эти вопросы на практическом примере, в котором можно суммировать гармоники гравитационного потенциала, представленного рядом из сферических функций и функций, зависящих от расстояния, в разном порядке.

# КОСМИЧЕСКОЕ РАДИО ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ КАК ОСНОВА ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ

А. Н. Зайцев<sup>1,2</sup>, Д. А. Александров<sup>1</sup>, Д. Ю. Крутов<sup>1</sup>, А. С. Соколов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Фонд «Байтик», Москва, Россия, [www.bytic.ru](http://www.bytic.ru),

<sup>2</sup> Институт космических исследований, Москва, Россия  
e-mail: [space-edu@mail.ru](mailto:space-edu@mail.ru)

В работе приведён опыт занятий со школьниками по направлению космическая физика, космическая связь и информатика на основе данных по наблюдениям радиоволн в космосе естественного и искусственного происхождения. Кроме вводной информации к предмету образования, даны ссылки на простые приборы для наблюдений за состоянием космической среды типа магнитометров и приёмников электромагнитных волн, возникающих в верхней атмосфере, в том числе во время грозовой активности, магнитных бурь и полярных сияний. Приведены ссылки на учебные проекты по космическому радио в России и за рубежом. В заключение приведены сведения по образовательным проектам с использованием радиолобительских спутников типа КубСат и радиолобительской связи через Луну.

## Введение

Со времени изобретения радио человечество обнаружило, что радиоволны несут информацию об окружающей среде. К началу космической эры (4 октября 1957 г.) благодаря достижениям в радиоастрономии были получены важные сведения о космосе. Но настоящий прорыв произошёл после того, как в космос был направлен первый «Спутник № 1», на борту которого был установлен приёмник и передатчик. Сигналы советского Спутника услышал весь мир, тысячи радиолюбители проводили регистрацию сигналов из космоса. Проф. Я. Альперт [1] первым предложил использовать сигналы спутника для диагностики космического пространства и определения свойств ионосферы. С началом космической эры большое внимание уделялось физике ионосферы, а затем и наблюдениям за состоянием космической среды радиометодами. Особое внимание было уделено ОНЧ-волнам, генерируемым грозowymi разрядами. До сих пор эта область знаний расширяется и представляет собой большое поле для исследователей.

Развитие методов и техники космических исследований привело к распространению знаний и навыков космической связи среди широкой публики. Тысячи энтузиастов радиолюбителей принимали сигналы первого спутника, а затем сами вышли в космос с радиолобительскими спутниками, см. [www.amsat.org](http://www.amsat.org). Первый любительский спутник был запущен 12 декабря 1961 г., весил около 5 кг и повторил эксперимент на КА «Спутник-1».

В СССР первые любительские спутники РС-1 и РС-2 были запущены 26 октября 1978 г. из Плесецка попутным запуском с аппаратом «Космос-1945». В настоящее время лаборатория космической техники ДОССАФ в Калуге успешно готовит радиолобительские спутники, очередной спутник серии РС готовится к запуску под юбилей г. Калуги — 650 лет.

Сейчас на орбитах вокруг Земли работают несколько десятков радиолобительских спутников, созданных студентами вузов и радиолюбителями. Особое внимание привлекают микроспутники для науки и образования, создаваемые студентами. В 2000 г. был запущен российско-австралийский микроспутник «Колибри-2000», <http://www.iki.rssi.ru/kolibri/missija1.htm>. Затем последовал микроспутник «Чибис», [chibis.cosmos.ru](http://chibis.cosmos.ru), и «Юбилейный» (РС-40) <http://sat.sibsau.ru/index.php>, запущенные в 2012 г. В настоящее время ведущие вузы России имеют программы по запуску микроспутников, причём акцент делается на использование

стандартных наборов типа кубсат. В течение 2021 г. ожидается запуск более 500 кубсатов, см. [www.nanosats.eu](http://www.nanosats.eu).

Таким образом, имеются широкие возможности развития программ дополнительного образования с использованием средств космической связи, доступной даже на уровне старшей школы. Цель настоящего доклада представить примеры учебных и образовательных проектов под общим названием «Космическое радио для школьников».

В лекции использован личный опыт авторов при проведении занятий в школах Троицка за период 1990–2020 гг. Основой работы и занятий служил Центр космической связи на базе коллективной любительской радиостанции, о текущей работе рассказано на сайте [www.rk3b.ru](http://www.rk3b.ru), информация за предыдущие годы на сайте <http://rk3dxb.narod.ru>.

## **1. Сигналы спутников**

### **1.1. Сигналы метеоспутников**

Над нами непрерывно летают спутники — в любое вечернее время сразу после захода Солнца на небе можно увидеть целую флотилию спутников, движущихся в разных направлениях. Большие спутники видны невооружённым глазом — например метеоспутники NOAA, которые в реальном времени непрерывно передают изображения земной поверхности на которых хорошо видны облака. При безоблачном небе легко различимы крупные детали на поверхности — города, реки, дороги, леса, поля и т.д. Снимки со спутников NOAA для любого региона Земли обновляются более десяти раз в день, см. сайт <http://www.hobitus.com/noaa/preview/>. В ИКИ РАН имеется отдел «Исследования Земли из Космоса», <http://www.iki.rssi.ru/asp/>, где собраны данные ДЗЗ по многим спутникам применительно к научным и практическим задачам. Сигналы спутников NOAA используются как учебный материал, приём сигналов на частоте 137 МГц можно вести на простейшую аппаратуру, описание которой во многих вариантах имеется в сети Интернет. Для школ в России предлагается несколько вариантов техники приёма данных спутников ДЗЗ. Фирма Лоретт из Сколково <https://lorett.org/> производит технику, проводит учебные курсы и конкурсы среди школ, осваивающих ДЗЗ. В предыдущие годы был разработан набор учебных программ «Космические образовательные технологии» учителями в школах Москвы и Калуги под руководством проф. М. А. Шахраманьяна. В настоящее время идёт продолжение этих работ на сайте ИНТа — <http://www.int-edu.ru/kosm/>.

## **2. Естественные космические излучения**

### **2.1. Регистрация ОНЧ-излучений от гроз**

Развитие техники позволяет реализовать наблюдения за радиосигналами, окружающими Землю и приходящими к нам как из ближнего космоса, так и из далёких космических глубин. В первую очередь доступны сигналы, возникающими в грозовых разрядах. Частоты излучений от гроз различают по диапазонам: УНЧ (ULF) — ультранизкие частоты — 3–30 Гц, КНЧ (ELF) — крайне низкие частоты — 30–3000 Гц, ОНЧ (VLF) — очень низкие частоты — 3–30 кГц. Для регистрации ОНЧ волн подходит приёмник в виде простого НЧ-усилителя и рамочной антенны, подключённый к компьютеру через звуковую карту. Для студентов и школьников в Стенфорде при Солнечной обсерватории <http://solar-center.stanford.edu/> реализован проект SID — Sudden Ionosphere Disturbance — <http://sid.stanford.edu/>, регистрация глобальных возмущений ионосферы по регистрации сигналов навигационных передатчиков ОНЧ-диапазона. По всему миру работают более 1000 таких программ, три из них в России. Эти измерения позволяют следить за космической погодой в реальном времени.

### **2.2. Регистрация космических радиоволн на КВ-диапазоне**

Кроме ОНЧ-диапазона радиоволн используется КВ-диапазон, где можно обнаружить радиоизлучение Солнца, Юпитера и ярких звёздных радиоисточников. С 1999 г. в НАСА разработан образовательный проект —



Radio Jove — Planetary Radio Astronomy for Schools. Основа проекта — КВ-радиоприёмник на 20 МГц и пакет программ обработки данных на компьютере. В основе конструкции SDR-приёмник, пакет программ обработки данных ориентирован на опыт любительской радиоастрономии в Society of Amateur Radio Astronomers <http://Radio-astronomy.org>.

### **3. Любительская космическая связь**

#### **3.1. КВ-связь**

Радиолюбители являются активными пользователями космической связи. Радиоволны в диапазоне от 01 до 30 МГц имеют свойство отражаться от ионизированных слоёв ионосферы на высотах от 100 до 400 км. И таким образом распространяться существенно дальше видимого горизонта. В принципе при определенных условиях возможна связь на многие тысячи километров. Долгое время рекордом дальности связи была связь, проведённая Э. Кренкелем, радистом полярной станции бухта Тихая на Земле Франца-Иосифа, с экспедицией адмирала Берда в Антарктиде по трассе более 20 000 км. Это было в 1929 г. С тех пор техника связи настолько улучшилась, что такие дальние связи не редкость и их проводят многие тысячи радиолюбителей. Вместе с тем КВ-связь по-прежнему нужна армии и флоту, и используется в промышленности. При этом качество и характер КВ-связи зависят от солнечной активности, что является подтверждением её космического характера.

#### **3.2. УКВ-связь**

Кроме КВ-связи успешно развивается дальняя связь на УКВ-диапазонах. Первый пример — связь через радиолулюбительские спутники на УКВ-диапазонах — частоты 144, 430, 1290 и 2400 МГц. На спутниках установлены ретрансляторы и сигнал с земли через спутник может быть принят на расстояниях в тысячи километров. На сайте [www.amsat.org](http://www.amsat.org) имеется обширная литература по спутниковой связи, ведётся лента новостей по всем радиолулюбительским спутникам, даны технические требования к наземной аппаратуре и т.д. Кроме того имеется отдельный раздел по связи с МКС, в том числе для школьных радиостанций, программа Amateur Radio on the International Space Station (ARISS). За время полёта МКС несколько сот школ во всех странах провели связи с космонавтами, что является основой многих образовательных программ развивающих интерес школьников к космосу. Материалом для уроков может служить статья проф. И. Биленко, МГУ, R5B1, «Сверхдальние связи на УКВ: там, за горизонтом», в которой чётко рассказано про разные типы УКВ-связи, <http://www.vhfdx.ru/vidyi-ukv-svyazi/sverhdalnie-svyazi-na-ukv-tam-za-gorizontom>.

#### **3.3. УКВ-связь через Луну**

После успешных полётов кораблей Аполлон в 1969 г., человечество спустя 50 лет начинает новый этап её освоения. Обсуждается вопрос создания лунных баз и окололунной космической станции, которая будет работать как космопорт для полётов на Марс. США, Европа, Китай, Индия, Япония подготовили новые спутники для посадки на Луну. Очевидно что «космический» эфир будет занят радиосигналами с Луны, которые будут доступны радиолулюбителям как это было при запуске первого Спутника. Очевидно, что вся эта информация может быть привлекательной для теперешних школьников, которые будут свидетелями и участниками космических полётов на Луну и на Марс после 2025 г. На сайте НАСА имеется много новых сведений для учебных проектов <https://solarsystem.nasa.gov/>.

Как известно, Луна может служить отражателем радиосигналов. В последние 20 лет любительская УКВ-связь через Луну из экзотического увлечения превратилась в массовое хобби. Этому немало способствовал известный физик из Принстона, лауреат Нобелевской премии 1993 г., Джо Тейлор, его позывной K1JT. Он автор программ цифровой связи в том числе через Луну. Технические аспекты радиосвязи через Луну хорошо представлены на сайте [www.vhfdx.ru](http://www.vhfdx.ru).

### 3.4. УКВ-связь с МКС на любительской школьной радиостанции

Со времени пилотируемых полётов на станции МИР в 1985 г. была установлена радиолюбительская станция. Все космонавты проходят 40 часов курса любительской связи и используют эту связь для образовательных программ. В настоящее время на МКС — Международной космической станции астронавты довольно часто проводят связь со школами в разных странах. Благодаря этому имеется возможность провести «живую» радиосвязь с космонавтами. На МКС работают две радиолюбительские станции: позывные сигналы NA1SS — RS01SS, данные каналов связи — Voice Uplink 145.200 MHz — Downlink 145.800 MHz Repeater Uplink 437.800 MHz Downlink 145.800 MHz, Packet Columbus 437.550 MHz, Svesda 145.825 MHz. Все космонавты имеют свои личные позывные и как правило проводят много сеансов связи в свободное время (правда, такого у них мало!). Поэтому имеется международная программа координации школ, желающих провести связь с МКС — <http://www.ariss.org>. Технические подробности на сайте программы ARISS здесь: <http://www.amsat.org/amsat-new/ariss/>.

По поводу самой МКС и уроков из космоса рекомендуем посетить сайт Роскосмоса: <http://www.federalspace.ru/> и скачать фильм «Наш дом — Земля».

### 4. Школьная коллективная радиостанция

Организация в школе радиолюбительской станции открывает совершенно новые перспективы освоения тематики космических исследований — от географии, физики, астрономии, — до инженерии, информатики, иностранных языков, цифровой связи и всех прочих наук. В первую очередь за счёт освоения учебных программ, уже представленных и разработанных в школах по направлениям естественных наук — STEM. Масса видеоуроков на сервере ю-туб в том числе от космических агентств НАСА, ЕКА, ИСРО и т.д. Союз радиолюбителей России <https://srg.ru/> ведёт много программ в том числе для школьных радиостанций. Для начала следует найти квалифицированного радиолюбителя (инженера по связи), возможно, такой найдётся в вашем городе среди родителей или в местном радио клубе под эгидой СРР. Наличие радиостанции позволит пройти путь от регистрации сигналов любительских спутников, до организации связи с космонавтами на МКС, и далее до разработки регистраторов космических радиоизлучений и создания малых спутников (Куб Сатов).

На сайте <http://rk3dxb.narod.ru> размещены материалы для программы «Космическая физика, космическая связь и информатика». В разделах «Публикации» и «Микроспутники» имеются ресурсы и примеры, подходящие для школьных программ. Работа на радиостанции базируется на использовании информационных технологий (ИКТ) и цифровых видов связи — пакет, PSK-31, JT-65 и т.д. В апреле 2018 в ИЗМИРАН прошла конференция по УКВ-связи, материалы доступны в сети. Радиолюбители осваивают программы Дж. Тейлора WSJT (Weak Signal communications by K1JT), с помощью которой радиолюбители ведут связи через Луну и регистрируют сигналы далеких космических миссий. Консультации по организации школьной радиостанции можно получить в СРР.

### Литература

- [1] Альперт Я. Л., Добрякова Ф. Ф., Чудесенко Э. Ф., Шапиро Б. С. О некоторых результатах определения электронной концентрации внешней области ионосферы по наблюдениям за радиосигналами первого спутника Земли // Успехи физ. наук. 1958. Т. 65. № 2. С. 161–174.
- [2] Зайцев А. Н. Спутники, компьютеры, образование // Информатика и образование. 1990. № 1. С. 91–94.
- [3] Зайцев А. Н. Радиолюбительские спутники: мифы и факты. 2004. URL: [https://www.computer-museum.ru/connect/radiolub\\_sputnik.htm](https://www.computer-museum.ru/connect/radiolub_sputnik.htm).
- [4] Зайцев А. Н. Школа и спутники // Информатика и образование. 2002. № 11. С. 74–76.

- [5] *Зайцев А. Н.* Космическая погода для радиолюбителей // Радио. 2005. № 6. С. 64–65.
- [6] *Будько Н., Зайцев А., Карпачев А., Козлов А., Филиппов Б.* Космическая среда вокруг нас — введение в исследования околоземного космического пространства. Троицк: изд-во ТРОВАНТ. 2006. 245 с. CD-ROM. URL: <http://www.izmiran.ru/pub/izmiran/space-around-us/>.

## ИЗУЧЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ПРАВООТНОШЕНИЙ ЧЕРЕЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНТЕРАКТИВНЫЕ ИГРЫ

Ж. Б. Иванова

Коми республиканская академия государственной службы и управления  
Сыктывкар, Россия, mgb-pravo@yandex.ru

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 преподается. Опыт автора показывает, что таким способом является 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, видео контента и т. д. Чем больше используется источников для получения знаний, тем выше эффективность развития обучающиеся. Поэтому цель названной игры состоит как в получении студентами новых знаний, так их 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 является новой сферой 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 получать их из одного источника — личного опыта. Поэтому, чтобы приобрести знания необходимо думать, а чтобы получить навыки — действовать. В этой связи задачи вышеназванной интерактивной игры автор поставила следующие:

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 о том, 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. Нестеров в 1965 — «Земля слушает», в 1980 г. был установлен памятник 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, являются напоминанием того, 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 появиться 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 как принципами и нормами 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, *domos* — 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 трех 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, регулирующую космические правоотношения. Поэтому вопрос звучит так: какой документ содержит норму о том, что космическое пространство не подлежит национальному присвоению ни путём провозглашения на нем 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 с увлечением знаний и наработки навыков, 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 Cosmos?» 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 (Эжва)).

Безусловно за определенные 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» (20 советов, как сделать обучение нескучным и эффективным: // <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 утвержден 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 данные 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 обявляло «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 Роскосмосом:

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 о том, какие знания он получил и какие навыки он 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 те знания и навыки, которые получили благодаря обучению посредством интеллектуальных интерактивных игр.

## КИНО И КОСМОС — МНОГО ОБЩЕГО

Р. Р. Кагиров

Блог «Ты Космос», kagirov@yandex.ru

Космические полёты чрезвычайно драматичны и дают хороший материал для кино постановок. А сюжеты кинофильмов подстёгивают полёт инженерной фантазии. У космической промышленности и у киноиндустрии очень много общего. Они подпитывают и вдохновляют друг друга

Например, научно-фантастический фильм «Планета бурь» (1962), поставленный режиссёром Павлом Клушанцевым по сценарию писателя-фантаста Александра Казанцева, не только сильно повлиял на мировую кинофантастику и произвёл фурор на мировых кинорынках, но он «подстегнул» реальные космические достижения.

Одна из давних кино-космических традиций: постеры экипажей МКС повторяют плакаты популярных кинофильмов. Голливудские каскадёры перехватывали в воздухе капсулы космических спускаемых аппаратов. А первую в истории бомбардировку кометы Tempel-1 назвали в честь голливудского фильма Deep Impact.

Патриарх советской космонавтики академик Борис Черток, в одном из интервью вспоминал, что в молодости был покорен красотой марсианки из фильма «Аэлита». После выхода этого фантастико-приключенческого фильма, поставленного в 1924 г. по роману Алексея Толстого, многие молодые люди решили посвятить свою жизнь зарождающейся космонавтике в надежде долететь до красной планеты.

На орбитальной станции «Мир» намеревались снимать эпизоды фантастического фильма «Тавро Кассандры» по мотивам романа Чингиза Айтматова. Актёр Владимир Стеклов прошёл все необходимые тренировки и экзамены, был полностью готов к полёту. Но из-за финансовых проблем «сверхвысотные» киносъёмки так и не состоялись.

Теперь в России снова запускают большие кино-космические проекты. Недавно нашумели российские фильмы «Салют-7» и «Время первых». А сейчас идёт активная работа над съёмками фильма на борту МКС — «Вызов». Пишутся новые киносценарии на космическую тему. Будем надеяться, что эти инициативы завершатся удачно. Эти кинопроекты, в случае успешной реализации, могут помочь вырастить новую смену будущих покорителей космоса.

# **ОБ ОПЫТЕ БАШКОРТОСТАНА ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГОСУДАРСТВА И БИЗНЕСА В ПОПУЛЯРИЗАЦИИ КОСМОНАВТИКИ И ПРИВЛЕЧЕНИИ МОЛОДЁЖИ В РАКЕТНО- КОСМИЧЕСКУЮ ОТРАСЛЬ**

**С. И. Каменев, О. В. Юнусов, С. И. Плюхов**

Уфимский государственный авиационный технический университет

Уфа, Россия, btrvoz@mail.ru

Башкортостанское региональное отделение

Федерации космонавтики России, Уфа, Россия

Популяризация профессий, связанных с авиацией и космонавтикой, поиск и отбор молодёжи, мотивированной на трудовую деятельность на предприятиях аэрокосмического профиля, в настоящее время является актуальной задачей, требующей самого серьёзного подхода и новых форм работы.

В этой связи важным фактором является ранняя профориентация школьников, повышение престижа инженерных и конструкторских специальностей, привлечение молодёжи к обучению в ведущих технических вузах.

Для решения этих задач крайне важно обеспечить взаимодействие государственных структур и бизнеса, что позволит объединить усилия заинтересованных сторон и существенно повысить эффективность работы. В Республике Башкортостан накоплен интересный, на наш взгляд, опыт работы в этом направлении. За счёт весьма эффективного взаимодействия государственных структур, общественных организаций, представителей бизнес-сообщества в республике сформировались ряд интересных организационных форм работы с молодёжью в сфере популяризации космонавтики, привлечения молодёжи в ракетно-космическую отрасль.

В Республике Башкортостан с 2012 г. проводится международная аэрокосмическая школа имени космонавта-испытателя СССР У. Н. Султанова. Организаторы школы — УГАТУ и Башкортостанское региональное отделение Федерации космонавтики России, АНО «Международная аэрокосмическая школа» при активном участии представителей бизнес-сообщества Башкортостана.

Участниками школы становятся победители и призёры международной олимпиады по истории авиации и воздухоплавания им. А. Ф. Можайского, победители республиканской олимпиады на Кубок Ю. А. Гагарина, «Курчатовских чтений», научно-практической конференции «Авиация. Энергетика. Космос». В июле 2021 г. аэрокосмическая школа была проведена уже в десятый раз. За это время она стала международной: в числе участников были юные любители и знатоки авиации и космонавтики из 13 стран дальнего и ближнего зарубежья [1].

Помимо лекций и практических занятий по авиационной и ракетно-космической тематике, регулярно проводятся встречи с известными учёными, руководителями предприятий, ветеранами вооружённых сил, космодромов Байконур и Плесецк, деятелями искусств, ведущими предпринимателями Республики Башкортостан.

За 10 лет существования школы в ней побывали и выступили с лекциями лётчики-космонавты СССР: Дважды Герои Советского Союза В. В. Коваленок и В. А. Ляхов, Герои Советского Союза А. Н. Баландин, А. П. Арцебарский, И. П. Волк, лётчики-космонавты РФ, Герои России С. Н. Ревин, М. Б. Корниенко, А. А. Скворцов, Ю. Г. Шаргин, Заслуженный испытатель космической техники, кавалер ордена Ленина, генерал-майор, водитель «Лунохода» В. Г. Довгань [2].

В каждую смену организаторы школы совместно с Центром управления полётами устраивают сеансы связи с экипажами МКС.

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

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

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

Осенью 2019 г. в период осенних каникул впервые состоялась осенняя школа, а в конце марта-начале апреля 2021 г. впервые была проведена весенняя аэрокосмическая школа. В настоящее время организаторы ищут возможности проведения школы в течение всего года.

Закономерно, что многие из участников аэрокосмической школы в последствие становятся студентами УГАТУ и других ведущих технических вузов России, а в последующем связывают свою трудовую деятельность с предприятиями и КБ ракетно-космического комплекса России.

Помимо этого проекта в УГАТУ при активном участии турфирм «Столица» (Уфа) и «Лидер» (Москва) уже свыше 15 лет успешно реализуется программа долговременного партнёрства с ведущими предприятиями-лидерами авиастроительного и ракетно-космического комплекса России [3].

Ежегодно в период каникул группа лучших студентов УГАТУ (28–30 человек) направляется в качестве поощрения за отличную учёбу и успехи в научной работе за счёт университета в Москву, Подмосковье и Санкт-Петербург для посещения ведущих российских аэрокосмических центров, предприятий, институтов. Целью данных поездок, помимо установления контактов с ведущими предприятиями — лидерами авиакосмического комплекса России, является знакомство с историей, сегодняшним днём и перспективами развития этих предприятий, встречи с ведущими учёными, специалистами и конструкторами, знакомство с лучшими разработками отечественных КБ, приглашение ведущих специалистов для чтения лекций в УГАТУ и участия в ГАК [4].

За прошедшие годы студенты УГАТУ посетили Центр подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, Центр управления полётами (г. Королёв), НПО «Измерительная техника» (г. Королёв), РКК «Энергия» (г. Королёв), НПО «Энергомаш» им. В. П. Глушко (Химки), МКБ «Факел» им. академика П. Д. Грушина (Химки), НПО им. С.А. Лавочкина (Химки), ГРЦ им. академика В. П. Макеева (Миасс), ГосМКБ «Радуга» им. А. Я. Березняка (Дубна).

В результате таких контактов закономерно устанавливаются долгосрочные партнёрские отношения.

Дважды в 2009 и 2011 гг. школьники и студенты из Башкортостана побывали на космодроме Байконур и присутствовали на запусках спутника, разработанного в УГАТУ — УГАТУ-САТ и космического корабля «Юрий Гагарин». В организации этих затратных мероприятий активное участие принимали представители Ассоциации организаций предпринимательства Республики Башкортостан и Союза предпринимателей Уфы.

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

Таким образом, объединение усилий государственных структур, высших учебных заведений, общественных организаций, Федерации космонавтики России, представителей бизнес-сообщества позволяет успешно решать задачи популяризации космонавтики, подготовки специалистов для предприятий ракетно-космического комплекса, существенным образом повысить престиж профессий, связанных с аэрокосмическим и оборонным комплексом России, активнее привлекать молодёжь к будущей работе в этих отраслях.

## **Литература**

- [1] *Каменев С. И.* И на Марсе будут яблони цвести... // Вестн. ЦИК РБ, Уфа. 2015. № 1/2(23/24). С. 60–62.
- [2] *Каменев С. И., Гриценко О. Ю.* Международная аэрокосмическая школа им. космонавта-испытателя СССР У.Н. Султанова как эффективная форма патриотического воспитания молодёжи // Материалы 2-й Научно-практ. конф. «Военно-патриотическое воспитание молодёжи». Уфа, 2018. С. 94–97.
- [3] *Каменев С. И., Гриценко О. Ю.* Стратегическое партнерство с ведущими аэрокосмическими предприятиями России-залог подготовки конкурентоспособных специалистов в УГАТУ // Сб. материалов международной научно-техн. конф. «Проблемы и перспективы развития двигателестроения». Самара, 2018. С. 181–184.
- [4] *Каменев С. И., Хайруллина Р. Р.* Подготовка высококвалифицированных кадров для предприятий ракетно-космической отрасли-приоритетная задача высших учебных заведений // Сб. материалов 8-й Международной научно-практ. конф. «Пилотируемые полеты в космос» / Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина. Звездный городок, 2019. С. 379–380.



# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ С КОСМИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ И РАБОТА СО СТУДЕНТАМИ, МЛАДШИМИ СОТРУДНИКАМИ

Н. Н. Касатиков<sup>1</sup>, А. В. Цибин<sup>2</sup>, О. М. Брехов<sup>1</sup>, С. А. Желаннов<sup>2</sup>,  
В. А. Мачуленко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> МАИ, Москва, Россия, NICK925@yandex.ru

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

Искусственный интеллект сейчас — популярная тема, которую стараются развивать все ведущие компании у нас и в странах-партнёрах, и этим можно привлечь внимание студентов. В настоящее время в вузах вводятся новые кафедры с названием «искусственный интеллект» [1, 2] и если даже четыре года назад на профильных специальностях было максимум одно занятие у студентов по предмету «машинное обучение» и несколько лабораторных работ с требованиями создать простую программу по определению цифр, слов, то сейчас в хорошей [3] магистерской диссертации, сделанной с прицелом на продолжение обучения с возможностью написания диссертации, присутствие искусственного интеллекта является желанным для соискателя [4]. Поэтому для освоения современных технологий, дальнейшей пользе для кафедры, возможного участия студентов в научно-исследовательских работах, и применениях знаний ВКР или ВКРМ, предлагается на занятиях сразу решать боевые или приближённые к боевым задачам проекты.

Поэтому начиная обучение и нахождение программ по распознаванию цифр и так далее, предлагается не перегружать учеников работой по необходимой сдаче, а привести занятия именно к обучению, с целью итога проекта, которое можно использовать в будущем, как портфолио. Ведь заинтересовать студента можно лишь на увлекательных объектах и заданиях, которые можно увидеть и потрогать руками.

Например, использование нейронных сетей и машинного обучения в дистанционном зондировании земли (ДЗЗ) является сейчас востребованным и популярной задачей. В государственных предприятиях применение нейронных сетей позволяет сделать быстрой и простой задачу нахождения природных объектов или же антропогенных объектов (например, ГЭС [5]).

Современные библиотеки с открытым исходным кодом предлагают быстрое и простое решения [6]. Именно самостоятельное изучение (во внеурочное время) и очные занятия в университете, проводимые преподавателями, работающими в этой среде, так же участвующие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах по работе с этими библиотеками, а так же прохождение занятий, как мастер-классов даст эффект и качество в том числе и для решения государственных задач.

Работа с нейронными сетями повысит эффективность.

В дальнейшем для эффективности обучения мы занимаемся изучением программ распознавания образов объектов путём определения сразу группы объектов. Для этого мы показываем и создаём вместе со студентами базы данных на несколько категорий [7]. Например, антропогенные объекты и созданные природой. Загрузив участок фотографии программа может распознать сразу несколько объектов одновременно. Для более качественного распознавания сделано разделение по цветам [8].

При этом желательно разбивать учащихся на группы, для повышения качества, чтобы при работе над реальным проекте, выпускники были готовы решать задачи.

К примеру, элементы гидрографии должны быть обведены, а вот объекты гидроэлектростанций полностью закрашены на изображении.

Для этого мы воспользуемся созданными базами данных отдельно и создадим новую.

Московский авиационный институт, в частности кафедра 304 («Информатика и вычислительная техника») [9, 10] тесно сотрудничают с предприятиями космической направленности в области разработки и подготовки кадров для работы [11] в сфере применения искусственного интеллекта для обработки снимков из космоса.

## Литература

- [1] Кто возглавит нейрореволюцию? Денис Банченко о космосе и психокинетике. 10.08.2021. URL: [https://samara.aif.ru/society/kto\\_vozglavit\\_neuro-revoluciyu\\_denis\\_banchenko\\_o\\_kosmose\\_i\\_psihokinetike](https://samara.aif.ru/society/kto_vozglavit_neuro-revoluciyu_denis_banchenko_o_kosmose_i_psihokinetike).
- [2] Минцифры расширяет цифровую команду. 11.08.2021. URL: <https://digital.gov.ru/ru/events/41216/>.
- [3] В российских вузах открываются программы обучения технологиям искусственного интеллекта. 02.09.2019. URL: [https://ntinews.ru/news/unti/v-rossiyskikh-vuzakh-otkryvayutsya-programmy-obucheniya-tekhnologiyami-iskusstvennogo-intellekta.html?sphrase\\_id=16129579](https://ntinews.ru/news/unti/v-rossiyskikh-vuzakh-otkryvayutsya-programmy-obucheniya-tekhnologiyami-iskusstvennogo-intellekta.html?sphrase_id=16129579).
- [4] Михаил Мишустин посетил Физтех-лицей имени П.Л. Капицы в Московской области. 01.09.2021. URL: <http://government.ru/news/43139/>.
- [5] Tse R. et al. Social network based crowd sensing for intelligent transportation and climate applications // Mobile Networks and Applications. 2018. Т. 23. № 1. С. 177–183.
- [6] Kasatkov N., Brekhov O., Milovanova E., Sytov A. Leveraging the Internet of Things for Energy Applications // Energy Systems Research 2021. E3S Web of Conf. 2021. V. 289. 03007(2).
- [7] Касатиков Н. Н., Брехов О. М., Желанов С. А. Программирование нейросетей для распознавания образов // Наука и бизнес: Пути развития. 2021. № 4(118).
- [8] Касатиков Н. Н., Калинина О. И., Пархаев В. А. Модели и методы создания программной системы для обработки и анализа больших данных IoT устройств для оценки развития населенных пунктов // Сб. тез. «Гагаринские чтения». 2021. С. 266.
- [9] Роскосмос и МАИ заключили соглашение о сотрудничестве. 18.02.2015. URL: <https://mai.ru/press/news/detail.php?ID=56289>.
- [10] Целевое обучение кадров. 21.02.2020. 12:10. URL: <https://www.roscosmos.ru/28071/>.
- [11] В День космонавтики премьер-министр Михаил Мишустин встретился со студентами в МАИ. 12.04.2021. URL: <https://mai.ru/press/news/detail.php?ID=121897>.

# СОЗДАНИЕ СИСТЕМОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА БАЗЕ МАЛЫХ СПУТНИКОВ СТАНДАРТА КУБСАТ 3U И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ ШИРОКОПОЛОСНЫМ ДОСТУПОМ В ИНТЕРНЕТ

И. Кислицын

zars1915@yandex.ru



CubeSat спутники могут запускаться в качестве сборных грузов от разных заказчиков или в качестве попутной нагрузки к «большим» космическим аппаратам. Такой способ запуска не всегда удобен, поскольку производителям наноспутников приходится подстраиваться под расписание заказчиков вывода основного груза, а также из-за различий в орбитах вывода.

## Безракетный космический запуск

В стоимости космических проектов транспортировка на орбиту составляет значительную часть бюджета; если её удастся сделать более эффективной, общая стоимость космического полёта сильно уменьшится.



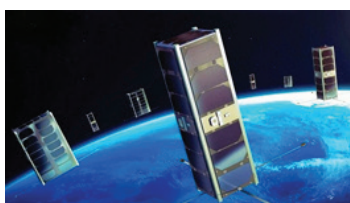
## Система оперативного мониторинга космической погоды

Решение этой задачи позволит Росгидромету не только обеспечить дополнительными данными заинтересованных потребителей, но и продолжить формирование системы глобального мониторинга околоземного космического пространства с целью выявления опасных гелиогеофизических явлений и предупреждения возможных последствий их воздействия



Наряду с созданием системы мониторинга основной угрозы космических полётов — радиации, существующей в космическом пространстве, новый проект направлен на решение проблемы изучения природы радиационных полей в космосе.

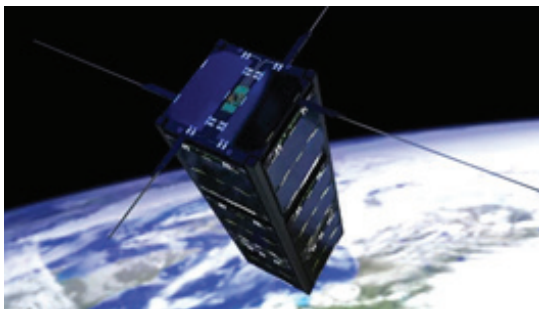
Спутниковый интернет — способ обеспечения доступа к сети интернет с использованием технологий спутниковой связи.





По разным оценкам, около 3,3 млрд человек не имеют доступа к интернету.

### **В 2021 г. в космос будут запущены три школьных спутника**



## ПУТЬ В КОСМОС НАЧИНАЕТСЯ С ИГРЫ

**М. В. Кичижиева**

Малая академия наук «Искатель», Юношеская астрономическая обсерватория, Симферополь, Крым, Россия, kichmar@mail.ru

Кружки астрономии и космонавтики в Симферополе появились в 1946 г., когда группа увлечённых школьников нашла себе педагога и начала активно развиваться в данном направлении.

На сегодняшний день в Симферополе работает Юношеская астрономическая обсерватория ГБОУ ДО РК «МАН «Искатель», в которой преподают 10 педагогов дополнительного образования и занимаются порядка 600 учащихся. В учреждении проводятся мероприятия различного уровня, цель которых — популяризация астрономии и космонавтики. Это и межкружковые конференции, конкурсы исследовательских работ республиканского уровня, онлайн викторины. Одним из самых любимых мероприятий для всех сотрудников, учащихся и их родителей является «Космический марафон», который проводится в апреле более 10 лет в рамках Недели Космоса. Сначала это была игра для учащихся обсерватории, которая находится практически в центре города, в парке. Во время проведения «Космического марафона» к нам постоянно подходили гуляющие в парке родители с детьми, интересовались, нельзя ли присоединиться. Так наше мероприятие стало доступным для жителей и гостей нашего города.

Что же такое «Космический марафон»? Это квест, в котором индивидуально можно участвовать всем, кому исполнилось 5 лет. Участникам игры необходимо пройти свой космический маршрут: в начале игры они получают маршрутные листы, на которых указаны космические станции с заданиями различной сложности (с учётом возраста). За выполнение каждого задания участники получают баллы в зависимости от сложности задания. Участники «конструируют» телескоп, собирают поверхность планеты, находят на карте созвездие, отгадывают астрономические загадки. Для старших ребят задания несколько сложнее, они должны определить горные породы, попасть в мишень, используя систему зеркал и лазер, ответить на вопросы кроссворда, найти соответствие между фотографией космонавта, его фамилией, именем и отчеством, космическим кораблём, на котором он летал и его достижениями. Также разработаны задания и для родителей. Конечным пунктом квеста является космический банк, в котором можно обменять заработанные баллы на орбитоны — «космические деньги», дизайн которых разрабатывается ежегодно и посвящён какому-либо юбилейному событию года, в который проводится марафон: первый человек покоривший космос, 60 лет запуску первого космического спутника, 70 лет Симферопольскому обществу любителей астрономии, лунная Одиссея и т.д. «Космические» деньги можно потратить на Ярмарке. Здесь за орбитоны можно приобрести поделки учащихся обсерватории: «участки на Марсе», «лунные камни», плоские и объёмные модели Солнечной системы, космические рисунки, фигурки инопланетян и многое другое. Очень часто дети настолько захвачены процессом, что проходят более сложный по уровню маршрут и снова бегут на ярмарку. В качестве бонуса все участники Космического марафона могут полюбоваться на Солнце в солнечный телескоп Coronado.

Подготовка к Космическому марафону начинается за несколько месяцев. Активное участие в ней принимают не только учащиеся, но их родители: составляют задания (количество станций уже более 20), изготавливаются подарки, разрабатывается дизайн. За работу космических станций и ярмарки во время марафона отвечают учащиеся старшего возраста, которые готовили задания, и обязательно в помощь к ним подключаются младшие учащиеся (наставничество в формате «дети детям»).

Разумеется, педагоги обсерватории всё время находятся рядом, но ответственны за происходящее — дети. Им очень нравится данная роль, учащиеся очень гордятся, что их выбрали руководителями станции. Также огромную помощь в организации и проведении мероприятия оказывают родители, которые предлагают различные идеи для создания новых станций и заданий, готовят поделки на ярмарку и с нетерпением ждут квеста.

На практике мы убедились, что проведение мероприятий, подобных «Космическому марафону», несёт в себе множество положительных моментов. Во-первых, подготовка к мероприятию объединяет педагогов, родителей и учащихся разного возраста. Во-вторых, дети, которые готовят квестовые задания, глубоко погружаются в тему вопросов, становятся в своём роде знатоками данной области и могут транслировать свои знания не только в кружке, но и в школе. Во время проведения марафона мы привлекаем к обучению в обсерватории новых учащихся, особенно это касается младших школьников. И конечно, это популяризация астрономии и космонавтики, истории развития космической отрасли, вклада советских и российских учёных в её развитие.



## **«КОСМОС» В СИСТЕМЕ ЗАНЯТИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «СУВОРОВЕЦ»**

**Д. Ю. Климов, В. М. Югай**

Дом детского творчества Центрального района Санкт-Петербурга  
«Преображенский», Санкт-Петербург, Россия, dklm@yandex.ru

Пилотный проект комплексной учебно-воспитательной деятельности детского-юношеского объединения «Суворовец» уже три года развивается Центром духовно-нравственного и гражданско-патриотического воспитания «Преображение» ГБУ ДО ДДТ «Преображенский» Центрального района Санкт-Петербурга.

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.

Занятия и участие в проектах на тему «Космос» являются важнейшей составной частью учебно-воспитательного процесса Объединения на протяжении всех лет обучения.

Важность космической тематики обусловлена необходимостью формирования у ребёнка целостной системной картины мира, приобщения к образцам и примерам проявления человеческого духа, освоения знаний о наших исторических достижениях и победах, ознакомления детей с передовым фронтом космической науки и производства, понимания необходимости координации длительного ответственного труда большого количества коллективов, важность комплексных знаний и осмысленного личного опыта.

Видео просмотры с обсуждением эпизодов и фиксации дат, имён, событий, важных мыслей и фраз сочетаются с вдумчивым чтением, которое помогает понять и проработать текст с 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. Составление интеллект-карт по рассмотренному и прочитанному позволяет оптимизировать конспекты и подготовиться к более глубокому осмыслению через сочинения, доклады и реализацию творческих проектов.

Объединение неоднократно принимало участие в мероприятиях Межрегионального проекта «Беляевские чтения», организованных под руководством Канюс М. В. Дети участвовали в «космических» лагерях, лепили и рисовали, писали письма космонавтам, создавали космические стенгазеты и открытки. Смотрели уроки из космоса, приветственные обращения космонавтов к участникам проектов, получали дипломы участников, победителей и призеров в номинациях по итогам реализации проектов. Выстраивали проведение лагерей по аналогии с подготовкой космонавтов.

Изучение образцов высот человеческого духа, достижений нашей истории создают чувство гордости за наше Отечество, сопричастность и ответственность за общее будущее нашей Родины. Освоение основ системного мышления способствуют развитию целостного мировосприятия. Умение обрабатывать информационные потоки помогает правильному и полноценному восприятию и осмыслению. Систематический тренировочно-соревновательный процесс создаёт опыт преодоления

усталости, боли и страха, способствует формированию устойчивой психики, развивает волю и стрессоустойчивость, позволяет расширить функциональные ресурсы организма.

Занятия и соревнования по рукопашному бою являются одним из наиболее эффективных средств для развития внимания и концентрации, обеспечения формирования и проверки освоения навыков и умений в условиях реального противодействия. Организация и проведение лагерей позволяет добиваться погружения в учебно-тренировочный процесс и обеспечивает реализацию творческих дел в условиях коллективного взаимодействия и взаимопомощи.

Проработка текстов и видеоматериалов о Вселенной, учёных, конструкторах, космонавтах помогает осознанию всеобщих взаимосвязей, способствует расширению поля внимания и заботы на основе целостного мировосприятия. Космонавтика как передовой форпост науки и производства задаёт вектор профориентации, показывает пример преимуществ международного сотрудничества и перспективы развития всего человечества.

### **Слайды презентации «космического» опыта Объединения «Суворовец»**

- 1 слайд:** Титул презентации
- 2 слайд:** Просмотр видеоматериалов: документальных, художественных и мультипликационных фильмов о космосе и космонавтике.
- 3 слайд:** Проработка текстов статей о космосе
- 4 слайд:** Работа со справочными электронными материалами
- 5 слайд:** Работа с конспектами, составление интеллект-карт
- 6 слайд:** Интеллект-карты космических достижений
- 7 слайд:** Доклады по материалам о космосе
- 8 слайд:** Подготовка эскизов и рисунков по космической тематике
- 9 слайд:** Космические открытия
- 10 слайд:** Названия комнат «космического» лагеря
- 11 слайд:** Изучение истории полётов человека, подготовка и проведение игр на знание истории космонавтики, оформление космических стенгазет.
- 12 слайд:** Тренировка в «невесомости»
- 13 слайд:** Развитие функционала
- 14 слайд:** Тренировка быстроты и точности, работа на манипуляторах
- 15 слайд:** КВН «Космических» команд
- 16 слайд:** Командное взаимодействие
- 17 слайд:** Стратегические военные игры
- 18 слайд:** Отработка полётов и приземлений
- 19 слайд:** Летающие тарелки
- 20 слайд:** Проверка и испытание защитных скафандров
- 21 слайд:** Отработка действий в критических ситуациях
- 22 слайд:** Разбор полётов, письма космонавтам
- 23 слайд:** Испытания
- 24 слайд:** Заслуженные награды

## Трёхуровневый 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. Зелёный<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  
sklimov@iki.rssi.ru

<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

На коллоквиуме КОСПАР-96 Магнитосферные исследования с использованием передовых методов (Beijing, China, 15-19 April 1996) был представлен доклад [1] 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» (C2-X <http://www.iki.rssi.ru/interball/magion.html>) [2];
- орбитальную станцию «Мир», содержащую электронную пушку «Источник» и плазменный генератор «Ариель»;
- ИНСПИРЕ (INSPIRE — Интерактивные радио-эксперименты НАСА по космической физике ионосферы) [3] — проект, призванный заинтересовать школьников и студентов наукой и техникой, который давал им возможность наблюдать радиоволны очень низкой частоты (VLF, от 3 до 30 кГц) с использованием достаточно простых приёмников с антеннами (рис. 1), разработанных высококвалифицированными инженерами и техниками специально для учащихся и учителей.



Рис. 1. The INSPIRE Journal, Volume 25, Spring 2021 [3]

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 Гц до нескольких МГц.

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 путем обучения школьников и студентов в классе и за его пределами.
- Б. Предоставление учителям проекта, который действительно может быть выполнен их классами.
- В. Ознакомление учащихся с захватывающими и 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 МИР находился 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 сотрудничества между всеми участниками проекта. В дальнейшем предусматривались два основных периода эксплуатации в год в ноябре и апреле [4].

Большая задача проекта ИНСПИРЕ, реализация которого продолжается в НАСА [3], 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 очарование в воображении 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 [3].

Разработана доступная школьникам с учителями методика сборки комплекта приёмника, работающего в диапазоне от 0 до 15 кГц, в котором они улавливают естественные VLF-излучения, генерируемые в основном ударами молнии. Эти приёмники, широко распространённые в США, завоевывают 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.

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» нёс 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 [5, 6]. Было показано, что в области низких и приэкваториальных широт регулярно регистрируются возращения потоков электронов, появление которых вблизи экватора может быть связано с грозовой активностью [7].

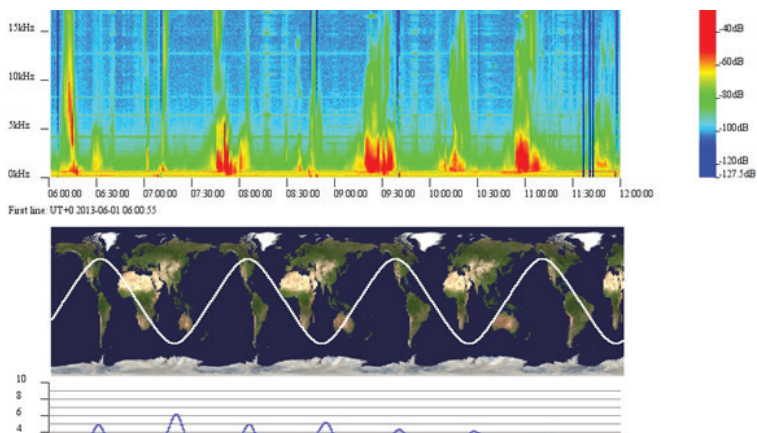
В данной работе мы рассматриваем организационно-методические и технологические вопросы реализации научно-образовательного проекта типа ИНТМИНС на новом этапе [8–10], основываясь, в первую очередь, на Целевых работах, включённых в «Долгосрочную программу целевых работ, планируемых на РС МКС (ДПЦР)»:

- «Исследование природы высотных молний и сопутствующих им процессов в атмосфере и ионосфере Земли на базе микроспутника «Чибис-АИ» с использованием грузового корабля «Прогресс» (Целевая работа «Чибис-АИ» [11];
- «Мониторинг окружающей космической среды электромагнитно-чистыми микроспутниками, интегрированными в инфраструктуру Международной космической станции» (Целевая работа «Трабанти») [12];
- «Исследования в приповерхностной зоне МКС плазменно-волновых процессов взаимодействия сверхбольших космических аппаратов с ионосферой» (Целевая работа «Обстановка (2-й этап)») [12].
- «Модификация ионосферы импульсными источниками плазмы» (Целевая работа (Импульс (2-й этап))) [13].

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

- Академический микроспутник «Чибис-М» (2012–2014) [14].
- «Обстановка (1 этап)» на Российском сегменте МКС (27.02.2013–09.05.2015) [15].

Эксперимент «Обстановка (1-й этап)» [15] засвидетельствовал наличие в субавроральных областях (рис. 2) широкополосных электромагнитных излучений, для изучения природы которых крайне необходимо реализовать научно-образовательную программу типа ИНСПИРЕ.



**Рис. 2.** 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

Следует также принять во внимание ориентацию Роскосмоса на новую Российскую национальную орбитальную служебную станцию РОСС [16], имеющей более высокое, чем МКС, наклонение орбиты ( $\sim 52^\circ$ ), что будет способствовать охвату всей территории России, включая полярные области.



Опыт предшествующих работ свидетельствует, что рассматриваемая научно-образовательная программа может быть реализована под эгидой Роскосмоса так же, как ИНСПИРЕ под эгидой НАСА.

## Литература

- [1] 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., Nozdrachev 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.
- [2] Blecki, J., Juchniewicz J. et al. ULF/ELF plasma wave observed by Interball-1 and Magion-4 satellites in the magnetospheric tail during disturbed periods // 3<sup>rd</sup> Intern. Conf. Substorms (ICS-3). 12–17 May 1996, Versailles, France: Abstr. 1996. SP-389. P. 177.
- [3] The INSPIRE J. V. 25. Spring 2021. Editor@TheINSPIREProject.org.
- [4] Taylor B., Klimov S., Pine B. INTMINS — November/95 operation schedule. The INSPIRE J. 1995. V. 4. No. 1. P. 5–11.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] Климов С. И., Готлиб В. М. и др. 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>.
- [9] 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>.
- [10] Мозгов К. С., Носикова Н. С. и др. Исследование влияния грозовой активности на околоземное космическое пространство // Космонавтика и ракетостроение. 2018. Вып. 5(104). С. 148–161.
- [11] Долгоносов М. С., Зелёный Л. М. и др. Перспективы исследований высокоэнергичных процессов в атмосфере земли: «Чибис-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>.
- [12] Климов С. И., Лисаков Ю. В. и др. Комплексное исследование электромагнитной обстановки Российского сегмента МКС в космических экспериментах «Обстановка» и «Грант» // 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.
- [13] Богатый А. В., Семенухин 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. 15–20 сент. 2019, Вена, Австрия.
- [14] Зелёный Л. М., Гуревич А. В., Климов С. И. и др. Академический микро-спутник «Чибис-М» // Косм. исслед. 2014. Т. 52. № 2. С. 93–105.
- [15] Климов С. И., Грушин В. А. и др. 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/spacetech-2308-7625-2021-1-20-41.



- [16] Российская национальная орбитальная служебная станция (РОСС) // Наука и техника». URL: <https://naukatehnika.com/rossijskaya-kosmicheskaya-stanciya-ross.html?noredir=true/>

## КОМПЛЕКСНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕЗЕМНЫХ ТЕРРИТОРИЙ МИИГАИК

М. М. Коленкина, Н. А. Козлова, А. Ю. Жаркова,  
И. Е. Надеждина, И. П. Карачевцева

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), Комплексная лаборатория исследования внеземных территорий, Москва, Россия, Maria\_kolenkina@list.ru

### История. Как все начиналось

Первые съёмки обратной стороны Луны (октябрь 1959 г.), а также съёмки Земли из космоса вскоре после запусков первых искусственных спутников Земли (ИСЗ) привели к созданию ряда научных лабораторий, положивших начало таким направлениям как планетная картография.

В МИИГАиК уже в 1961 г. при кафедре аэрофотосъёмки была организована соответствующая Проблемная лаборатория. Руководил ею Борис Николаевич Родионов, заведовавший в то время этой кафедрой. Его заместителем был Ян Львович Зиман. Лаборатория работала в режиме строгой секретности. Среди сотрудников, которые начинали тогда, а затем практически всю дальнейшую жизнь посвятили этой тематике (этому направлению исследований), были Александр Дорофеев, Борис Дунаев, Борис Непоклонов и ряд других специалистов. Коллектив Лаборатории в основном состоял из выпускников института, хотя были и специалисты извне.

Первой крупной работой Проблемной лаборатории в области планетной картографии стала обработка первых панорам лунной поверхности, переданных на Землю АМС «Луна-9» осенью 1966 г., когда опять же впервые была осуществлена мягкая посадка станции на лунную поверхность и стало возможным видеть и изучать микрорельеф Луны. Результаты этой работы нашли отражение в книге «Первые панорамы лунной поверхности», изданной АН СССР в 1967 г.

В 1972 г. совместно с Лабораторией сравнительной планетологии ИКИ АН СССР была составлена и отпечатана карта кратера Лемонье (масштаб 1:50 000) на место посадки и движения самоходного аппарата «Луноход-2».

В 1975 г. совместно с ИКИ АН СССР была составлена и выпущена первая отечественная карта Марса (сначала бланковая, а затем и с рельефом отмывкой)

1980–1989 гг., основные усилия были сосредоточены на разработке структуры и содержания первого комплексного атласа планет земной группы и их спутников, а затем и серий запланированных карт, таблиц и диаграмм.

С 1986 г. начата разработка проекций для тел нерегулярных поверхностей. Результатом стало создание карты и глобуса Фобоса на основе трёхосного эллипсоида в качестве поверхности относимости. Карта (1988) и глобус (1990) впервые демонстрировались на сессии КОСПАР в Гааге в 1991 г.

В непростые 1990–1992 гг., работа не остановилась и была начата подготовка к изданию и издание «Атласа планет земной группы и их спутников». Атлас включал более 70 карт и карт-схем и являлся первой попыткой представить имеющуюся информацию в сравнительно-планетологическом аспекте.

1989–1990 гг. — подготовка к изданию «Комплексного атласа Луны».

В 1996 г. (неудачный запуск КА «Марс-96») договорное финансирование лаборатории было полностью прекращено. С этого года она существовала при кафедре Экономики и предпринимательства на Факультете Управления территориями Московского государственного университета

геодезии картографии в основном на общественных началах под патронажем Международной картографической ассоциации (МКА) сначала при Рабочей группе по планетной картографии, а с 1999 г. при поддержке Комиссии по планетной картографии МКА.

С 1999 г. в рамках Международного проекта под эгидой МКА создаётся серия многоязыковых карт планет и их спутников. В проекте участвуют также Дрезденский технический университет (Германия), Университет им. Этвеша (Венгрия), Университет Западного Онтарио (Канада).

По проекту «Многоязыковые карты планет и спутников» изданы карта Марса (1999), карта Венеры (2001), карта Луны (2003), карта Меркурия (2005), карта Фобоса и Деймоса (2006). Подготовлен и издан Атлас: Астрономия. Солнечная система (2005).

Особую роль в истории Лаборатории сыграла Кира Борисовна Шингарева. С 1977 г. она работала на факультете Экономики и предпринимательства МИИГАиК, успешно совмещая преподавание многих научных дисциплин с работой в Лаборатории планетной картографии МИИГАиК.

Кира Борисовна Шингарева участвовала в российской национальной космической программе по картографированию Луны, Марса, Фобоса и Венеры и стала главой Лаборатории планетной картографии. В те годы, когда из-за неудачных космических запусков финансирование космических исследований было фактически прекращено, под её эффективным руководством в МИИГАиК продолжалась деятельность по картографированию небесных тел. Благодаря этому, с её помощью в 2011 г. лаборатория получила новую жизнь в виде Комплексной лаборатории исследования внеземных территорий.

В 2008 Юрген Оберст (Jürgen Oberst) — немецкий учёный с мировым именем — рискнул подать заявку с коллективом научных сотрудников МИИГАиКа на Российский грантовый конкурс и на 5 лет возглавил воссозданную теперь уже «Комплексную лабораторию исследования внеземных территорий». 20 сентября 2011 состоялось официальное открытие нового подразделения. В результате долгой и упорной работы лаборатория вышла на мировой уровень и на протяжении 10 лет выполняет уникальные работы по исследованию и картографированию планет и спутников, такие как:

- Исследования фундаментальных геодезических параметров и рельефа планет и спутников.
- Картографирование мест посадок космических аппаратов (КА) советской лунной программы.
- Картографирование территорий по маршрутам движения «Лунохода-1» и «Лунохода-2».
- Картографирование полярных областей для будущих миссий «Луна-Глоб» и «Луна-Ресурс».
- Картографирование Фобоса.
- Картографирование Меркурия.
- Обработка изображений и построение цифровых моделей рельефа.
- Морфометрический анализ поверхности небесных тел.
- Создание каталогов кратеров небесных тел и анализ кратерированности.
- Картографирование небесных тел с использованием проекций для трёхосного эллипсоида.
- 3D-моделирование поверхности планет и спутников.
- Моделирование гравитационных полей малых тел Солнечной системы.

Таким образом, сейчас в Лаборатории создана база для производства полного комплекса работ с планетными изображениями — от обработки исходных снимков до получения готового продукта в виде ЦМР, карты или результатов анализа.

Важно отметить, что во всех вышеперечисленных работах и проектах участвуют как опытные научные сотрудники, так и молодые учёные. Заинтересованные студенты старших курсов МИИГАиК проходят практику на базе Лаборатории, часть из них остаётся работать в этой сфере и продолжает научную деятельность. Научные сотрудники проводят обучение молодых специалистов не только в сфере научных изысканий, но и помогают в написании статей, подготовках выступлений на международных конференциях, в оформлении заявок на гранты. За 10 лет работы Лаборатории было проведено несколько летних школ, в рамках которых участники не только посещали лекции российских и иностранных учёных, но и получали практические навыки работы с планетными данными. Студенты и аспиранты Лаборатории так же выезжают на международные конференции, проходят стажировки у наших коллег за границей.

# INSTAGRAM AS A CHANNEL OF SCIENCE COMMUNICATION: CASE STUDY OF SETI INSTITUTE ACCOUNT (@SETIINSTITUTE)

V. Kolesnichenko

Freelance reporter, Russkiy Kosmos, victoria.kolesnichenko@mail.ru

## Introduction

The digital environment has flourished in recent years, and society has come to rely heavily on it (Pavelle, Wilkinson, 2020). The situation has caused an increase in the time allocated to online activity (Brossard, 2013), and online sources of science information has gained more demand (Pavelle, Wilkinson, 2020). Instagram, in particular, is the embodiment of a new pivot in communication — a reorientation towards visual content (Kulchitskaya, 2018). This trend was observed by communication scholars in the mid-1990s, but it took on new dimensions in the 2010s with the advent of Instagram and Pinterest (Kulchitskaya, 2018). Today, with roughly one billion monthly active users, Instagram is one of the most popular social networks worldwide (Statista, URL: <https://www.statista.com/statistics/325587/instagram-global-age-group/>), which potentially makes it an efficient tool of science communication.

This study focuses on the practices of social media use by the SETI Institute. The case in question is interesting for a number of reasons. First, unlike space agencies and observatories, SETI does not have access to such an abundance of its own exclusive content and is forced to turn to other sources, relaying images that have already been offered to the public. It is interesting to see how such a scientific institute obtains an exclusive (if it chooses to do that at all). Secondly, the Institute has a controversial reputation both in the academic environment and in the eyes of the audience. There is a lot of skepticism towards its goals and search methods (Ćirković, 2013), therefore the Institute faces the challenge to build productive relationships with the audience in the light of somewhat unflattering image in the public eyes. Finally, the SETI is dependent on sponsorship and donations. Accordingly, building trust with the audience — potential financial donors — is especially important for this organization, and Instagram, as any other social media, has a lot to offer in that regard.

## Methods

The Institute's account was created in 2016. Since then more than 1300 posts were published. As of September 6, 2021, the account has roughly 140,900 subscribers.

This research is based on content analysis, for which we developed a codifier.

The posts were analyzed according to the following categories:

- What or who is depicted in the photo or video (person, space object, abstract drawing, etc.)?
- What type of visual content (photo, video, drawing, collage) is used?
- What is the source of the visual content?
- Is there a connection between the post and any events?
- What tags are used in the post?
- Is the publication directly or indirectly related to the topics of astrobiology?

For the videos, we also noted the duration.

The time frame of the study covers several months — from June 23, 2021 to September 4, 2021. The sample includes 100 posts published during this period. With the help of digital tools for the analysis of Instagram statistics, we also assessed the activity of users. As a result, we received information on the audience engagement.

## Results

Social media strategy from the SETI website states: “We not only share the news and activities of the day on Facebook, Twitter, Instagram, YouTube and more, but invite the public to join the conversation”. However, our research has shown that the SETI Instagram account does not really offer its audience much to discuss. Nor does it engage in any conversations with the subscribers.

The majority of posts are not exclusive: 34 of the published images and videos are original SETI materials, while the rest are from various sources. Among them, the most frequently mentioned is NASA (34 items). Another source worth mentioning is Unistellar Instagram account (@Unistellar), which is often cross-promoted by the SETI: there are nine reposts from @Unistellar in our sample. This account is solely responsible for all the short videos (under one minute long) that are posted by @SETIInstitute. Each of those videos is related to various challenges concerning observations of the sky.

As for the longer videos, all of them are exclusively SETI material — recordings of discussions between scientists representing the Institute and sometimes their colleagues from other institutions. In most cases, these videos are more than 30 minutes long. It goes without saying, that they were originally created for other social media of the Institute, such as YouTube, and were simply “recycled” without adaptation to the needs of Instagram users, who, as a rule, are interested in short videos. As a result, such videos are not popular, often not accompanied by any comments — they simply serve as placeholders.

The posted images in the majority of cases are accompanied by short description and hashtags.

49 posts out of 100 are devoted to Planetary Picture of the Day (PPOD). The most common among them are images of space objects, including the Earth, taken directly from space (32), 11 posts contain photographs of terrestrial landscapes and six posts show alien landscapes.

Surprisingly, most often the account publishes photographs of the Earth (from space, and from the surface). For an institution looking for life beyond Earth, the choice of imagery is not obvious. Mars comes in second and was featured in nine posts. Moon was mentioned six times and Jupiter and Io received five mentions each — not the most attractive locations from the point of view of astrobiology.

Top hashtags used in captions are the following: #science 64; #space 56; #PPOD 50; #planetaryscience 49; #nasa 31; #solarsystem 30; #planetaryexploration 23; #nasajpl 21; #SETILive 20; #caltech 17. Neither of them indicate the specialization of the Institute and only one of them mentions its name.

However, one should not try to find a correlation between the declared scientific goals of the Institute and the publications of its account on social networks. Astrobiology and the search for intelligent extraterrestrial life are hardly ever mentioned by the social media team of the Institute. These topics are raised in four posts: they are considered in the context of the search for techno signatures, the view of the Earth as an exoplanet, and during the discussion of methods for finding extraterrestrial life. In the fourth case, astrobiology is only mentioned in the caption to the photograph of the Martian landscape.

Users rarely leave meaningful comments: their reaction is mostly reduced to emoji or short sentences.

The audience is clearly not tuned in to intelligent conversations and discussions, subscribers rarely ask questions. Most of the comments are positive or neutral. However, publication of a photo of Earth from space traditionally attracts the attention of supporters of the flat Earth theory, who either claim that the commented photo somehow proves their theory, or accuse the account of posting digitally manipulated photos.

Our sample includes only three cases of the SETI account replying to the subscribers’ questions. It is also not typical for the account to ‘like’ comments left by the audience.

One of the subscribers expressed frustration with the thematic range offered by the account (original spelling and punctuation were not modified): “Now seti started searching for the water.i was expecting some technical news about alien signals.Ahhhh”.



As a result of all aforementioned peculiarities of @SETIInstitute, the engagement rate of the audience in the last 100 days is extremely low — 0,07 %.

Despite not making a real effort to build any trust with the audience or to post content concerning the topics of the Institute's research, @SETIInstitute frequently posts requests for donations. Every publication of exclusive content (34 posts) is accompanied by such a request.

## Conclusion

Despite the desire to converse with the audience declared on the website of the SETI Institute, its Instagram account features very few interactions with subscribers, and the team clearly does not utilize the opportunities of this media to create any of the much needed positive input in the 'extraterrestrial life debate'.

The SETI team does not seem to be keen to form any brand on their Instagram account. It is not clear from the published content what exactly the Institute is doing. The social media team prefers to fill the account primarily with beautiful imagery.

The analyzed case corresponds to the trend established by researchers of scientific communication, according to which scientific institutions have not yet fully mastered new communication channels and are not always ready for informal interaction (Pavelle, Wilkinson, 2020).

## Bibliography

- Brossard D., Scheufele D.* Science, new media, and the public // *Science*. 2013. V. 339. P. 40–41.
- Ćirković M. M.* Who are the SETI sceptics? // *Acta Astronautica*. 2013. V. 89. P. 38–45. URL: <https://doi-org.ezp.sub.su.se/10.1016/j.actaastro.2013.03.012>.
- Kulchitskaya D. Yu.* Instagram kak instrument formirovaniya imidzha: keys-stadi akkaunta britanskoy korolevskoy sem'i @TheRoyalFamily [Instagram as a New Tool in Image Shaping: Case Study of the British Royal Family Account @TheRoyalFamily]. *Mediaskop3*. (in Russian). 2018. URL: <http://www.media-scope.ru/2479>.
- Pavelle S., Wilkinson C.* Into the Digital Wild: Utilizing Twitter, Instagram, YouTube, and Facebook for Effective Science and Environmental Communication. *Frontiers in Communication*, 5. 2020. URL: <https://doi-org.ezp.sub.su.se/10.3389/fcomm.2020.575122>.
- SETI Institute, URL: <https://www.seti.org/history-seti-institute>.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО ПЛАНЕТАРИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Р. П. Колтунов

Школа № 444, Москва, Россия, krizm13@list.ru

В прошедшем учебном году в школе № 444 появился мобильный планетарий (надувной купол и проекционная установка). На развёртывание необходимо 2–3 часа. После сборки и настройки изображения на куполе 10–15 минут достаточно, чтобы начать работу. Одновременно можно разместить 15 человек в удобных креслах. Приходится регулировать постоянно поток воздуха для поддержания купола в оптимальном надутом состоянии. В поставке имелось определенное количество коротких демонстрационных роликов.

Начали работу в сентябре–октябре, пригласив в рамках уроков окружающего мира учащихся вторых классов. Ребятам показывали небольшой мультфильм, чтобы познакомить с возможностями сферической графики, а также научный фильм о световом загрязнении планеты. После просмотра совместно с классным руководителем шло обсуждение поднятой в фильме проблемы. В середине октября работа со школьниками из-за дистанционного обучения была приостановлена до весны.

Параллельно приходили ребята подготовительной группы детского сада. Им также демонстрировали небольшой мультфильм и показывали фильм про звёздное небо. Мальчики и девочки проявляли интерес к увиденному, задавали вопросы по фильму. Уходили все счастливыми и довольными, просили прийти снова.

После выхода на очное обучение в январе приглашали под купол ребят 10-х классов в рамках уроков астрономии. Показывали ролики об истории развития и появлении астрономии, системах координат звёздного неба, законах движения небесных тел, созвездиях, планетах и нашей галактике.

В рамках уроков физики учащимся 9-х и 11-х классов показывали фильм об атомной энергии и использовании ускорителей элементарных частиц в разных областях науки. На куполе хорошо демонстрируется устройство и принцип работы ускорителя частиц.

Достаточно трудно найти новые фильмы для купольного показа. Рынок представлен несколькими компаниями, которые, по нашему мнению, существенно завышают цены. Хотелось бы иметь ресурс, где можно было бы скачать учебные фильмы для среднего образования.

В июне в ходе обязательной практики учащихся 10-х классов ребята из информационно-технологического профиля попробовали сделать презентации и снять короткие ролики для показа на куполе. Учащимся пришлось изучить принципы создания сферических изображений, познакомиться с соответствующим программным обеспечением. Ребята активно включились в работу, научились создавать и обрабатывать изображения для купольного показа. Получилось в результате по-разному, но есть озвученный фильм и несколько презентаций, которые сделаны хорошо и будут использованы для проведения занятий в этом году.

Наличие в школе мобильного планетария повышает интерес к изучению астрономии. В нашей школе регулярно есть участники и призёры заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников по астрономии. В новом учебном году работа будет продолжена, есть интересные идеи по использованию изображений на куполе.

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

**В. О. Кондакова**

Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, Елец, Россия  
kvenetta@gmail.com

Хотя космическая эра стартовала более 60 лет тому назад, говорить о космическом образовании начали не так давно. Между тем, по мнению Стивена Хокинга, выход человека в космос «полностью изменит будущее человечества и, возможно, определит, есть ли у нас вообще какое-то будущее. Это не решит никаких насущных проблем на планете Земля, но даст нам возможность посмотреть на них с другой стороны и заставит смотреть больше вперёд, чем оглядываться назад. Надеюсь, это объединит человечество для решения общих задач» [1]. Ближний космос постепенно становится частью среды обитания и деятельности человека, и вот уже околоземное космическое пространство рассматривается как элемент окружающей природной среды. Но освоение космоса приводит к нарушению его экологии.

Проблема загрязнения космоса не нова: ещё в 1976 г. по решению Комитета по космическим исследованиям (КОСПАР, от английского COSPAR — Committee on Space Research) при Международном совете по науке (International Council for Science, ICSU) была создана комиссия по рассмотрению антропогенных воздействий на околоземное космическое пространство, связанных с деятельностью человека на Земле и в космосе. Причиной создания комитета являлось осознание того факта, что освоение космического пространства приведёт к возникновению проблем, которые являются до известной степени характерными и для земной экологии: воздействие космических транспортных средств на околоземное космическое пространство, его загрязнение выбросами газообразных, жидких и твёрдых отходов из космических производственных комплексов. Кроме того, рассматриваются проекты отправки в космос высокотоксичных и радиоактивных отходов наземных промышленных предприятий. Проблема экологии космоса является комплексной, для её решения необходимо международное сотрудничество. Но чем раньше мы начнём говорить об этих проблемах, тем больше шансов на то, что она все же будет решаться.

Выход человека в космос требует не только развития соответствующей техники, разработки программ освоения космоса, решения проблем экологии космоса, но и подготовки кадров для космической отрасли. Между тем, в последние годы профессии, связанные с космосом, стали не столь популярны, как были в СССР. Мало кто из школьников мечтает стать астронавтом, а о других «космических» профессиях они часто даже и не знают. Именно поэтому космическое образование становится все более актуальным. И чем раньше это образование начнётся, тем большее число учащихся будет в него вовлечено.

На наш взгляд, начинать космическое образование детей следует уже в начальной школе. В этом возрасте ребята очень любознательны, им хочется и нравится познавать окружающий их мир. Создано довольно много познавательных мультипликационных фильмов: серия «Все о космосе и звёздах» Смешариков, «Астрономия для самых маленьких» от StarMediaKids, космическая серия есть и в сериале о Лунтике. Так что дети часто удивляют родителей своими познаниями о космосе! Профессия космонавта окутана тайной и романтикой. А ведь для многих ныне учащихся начальной школы космические экскурсии могут стать реальностью! Именно поэтому и экологические проблемы освоения космического пространства должны рассматриваться как можно раньше. Уже сейчас в начальной школе проводятся космические уроки, а мероприятия, приуроченные ко дню космонавтики, являются традиционными. Но этого недостаточно. И тут на помощь придут внеурочные мероприятия.

Они могут быть организованы в игровой форме, что делает их более привлекательными и интересными для учеников. Наибольшей эффективности можно достичь, если в процессе игры дети получают некоторые знания. Такому подходу наиболее соответствуют учебно-воспитательные мероприятия. Основные задачи такого вида внеурочной работы – активизация познавательной деятельности школьников, расширение их кругозора, развитие интереса к познанию окружающего мира, углубление знаний, формирование гражданской позиции учеников.

Пример такого мероприятия приведён в данном докладе. Форма организации мероприятия: квест-игра. Проводить его желательно в классе, так как будут использоваться компьютер, проектор, колонки. Но игра начинается ещё до входа в класс: детям предлагают совершить «последние шаги на Земле», при этом ребята имитируют прощание с любимыми, машут руками и заходят в «корабль» (класс). Наш «космический корабль» обладает интеллектом: он приветствует астронавтов (с компьютера воспроизводится заранее записанный текст) и объясняет, какие бывают космические корабли. Рассказ сопровождается демонстрацией кораблей: Союз, Шаттл, Буран и т. д. Затем «корабль» сообщает, что начинается обратный отсчёт старта: все вместе считают вслух от 10 до 1 и «стартуем». На экране появляется сообщение о скорости, которую набирает наш «корабль», дети при этом «испытывают» перегрузки. Предлагаем также сравнить скорость нашего «корабля» с известными скоростями разных тел на Земле: скорость пешехода, велосипедиста, машины, самолёта.

Компьютер сообщает, что «кораблю» выведен на орбиту. Обсуждаем вопросы: что такое орбита? На какой мы высоте? Предлагаем «астронавтам» сравнить высоту орбиты с высотой Эвереста, а также с максимально допустимой высотой самолёта. В «иллюминаторе» — на экране — мы видим МКС. Сведения о ней также сообщает нам умница-«корабль».

А что испытывают космонавты на МКС? Обсуждаем, что такое невесомость, можно ли испытать это состояние на Земле. Разобраться с этим сложным понятием нам помогают космонавты: включаем видео от космонавтов, в котором они рассказывают о своей жизни и работе на МКС (используем «Уроки из космоса», например, о невесомости <https://www.youtube.com/watch?v=eXdYdENkSFM>).

Наш умный «корабль» рассказывает о космических «соседях» — искусственных спутниках Земли, на экране демонстрируются изображения спутников, показаны их орбиты. А что происходит со спутниками, которые уже не используются, или вышли из строя? Как утилизируют мусор космонавты, ведь они возвращаются без него? А вдруг по пятам за станцией ходит черная дыра и глотает все подряд? «Корабль» рассказывает о проблемах космического мусора и о том, как трудно решить эту проблему. Возможно, наши «астронавты» смогут помочь. Далее дети работают в группах. Задание: разработать проект по утилизации космического мусора и подготовить презентацию своего проекта (выдаются листы ватмана, карандаши, фломастеры и т. п.). Так как «полёт» продолжается довольно долго (на экране в это время демонстрируются снимки из космоса), команды успевают подготовить проекты. Защита проектов происходит также на «борту корабля». Итак, нас ожидает «посадка» и «пресс-конференция», на которой юные «астронавты» расскажут свои впечатления о своём воображаемом космическом путешествии.

При разработке этого мероприятия мы старались не только сообщить учащимся готовые знания, познакомить их с проблемами, которые возникают при освоении космического пространства, но и вовлечь в процесс решения этих проблем. Организация космического образования в начальной школе вызывает необходимость разработки разнообразных мероприятий космической тематики. Эти вопросы ждут своего решения в рамках согласованных усилий образовательных организаций и научно-технических сообществ России.

## Литература

[1] Хокинг С. Краткие ответы на большие вопросы. М.: Бомбора, 2019. 256 с.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ МАГИСТРАНТОВ В АСТРОКОСМИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ ИМ. С. П. КОРОЛЁВА

М. Ю. Королёв, Ю. С. Яблшевская<sup>2</sup>, С. С. Яблшевская

МПГУ, Москва, Россия myu.korolev@mpgu.su,  
yus.yabloshevskaya@mpgu.su, ss\_yabloshevskaya@mpgu.org

Интерес школьников к астрономии и космонавтике в России увеличился после запуска первого космического спутника и достиг максимума после полёта первого человека в космос. Важно отметить, что первыми в космосе побывали советские космонавты и это повлияло на возросший интерес к данной области. Однако, по результатам многочисленных опросов, направленных на изучение уровня астрономической грамотности, можно сделать вывод, что на сегодняшний день он достаточно низок. Также появилась тенденция смешивать научные знания и псевдонаучные. Так, возрос интерес в астрологии. Нами был проведён небольшой опрос, в котором участвовала аудитория, заинтересованная астрономией, но даже среди них 20 % опрошенных доверяют астрологам. О важности преподавания астрономии в школе Е. П. Левитан писал: «Преподавание астрономии в школе совершенно необходимо, так как получаемые в курсе астрономии знания способствуют развитию интеллекта учащихся, формируют научное представление о Вселенной, являются мотивом к учёбе и непрерывному образованию, создают иммунитет к восприятию повсеместно распространяемого оккультизма и откровенного мракобесия» [6].

Современные дети также интересуются астрономией, но, как отмечал директор Большого новосибирского планетария Сергей Масликов, «современных школьников тоже интересует эта тема. Просто они ничего про астрономию и космонавтику не знают, никто не рассказывал». Чтобы улучшить данную ситуацию необходимо на всех этапах обучения сопровождать общий курс астрономии кружками по тематике. Для реализации этой идеи, а также улучшения подготовки студентов по астрономии в 2018 г. в Московском педагогическом государственном университете (МПГУ) в Институте физики, технологии и информационных систем (ИФТИС) был открыт Астрокосмический комплекс им. С. П. Королёва (АКК им. С. П. Королёва) [2, 3].

Астрономия тесно связана с различными предметами естественнонаучного цикла. Например, при изучении географии ученики могут заинтересоваться как ориентировались мореплаватели, не имея современных навигационных устройства, какие приборы могли использовать и какие объекты на небе позволяли выбрать нужный курс. На кружке «Академия юного астронома» в АКК им. С. П. Королёва дети изучают, как можно ориентироваться по звёздам, а также какие простейшие астрономические приборы они могут сделать из подручных средств (решая задачи, обучающиеся также применяют на практике знания, полученные ими на уроках геометрии). При изучении механики, ядерной физики обучающимся можно приводить примеры из астрономии, а также рассмотреть те физические методы исследования в астрономии, которые, например, помогли изучить состав звёзд. В АКК им. С. П. Королёва проходят занятия по астрономии для школьников, которые помогают им понять взаимосвязь различных естественнонаучных дисциплин через астрономию. Как отмечает М. А. Винник, астрономия может претендовать на роль системообразующего фактора современного естествознания [1]. Естествознание — это не просто набор знаний из области естественных наук, а система наук, взятых в их взаимосвязи. Объектами изучения астрономии являются все объекты Вселенной, т. е. мы изучаем мир вокруг нас и наше место в нём. С помощью смежных дисциплин, таких как астрофизика, астрогеология, астробиология и других можно лучше понять законы природы на всех уровнях организации природы.

Для того чтобы преподавать астрономические кружки и школьный курс астрономии необходимы специалисты, которые могут представить астрономию во взаимосвязи с другими естественнонаучными дисциплинами. В 2019 г. в ИФТИС МПГУ был заключён договор с Институтом астрономии РАН и создана (на базе ранее существовавшей кафедры) кафедра физики космоса — базовая кафедра ИНАСАН (Института астрономии РАН). Осенью того же года была открыта новая магистерская программа «Астрокосмическое образование в системе современного естествознания» по направлению подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование» [4, 5]. Выпускники этой магистерской программы имеют подготовку не только в области астрономии, но и в целом естествознания. Данная магистерская программа носит интегративный характер. Она направлена по подготовке не только учителей астрономии, но и специалистов, которые могут преподавать школьные естественнонаучные курсы, вести кружки, а также работать со школьниками в рамках проектной и исследовательской деятельности.

Обучающиеся по данной программе магистранты изучают не только астрономию и естественные науки, но и методику их преподавания, а также основы проектной деятельности. Особенностью данного подхода является то, что выпускники обладают знаниями, связанными с астрономией, астрофизикой и космологией, а также разбираются в общенаучных и методологических вопросах. Выпускники знакомятся с основами современных технологий в науке и образовании и могут строить свои занятия, используя инновационные методики.

В ходе обучения, обучающиеся проходят практики различного типа, в том числе, педагогическую практику, научно-исследовательскую практику, научно-исследовательскую работу (по написанию магистерской диссертации). Ряд студентов проходят данные практики на базе Астрокосмического комплекса им. С. П. Королёва. Они проводят занятия и мастер-классы со школьниками, читают для них научно-популярные лекции, ведут исследовательскую работу.

В АКК им. С. П. Королёва проходят не только различные кружки для школьников, но и занятия со студентами, курсы повышения квалификации. Некоторые занятия проводят магистранты и аспиранты кафедры физики космоса — базовой кафедры ИНАСАН. Некоторые аспиранты апробировали свои диссертации в АКК им. С. П. Королёва, а магистранты разработали часть уроков для своих магистерских диссертаций и провели их. Результаты их работ были представлены на всероссийских и международных конференциях. Например, один из авторов данной статьи выполнил в магистратуре курсовую работу на тему «Первые животные в космосе», которая в дальнейшем была апробирована в качестве кружка для школьников на базе АКК им. С. П. Королёва. На проводимых занятиях школьники узнали о полётах различных животных в космос, с какой целью организовывался полёт и некоторые их результаты. Анализ уроков показал, что имеется большая заинтересованность школьников разного возраста в изучении данной тематики. Эта работа также была представлена в виде доклада на конференции «Эксперимент в космосе. Космос для всех — 2021», проведённой в Институте космических исследований РАН.

В результате совместной работы кафедры физики космоса — базовой кафедры ИНАСАН и Астрокосмического комплекса им. С. П. Королёва обучение магистрантов становится практикоориентированным и появляются новые кружки по астрономии, которые носят интегративный характер и развивают интерес у школьников к дальнейшему изучению естественнонаучных дисциплин.

## Литература

- [1] Винник М.А. Астрономический компонент как системообразующий фактор естественнонаучной подготовки в вузе: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. М., 2012. 42 с.



- [2] *Исаев Д. А., Королев М. Ю., Яблошевская Ю. С.* Развитие астрономического образования как необходимый элемент модернизации системы педагогического естественнонаучного образования // *Физика в школе.* 2019. № 5. С. 56–62.
- [3] *Исаев Д. А., Яблошевская Ю. С.* Формирование разноуровневой образовательной среды на базе Астрокосмического комплекса имени С. П. Королёва // *Сб. материалов 1-й Всероссийской конф. по космическому образованию «Дорога в космос».* М.: ИКИ РАН, 2019. С. 174–176.
- [4] *Королев М. Ю.* Концепция магистерской программы «Астрокосмическое образование» // *Сб. науч. тр. 15-й Международной конф. «Физика в системе современного образования (ФССО-19)».* СПб: Рос. гос. пед. ун-т им. А. И. Герцена, 2019. С. 44247.
- [5] *Королев М. Ю.* Роль и задачи образовательной программы «Астрокосмическое образование» при подготовке магистров в педагогическом университете // *Сб. материалов 1-й Всероссийской конф. по космическому образованию «Дорога в космос».* М.: ИКИ РАН, 2019. С. 216–219.
- [6] *Левитан Е. П.* Быть или не быть школьной астрономии // *Земля и Вселенная.* 2010. № 1. С. 41–48.

## «УРОКИ ГЕОГРАФИИ С ОРБИТАЛЬНОЙ ВЫСОТЫ»: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ

С. Т. Кудякова<sup>1</sup>, Л. В. Десинов<sup>1</sup>, С. Е. Десинов<sup>1</sup>, В. А. Рудаков<sup>1</sup>,  
Д. М. Аюкаева<sup>2</sup>, О. А. Юрина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт географии РАН, Москва, Россия, kudyakova@igras.ru

<sup>2</sup> Ракетно-космическая корпорация «Энергия», Королёв, Россия  
diana.ayukaeva@rsce.ru

В 2021 г. отмечено 20-летие проведения на Российском сегменте Международной космической станции космического эксперимента (КЭ) «Ураган». За время своего существования российскими учёными и космонавтами удалось оперативно раскрыть причины произошедших на территории страны природных катастроф, подготовить научные обоснования природных и техногенных явлений, решить целый ряд практических задач. На текущий момент накоплено порядка 500 тысяч космических снимков, выполненных для обеспечения проведения исследований в рамках научной программы. В то же время, они несут не только научную ценность. Фактически, фотографии Земли из космоса находят живой отклик у широкого круга населения. И КЭ «Ураган» — один из тех немногих экспериментов, результаты и «продукты» которого могут быть представлены публике, они интересны, понятны и доступны. Это подтверждает и обязательное наличие у каждого из космонавтов, отправляющихся в очередную экспедицию на МКС, странички в сети Instagram, основное наполнение которых — фотографии Земли.

Современная тенденция к ускорению цифровизации в школах, запрос социума на качественные образовательные продукты, доступные к изучению из любой точки земного шара с наличием доступа к сети Интернет, в большей степени актуализируют работу над проектом «Уроки географии с орбитальной высоты». Напомним, что он инициирован Институтом географии, при участии ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С. П. Королева» и ГК «Роскосмос». Главная цель «Уроков...» повышение эффективности географического образования в школе. Активное внедрение в повседневную жизнь спутниковых изображений, аэрофотосъёмки с БПЛА и др. пока не нашло достойное отражение в учебных пособиях для школ и ВУЗов. Создаётся ситуация информационного шума — с одной стороны материалы ДЗЗ стали более доступны и есть иллюзия лёгкого понимания любого снимка, с другой стороны — каждый снимок нужно уметь «читать», а для этого необходимо обладать, в том числе, качественными географическими знаниями. По мнению авторов, лучшим видом орбитальной съёмки земной поверхности для целей образования являются пейзажи, снятые с борта МКС по разделу «Географическое образование» программы «Ураган». Космонавты имеют возможность целенаправленно выбрать объект и ракурс съёмки для демонстрации особенностей ландшафтов Земли и объектов инфраструктуры, проявления экологических проблем и природных процессов. Основная работа над проектом продолжается и в настоящее время. И ключевая цель — создание образовательного продукта. Подробнее содержание «Уроков...» представлено в сборнике конференции «Космическое образование России «Дорога в космос» за 2019 г. [1].

В процессе создания проекта проводилась и апробация его материалов. Так стоит отметить уникальное в плане технического обеспечения мероприятие, проводившееся в рамках «Космической смены» в Артеке в апреле 2018 г. При поддержке ГК Роскосмос был организован телемост одновременно на три площадки — «Артек-МКС-Казанский федеральный университет» (КФУ выступал как один из разработчиков блока «Уроков...»). В режиме реального времени космонавты Олег Артемьев и Антон Шкаплеров (МКС-55) проводили открытый урок географии, основанный на материалах проекта. В течение 40 минут связи, по трассе

пролёта МКС над Артеком и территорией нашей страны, космонавты смогли передать не только географические знания, но и показать школьникам и студентам на площадках, как они проводят фотосъёмку, как выбирают ракурс, как находят природные объекты [2, 3].

Дальнейшая разработка продукта позволила применить «Уроки...» в качестве базовых материалов для ведения проектной деятельности в школе на дополнительных учебных занятиях. Апробация такой работы была проведена в 2020/2021 учебном году. В 2020 г. на профильных конференциях педагогического сообщества авторами было вынесено предложение об участии учителей географии совместно с учениками 8–10-х классов в конкурсе «Взгляд с орбиты» [4] космического эксперимента «Великое начало» [5], постановщиком которого является РКК «Энергия».

На адрес проекта (issledovanie@rscf.ru) поступило порядка 40 заявок от учителей и школьников со всей страны. Среди них был проведён отбор на соответствие формальным требованиям и доступным объектам исследования. Здесь стоит отметить высокий интерес со стороны учителей и школьников к природным объектам и процессам на территории нашей страны. К сожалению, не все объекты и заявки на исследования были доступны для изучения в силу особенностей полёта станции. И здесь мы возлагаем надежды на новый проект разработки орбитальной станции РОСС, которая откроет большие возможности для изучения обширной территории России. По итогу первичного отбора было выбрано 10 проектов для дальнейшей разработки. Под научным руководством ведущего научного сотрудника Института географии РАН — Льва Васильевича Десинова, совместно с учителями географии школьники разрабатывали актуальные эколого-географические темы, как например «История вопроса обмеления Аральского озера: причины, последствия, пути решения».

На создание и ведение проектов ушло порядка 6 месяцев. За это время участникам были предоставлены архивные материалы фотосъёмки, а также осуществлялась съёмка объектов исследований. У конкурсантов была уникальная возможность включить темы своих проектов в журналы бортовых заданий космонавтов. В марте 2021 г. готовые работы переданы жюри, представленному организаторами конкурса — Героем России, лётчиком-космонавтом А. Ю. Калери, директором Института географии РАН, член-корреспондентом РАН О. Н. Соломиной, научным руководителем космического эксперимента «Великое начало» доктором технических наук, профессором М. Ю. Беляевым. В финал конкурса вышло три проекта, два из которых разработаны московскими школьниками, и один — школьником из Калужской области. Победители были торжественно награждены в доме-музее С. П. Королева в Москве. (Подробнее о конкурсе и работах можно узнать на портале [6]).

Полученный опыт применения результатов космической съёмки, выполняемой российскими космонавтами в рамках экспериментов на МКС, лишней раз подтверждает необходимость и важность проводимой работы. Неоднократно в среде профессионального педагогического сообщества встречалась положительная оценка и активный запрос на разработку такого продукта как «Уроки географии с орбитальной высоты». Широкий спектр применения космических снимков Земли, на наш взгляд, помогает ответить на современные вызовы и задачи, стоящие перед образованием, и помогает сделать его чуть более космическим.

## Литература

- [1] Десинов Л. В. и др. Уроки географии с орбитальной высоты» в программе «Ураган» на Международной космической станции // Космическое образование в России «Дорога в космос»: сб. тез. М.: ИКИ РАН, 2019. С. 122–125.
- [2] Космонавты с борта МКС провели для артековцев урок географии. URL: <https://artek.org/press-centr/news/kosmonavty-s-borta-mks-proveli-dlya-artekovcev-urok-geografii/>.

- [3] Космонавты МКС провели урок для студентов Казанского федерального университета. URL: <http://tass.ru/obschestvo/5134770>.
- [4] Взгляд с орбиты. О проекте. URL: <https://gagarin.energia.ru/vieworbit.html>.
- [5] Космический эксперимент «Великое начало». URL: <https://gagarin.energia.ru/about-ru.html>.
- [6] Награждение победителей проекта «Взгляд с орбиты». URL: <https://gagarin.energia.ru/explain/310-nagrazhdenie-pobeditelej-proekta-vzglyad-s-orbity.html>.

## К ПРОБЛЕМЕ КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Л. К. Кузьмина

Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева (КАИ), Казань, Россия, Lyudmila.Kuzmina@kpfu.ru

«...мы ценим сотрудничество с Россией...,  
потому что в **России лучшие в мире инженеры...**»  
*Дж. Байден*, вице-президент США, 2011

Почему именно в СССР, в России — *лучшие в мире инженеры*? Почему именно СССР оказался **первым в Космосе**? *Ответ простой* — потому, что **именно в России с 1878 г. и в СССР обучение будущих инженеров было основано на курсе ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ!** А именно **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА обеспечивает фундаментальность и профессионализм в знаниях и в понимании явлений окружающей среды!** Наша Отечественная история блестяще подтверждает это.

В истории развития Человечества следует выделять особые периоды. Среди них период, связанный с выдающимися событиями, ознаменовавшими собой начало Новой Эры в жизни землян — Космической Эры. Эта Эра ведёт свой отсчёт с 4 октября 1957 г.: запущен **первый в мире искусственный спутник Земли (советский «Спутник-1»)**.

Следующий важнейший этап в этом направлении связан с началом активного освоения космического пространства: 12 апреля 1961 г. *впервые в мире* осуществлён первый полёт Человека в Космос — **Юрий Алексеевич Гагарин**. «Поехали!», — услышал весь Мир. Этот полёт Ю. А. Гагарина длительностью 108 минут стал *мощным прорывом в освоении Космоса*. Началась *новая ступень* Космической Эры для Человечества: Эпоха пилотируемых космических полётов.

Эта Эпоха знаменуется **выдающимися достижениями** в освоении космоса, **реализованными на базе фундаментальной науки и продуманной инженерной практики**: от *первого*, советского, спутника Земли (1957) — к запуску *первого* Человека на космическую орбиту (Ю. А. Гагарин, 12 апреля 1961 г.), к орбитальным спутниковым группировкам и Международным орбитальным станциям, к полётам и высадке на Луну, к полётам на другие планеты...

С именами великих **механиков и математиков**, с *Отечественными научными и научно-конструкторскими Школами*, признанными во всем мире, возглавляемыми выдающимися Отечественными **инженерами-механиками**, Генеральными Конструкторами ракетно-космической техники, связаны научные теории и методы, явившиеся основой и фундаментальной базой для первых космических расчётов, теоретических и прикладных исследований, в том числе, для задач динамики небесных тел и искусственных спутников, для инженерных задач космических полётов.

*Именно фундаментальное высшее инженерно-техническое образование; сильные научные школы, высокие идеи, беззаветная преданность и неистощимый энтузиазм обеспечили Стране Советов возможность такого блестящего прорыва в науке, в технике, в идеологии. Эти положительные результаты были обеспечены профессиональным героизмом Отечественных представителей науки и техники и политики Высшего руководства, сделавших фантастику реальностью, а Советский Союз — Победителем (Победителем в борьбе за Мир...).*

Огромное значение для успешного развития всей авиационной и ракетно-космической техники и освоения Космоса в целом имеет тесная **междисциплинарная связь** между фундаментальными и прикладными областями науки и между её отдельными дисциплинами.

Важнейшая роль во всем этом принадлежит, в первую очередь, **Механике. Непреходящая роль Теоретической Механики как фундаментальной базовой научной дисциплины для всех других дисциплин и для нашего Знания в целом является неоспоримым фактом.** Теоретическая Механика снабжает нас моделями и методами, *покрывающими все области теории и инженерной практики.*

Предмет нашего исследования связан с общими проблемами моделирования и анализа сложных систем, в том числе — применительно к задачам авиации и космонавтики.

Тематика работы посвящена некоторым аспектам основ механики и инженерного образования. Рассматриваются актуальные вопросы, связанные с уровнем и качеством фундаментальных знаний по теоретической механике при подготовке специалистов (инженеров-механиков) как в общеинженерных областях, так и применительно к сложнейшим многодисциплинарным областям авиационной и ракетно-космической техники. Обсуждаются принципы изучения теоретической механики в высшей школе, приводящие к эффективным приёмам в процессе познания, с поиском таких методов предметного обучения, которые были бы одновременно обучающими, активизирующими и управляющими познавательной деятельностью. Это было предметом специальных обсуждений крупнейших механиков, учёных-педагогов, хорошо известных в России и за рубежом (А. Н. Крылова, А. П. Минакова, А. Ю. Ишлинского, Н. Г. Четаева, П. В. Харламова...). *Изучаются некоторые общие аспекты особенностей курса теоретической механики, выделяющие его среди других базовых дисциплин инженерного образования.* Также анализируются затруднения в усвоении, в понимании основ механики и в обучении, вызываемые ими. Причём, как показывают специальные исследования, *они носят систематический характер, обусловлены объективными причинами,* что и является источником «тормоза» в усвоении законов механики и длительного «процесса адаптации» при обучении. Обсуждаются пути и методы, психолого-методические аспекты развития интуитивных теорий и моделей в механике.

*Теоретическая механика (это — наука о движении макротел в пространстве) имеет отношение ко всем явлениям природы и творениям техники, ко всем естественным научным дисциплинам. Изучение механики в высшей школе имеет определяющее значение для формирования навыков и мышления будущего СПЕЦИАЛИСТА, для развития его интеллекта в целом.* Основная цель теоретической механики — выявление, познание и практическое применение общих законов механического движения. *Без усвоения механики не может быть современного инженерного и университетского образования. Этот главный принцип был заложен как основа преподавания в Инженерной Школе классическими традициями известной русской Школы Механиков, развитых фундаментальными трудами «Отцов Русской Авиации» — Н. Е. Жуковского, С. А. Чаплыгина, а также А. Н. Крылова, Н. Г. Четаева...*

У истоков этой Эпохи освоения Космоса, с углублённым развитием по всем направлениям фундаментальной и прикладной космонавтики, — её основатель, великий русский учёный **Константин Эдуардович Циолковский.** Эта Эпоха знаменуется *выдающимися достижениями* в освоении Космоса, реализованными на базе фундаментальной науки Механика, что, в свою очередь, *сгенерировало* последующий *качественный скачок в развитии нашей Цивилизации в целом!*

В нашем исследовании выделяется, что огромное значение для развития всей сложнейшей ракетно-космической техники и для успешного решения задач освоения Космоса имеет тесная *междисциплинарная связь* между фундаментальными и прикладными областями науки в целом и между её отдельными дисциплинами. Первостепенную роль во всем этом играет **Механика.** Повторим ещё раз: **Непреходящая роль Теоретической Механики как фундаментальной базовой научной дисциплины** для всех других дисциплин и для нашего Знания в целом является неоспоримым фактом. Механика снабжает нас моделями и методами, *охватывающими все области теории и инженерной практики.*



• Именно Механика является «основным фундаментом» для развития всех смежных дисциплин, в которых изучаемые объекты — *междисциплинарные* системы, требующие знаний из различных научных областей. Именно на стыке различных дисциплин происходит зарождение новых гипотез, обеспечивающих глубокое познание окружающего Мира, с пониманием происходящих процессов;

• *Без Механики, без тесных междисциплинарных связей* между теоретическими и прикладными областями, между различными дисциплинами Науки *невозможно* углубление нашего Знания в целом, в том числе — *успешное исследование Космоса*.

При этом именно Механика подтверждает:

**«Истинная теория не может быть линейной»**

*А. Эйнштейн,*  
Нобелевский Лауреат

**Единство — в разнообразии**

*В. Лакшмикантам,*  
Президент Международной  
Федерации Нелинейных Аналитиков

В проведённом в работе исследовании подчёркиваются и выделяются **7 основных принципов в развитии научных основ моделирования:**

**1.** Вся эта успешная научная, инженерно-конструкторская деятельность в ракетно-космической области подтверждает непреходящее значение гносеологического принципа **академика В. И. Вернадского**, основателя новейшей теории о **Ноосфере**:

*«...мы специализируемся не на науках, а на проблемах. Эти проблемы не укладываются в рамки одной, определенной, развитой области Науки...»;*  
*«...это — эмпирические обобщения, которые являются подтверждением факта, не имея для этого объяснения...».*

**2.** А это умение *эмпирических обобщений* обуславливается именно фундаментальной дисциплиной *«Механика»*, в процессе обучения которой чрезвычайно важно помнить «принципы» **академика А. Н. Крылова**: **«Специалист (Инженер) должен не только знать, но также — «понимать»** (чтобы быть способным — **«знать как»**);

Настоящий Специалист (**Инженер**) должен *развивать не только свой ум, но и свои чувства* так, *чтобы они его не обманывали;*

он должен *не только уметь смотреть, но и «видеть»;*

он должен уметь *не только слушать, но и «слышать»*, не только *нюхать, но и — «чуять»...*;

свои умозаключения он должен сводить не к робкому декартову «мыслью — значит существую», а к твёрдому, практическому:

*«я это вижу, слышу, осязаю, чую — значит, это так и есть».*

Мы должны помнить и понимать:

*«Математика — это мельница, которая способна перемолоть все, что будет положено между её жерновами».*

И именно **Теоретическая Механика** помогает нам научиться **умело пользоваться** этим мощным инструментом:

**«Механика — это сплав математики со здравым смыслом», — М. Т. Нужин, ректор КГУ.**

В исследовании выделяется, что главная **задача теоретической механики** — дать общее развитие, необходимые навыки, **научить учиться моделировать**. Как? Анализ и постановки — в этом нашем исследовании.

*«Затруднения не в вопросе, что нужно сделать, но как сделать. А это вопрос педагогической техники», — А. С. Макаренко.*

**Вся организация учебного процесса по теоретической механике** для будущего инженера-механика всегда была посвящена этой задаче, и это связано с особенностями предмета, выделяющими его среди других дисциплин; с **особыми** затруднениями при усвоении отдельных вопросов.

Суть этих **особенностей** анализируется в данном исследовании.

Отмечается, что в системе высшего образования **мы все вместе должны выделить для себя** в качестве девиза в нашей работе слова **Президента нашего Отечества:**

**В. В. Путин, 2014** Съезд Российского союза Ректоров (РСР):

*«Главная задача Высшего Учебного Заведения — подготовка специалистов. Вуз создаётся не для того, чтобы деньги зарабатывать, а для того, чтобы специалистов готовить... Мы не должны упускать... главного».*

*«Главное» — это качественное профессиональное высшее инженерное образование, чем всегда прежде отличалась отечественная система образования:*

*«...мы ценим сотрудничество с Россией..., потому что в России лучшие в мире инженеры...», —* Джозеф Байден, вице-президент США (2011).

**Подчёркивается дополнительно:**

**уникальная отечественная система образования инженеров, называемая «русским методом обучения ремёслам», возникшая в Императорском Московском техническом училище, получила мировое признание с 1878 г. (!).** «Русский метод» характеризуется **оптимальным сочетанием** в учебных планах технического университета **фундаментальных естественнонаучных и математических дисциплин, общинженерных и специальных дисциплин. Именно в России впервые в мире родился курс теоретической механики, возникший в ИМТУ в 1878 г., разработанный Н. Е. Жуковским, который впервые в мире ввёл в обучение для будущих инженеров курс теоретической механики, состоящий из трех частей (статика, кинематика, динамика)... Впервые в мире была создана кафедра ТМ (теоретической механики) по инициативе Н. Е. Жуковского...**

Отмечается также, что нигде в мире не было ранее (и нет сейчас) курса ТМ в системе инженерного образования, нигде в университетах — нет кафедр ТМ... Именно поэтому, именно в России — «лучшие в мире инженеры» (Джозеф Байден, вице-президент США)...

К этому добавляется, что принцип фундаментальной механико-математической подготовки в инженерном образовании был заложен также **Николаем Гурьевичем Четаевым** (инициатором создания КАИ в 1930 г.) и для Казанского Авиационного Института; и институт неуклонно следует ему и в настоящее время...

Приводится также поучительный **вывод о важнейшей роли образования**, который сделал в 1872 г. после победы Германии в войне с Францией канцлер О. Бисмарк: **«Войну выиграл школьный учитель...»,** — подчёркивая этим, что **именно школа (ОБРАЗОВАНИЕ)** сыграла исключительную роль в создании образованного и дисциплинированного поколения...

В заключение отмечается, что тенденция, преваляровавшая ранее, — разделенность между дисциплинами и углубление специализации по отраслям знаний, — в настоящее время постепенно изменяется. Отчуждение и разрыв между разными дисциплинами в науках и искусствах неуклонно убывает. Идеалом, который уже сейчас вырисовывается в области возможного, является объединение продуктивно и серьёзно работающих учёных в двух или трех разных, казалось бы, совершенно не соприкасающихся, дисциплинах, таких, как, например, математика и антропология, политические науки и музыка, химия и философия, история и математика...

Конечно, при этом необходимо продолжать углублять академическую специализацию, но также важно работать и в направлении *интеграции* Знания в целом. **Специфическая роль** в этом **принадлежит Теоретической Механике, в первую очередь,** — в решении проблем моделирования окружающего мира; **Теоретическая Механика** вместе с математикой *даёт нам эффективный рабочий инструмент* для возможности углубления в Познание, расширяя границы своего применения на все области Знания.

Это — **особая функция Механики, универсальной науки о моделировании явлений окружающего мира,** которая снабжает нас *конструктивным инструментом* для расширения нашего Знания в целом, с распространением границ своего применения на все области науки. Это понимание было подтверждено и на XII Всероссийском Съезде по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики (19–24 августа 2019 г., УФА). В выступлениях на XII Съезде весьма полно была отра-

жена эта ведущая роль Механики для междисциплинарных исследований во *всем многообразии естественно-научных и гуманитарных дисциплин*, подтверждая обобщающий тезис, сформулированный в своё время ректором Казанского университета профессором М. Т. Нужиным: **«Механика — это сплав математики со здравым смыслом»**.

И именно Теоретическая Механика, Универсальная Организационная Наука, *фундаментальная наука об искусстве моделирования для любой области Знания*, позволяет овладеть этим искусством, с развитием «здравого смысла» у будущего специалиста.

Это позволяет подойти и к решению **фундаментальной проблемы моделирования** в общей теории систем, причём — для любой области Знания, включая авиацию и космонавтику. И в связи с этим подчёркивается:

наш МИР — это ОДНА сложная СИСТЕМА.

*«...Я всегда верил, что объективный характер Самоорганизации и Необратимости должен быть основан на качественных характеристиках Динамики; ... Вселенная — Конструкция в развитии, в котором Мы участвуем»*, — И. Пригожин, Нобелевский Лауреат, Почётный Редактор Международного научного журнала «Проблемы нелинейного анализа в инженерных системах».

*«...Теоретическая механика — фундаментальная наука; она является ключевым предметом в подготовке инженеров, математиков, прикладников и физиков-теоретиков, ...Для инженеров она является основой их специальных наук; для математиков — дорогой к современным обобщениям; для физиков — «прелюдией» к теории относительности, к статистической и квантовой механике»*, — Профессор Р. Хилл (R. Hill, Principles of Dynamics, Oxford, 1964).

Главное на сегодня: Теоретическая Механика в полном объёме необходима в любой области Высшего Образования, особенно — руководящему аппарату любого ранга...

*При этом задачи моделирования и качественного анализа выделяются как первостепенные в любых инженерных исследованиях; а методы А. М. Ляпунова — это конструктивный инструмент для их решения.*

В проводимом здесь исследовании выделяется: Механика — это фундаментальная и общеинженерная дисциплина; её роль и место в подготовке высококлассных специалистов в системе Высшего Инженерного Образования определяется чётко:

**Моделирование — это Искусство.**

Этим искусством надо овладеть во всех областях космического образования и освоения Космоса.

*Здесь и ответы на поставленные вопросы:*

*«Я пытаюсь понять, как получилось, что именно Советский Союз оказался первым в Космосе...»*

*Джеско фон Путткамер, соратник Вернера фон Брауна*

*«Мы ценим сотрудничество с Россией, потому что в России лучшие в мире инженеры...»*

*Джозеф Байден, вице-президент США (2011)*

## РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПИКОСПУТНИКА MINISAT

А. А. Кумарин

Самарский университет, Самара, Россия, alky\_samara@mail.ru

Одна из ключевых проблем аэрокосмической отрасли заключается в недостатке квалифицированных и мотивированных кадров. Их необходимо готовить начиная со старшей школы или с младших курсов. Однако без практического закрепления теоретического материала знания усваиваются плохо. Для обеспечения достаточного уровня практики требуется некоторый программно-аппаратный комплекс (здесь и далее для краткости — конструктор). В данной работе были сформулированы свойства такого конструктора, которые по мнению автора должны обеспечить положительный образовательный эффект:

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 полученных навыков вне аэрокосмической отрасли.

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, что может привести к отторжению и недоверию. Так, например, коробочка с надписью «солнечные панели» вызывает усмешки и ухмылки вместо желания работать с конструктором.

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 несоответствий подрывается доверие к конструктору в целом. Если ради удобства или наглядности некоторых промежуточных процессов все же приходится прибегать к установке систем, которых не может быть в реальном аппарате, например, экрана или большого числа светодиодов в конструкторе, то они должны быть опциональными и в методических указаниях должно быть подчёркнуто, что они нужны только для наземной отработки.

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 применение компонентов, которые широко применяются в других отраслях науки и техники.

Лёгкость освоения подразумевает, что конструктор должен содержать в себе составные элементы различного уровня сложности, позволяющими получать осязаемые результаты уже на первом занятии, но при этом содержать запас сложности для последующих занятий. Получаемые 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 все равно есть смысл развиваться без боязни остаться без работы в будущем.

Реализация конструктора, обладающего перечисленными свойствами, должна дать существенный положительный образовательный

эффект. Разработка такого конструктора и стала главной целью данной работы.

Внешняя реалистичность разработанного конструктора заключается в использовании основных положений стандарта CubeSat. Отличием является то, что все характерные размеры для компактности уменьшены в два раза. В основе лежит концепция с рамой, которая позволяет выпускать спутник из транспортно-пускового контейнера, но при этом допускает определенные выступы за 50×50 мм вне направляющих элементов.

Конструктор состоит из бортового компьютера, системы питания, системы связи, системы сбора данных. Все эти системы есть в реальных аппаратах. В качестве датчиков используются акселерометр (в методических указаниях будет пояснено, что он не играет существенной роли в орбитальном полёте, а используется больше при суборбитальных полётах), магнитометр, датчик температуры, давления (аналогично акселерометру), навигационный приёмник, датчики освещённости.

В качестве основного микроконтроллера взята модель с ядром ARM Cortex-M3. Конкретная модель не является используемой в реальных спутниках, однако, само семейство активно используется как в спутниках формата CubeSat, в которых допускается использование комплектующих коммерческого класса (COTS компонентов). Кроме того, данное семейство активно используется в наземном сегменте и потребительской электронике.

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.

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. На момент доклада велась работа над методическими указаниями и примерами программного кода. Апробация планируется в рамках организуемых курсов по работе с конструктором. Кроме того, планируется публикация материалов, что откроет возможности по обучению работы с современной электроникой широким кругам школьников и студентов.

## ПРОЕКТ «КОСМИЧЕСКАЯ ОДИССЕЯ» — ПУТЬ В КОСМОНАВИКУ СО ШКОЛЬНОЙ СКАМЬИ

Лазуткин А. И.<sup>1</sup>, Яковлева Г. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> АО «НПП «Звезда», Томилино, Московская обл., Россия, lazut@rambler.ru

<sup>2</sup> АНО «Космическая одиссея», Красноярск, Россия  
kosmicheskayaodisseya@mail.ru

Низкий престиж инженерных специальностей, отсутствие у молодёжи стремления к созидательной деятельности, иждивенческие настроения и культ «быстрых и лёгких денег» привёл к «вымиранию» инженерной и научной элиты, технологическому отставанию России даже в такой ведущей отрасли как космонавтика и ракетно-космическая промышленность, которые всегда были «локомотивом» национальной экономики и её обороноспособности.

Для обеспечения предприятий ракетно-космической отрасли высококвалифицированными рабочими и инженерами, развития новых технологий большое значение имеет ранняя профориентация школьников, развитие научно-технического творчества и вовлечение молодёжи в исследовательскую деятельность, построение непрерывной цепочки качественного профессионального образования.

Этой цели служит научно-образовательный проект «Космическая одиссея», который успешно реализуется в Красноярском крае с 2004 г. Проект объединяет школьников, учащихся технических колледжей, студентов технических вузов, молодых специалистов предприятий ракетно-космической отрасли, действующих на территории края. Автором проекта является лётчик-космонавт РФ А. И. Лазуткин.

«Космическая одиссея» предоставляет возможность молодым людям не только в теории, но и на практике познакомиться с работой космонавта. За короткий промежуток времени (один год) участники проекта сами проходят весь путь космонавта от отбора до виртуального космического полёта. В проекте моделируется отбор, медицинское и психологическое обследование, проводится «выживание», парашютная и лётная подготовка, то есть все этапы, которые проходят космонавты в реальной жизни, готовясь к космическому полёту.

Финалисты проекта получают возможность пройти ознакомительную практику в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина и даже совершить в режиме реального времени виртуальный космический полёт, а также принять участие в предстартовых мероприятиях и наблюдать за запуском экипажей на Международную космическую станцию с космодрома Байконур.

Большое место в проекте отводится физической подготовке. Его участники в течение двух месяцев тренируются по специальной программе в спортивном зале и бассейне, а также в Центре экстремальных видов спорта. Однако основное внимание уделяется специальной теоретической подготовке, которую проводят преподаватели и профессора Сибирского государственного университета науки и технологий имени М. Ф. Решетнева, ведущие специалисты предприятий ракетно-космической промышленности, а также лётчики-космонавты РФ.

Огромное значение для подготовки участников проекта имеют экскурсии в музеи космонавтики и на предприятия ракетно-космической промышленности, где они знакомятся не только с их историей, но и с новейшими технологиями производства и перспективными проектами.

Параллельно с обучением участники «Космической одиссеи» принимают участие в научных экспериментах и работают над собственным проектом в интересах своего предприятия. Завершается обучение междисциплинарным экзаменом и защитой научного проекта.

Проект проводится на конкурсной основе, после каждого его этапа происходит отбор наиболее достойных участников. В финал проекта



попадают самые подготовленные, физически сильные и здоровые ребята, мотивированные для работы в ракетно-космической отрасли. Они могут стать резервом для отбора в российский космический отряд.

Все этапы «Космической одиссеи» широко освещаются в региональных средствах массовой информации и вызывают большой интерес молодёжной аудитории. С начала реализации проекта в 2004 г. (изначально только в Сибирском государственном аэрокосмическом университете) конкурс среди абитуриентов на технические специальности вуза значительно вырос. Молодые специалисты предприятий РКП Красноярского края (АО «ИСС», АО «Красмаш», АО «ЦКБ «Геофизика»), принимавшие участие в проекте в 2016–2019 гг., показывают хорошие результаты в профессиональной деятельности, стали кадровым руководящим резервом предприятий, многие назначены на руководящие должности среднего звена, руководителями проектов. Участие в «Космической одиссее» позволило им установить горизонтальные связи для успешной реализации научно-технических проектов в интересах своих предприятий.

В рамках «Космической одиссеи», для содействия профессиональному самоопределению школьников в интересах предприятий РКП, в Красноярском крае реализуется также и профориентационный проект «Малая космическая одиссея». В основе проекта — дополнительное образование учащихся старших классов в области космонавтики и ракетно-космической техники, организация проектно-командной работы и проведение исследований в этой области.

Школьники изучают материалы по истории отечественной космонавтики, истории становления и развития ракетно-космической промышленности в Красноярском крае, получают дополнительные знания по физике, химии, астрономии, геометрии, географии, краеведению, которые потребуются им для проведения проектных и исследовательских работ в области космонавтики, знакомятся с профессией «космонавт» и смежными с ней специальностями.

В сети интернет создана виртуальная «Космическая лаборатория», где размещаются конкурсные задания для участников проекта, а также результаты их исследований, творческие проекты, рейтинг, фото и видеоматериалы проекта и пр. информация. Кроме того, проводятся встречи учащихся с лётчиками-космонавтами РФ и ветеранами ракетно-космической отрасли, выставки школьных проектов, организуются экскурсии на ведущие предприятия РКП. В проект вовлечены педагоги общеобразовательных школ, наставники из числа ветеранов ракетно-космической промышленности и участников научно-образовательного проекта «Космическая одиссея», космонавты Российской Федерации.

Реализация проекта способствует ранней профориентации школьников, позволяет поднять престиж инженерных специальностей среди молодёжи, выявить наиболее одарённых школьников для построения их образовательной траектории в технических вузах края и дальнейшему трудоустройству на предприятиях ракетно-космической промышленности.

## **Вывод**

Создание единой команды в рамках научно-образовательного проекта «Космическая одиссея» позволяет создать непрерывную систему дополнительного профессионального образования в области космонавтики, начиная со школы, привить интерес молодёжи к космонавтике, привлекать её к научно-исследовательской деятельности, решать проблемы вовлечения и закрепления кадров для высокотехнологичных предприятий ракетно-космической отрасли.

Широкое освещение проекта в средствах массовой информации и соцсетях способствует популяризации космонавтики среди молодёжи.

Успешная реализация научно-образовательного проекта «Космическая одиссея» в Красноярском крае, полученные положительные результаты позволяют транслировать данный опыт в другие регионы нашей страны.

# ПРОБЛЕМЫ ШКОЛЬНОЙ АСТРОНОМИИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

И. К. Лапина

ГАИШ МГУ, Москва, Россия, ilapina2007@yandex.ru

Сам факт проведения данной конференции и её уровень говорят о том, что вопросы образования в области физико-математических и естественных наук, в том числе и школьного образования, крайне важны. Это не может не радовать, поскольку появляется надежда, что наконец будет обращено внимание на одну из самых важных проблем — это профессиональная подготовка и переподготовка учителей физики и астрономии.

Среди особенно важных проблем стоит назвать следующие:

- подготовка и аттестация старшеклассников по физике в выпускном классе средней школы;
- условия приёма абитуриентов на специальность «физика» в педагогические вузы;
- включение астрономии в учебные программы студентов физико-математических и естественнонаучных направлений педвузов и количество часов, отведённых на эти занятия;
- учебные программы курсов повышения квалификации и переподготовки учителей астрономии.

## Подготовка и аттестация старшеклассников по физике

В последние годы сложилась и развивается довольно тяжёлая ситуация с преподаванием физики в школе, когда сокращаются часы этого предмета, с разделением классов на профильные в гуманитарных физика из программы 10–11-х классов исключена совсем, в программе базового уровня предусмотрено всего 2 часа в неделю. Конечно, этого недостаточно, чтобы освоить объём знаний, необходимый для успешной аттестации по физике, поступления в вуз на специальность «физика» и самое главное — для дальнейшего обучения по вузовской программе.

## Условия приёма абитуриентов на специальность «физика» в педагогические вузы

В последние годы сложилась удивительная ситуация: абитуриенты педвузов, поступающие на эту специальность, должны предоставить сертификат ЕГЭ по обществознанию, но не по физике. В лучшем случае этот экзамен сдаётся по выбору. Не удивительно, что успеваемость таких студентов оставляет желать лучшего. Во многих педагогических вузах несколько лет вообще не набирали группы студентов-физиков, кое-где такая ситуация сохраняется и сейчас. Учебные программы по физике существенно отличаются сокращённым объёмом по сравнению с тем, что было 20–30 лет назад. Уровень подготовки меняется, и понятно, что не к лучшему.

## Астрономия в учебных программах педвузов

В 1980-х гг. в стране было несколько педагогических институтов, в которых можно было получить специальность учителя физики и астрономии. В всех педвузах будущие учителя-естественники получали подготовку по астрономии, и поэтому, хотя в их дипломе и не была обозначена эта специальность, они могли вести уроки астрономии на вполне приемлемом уровне. Сейчас об этом можно лишь мечтать. Если уж физиков готовят не везде, что говорить об астрономии. Там, где когда-то студенты изучали астрономию пять лет — курсы общей астрономии, основ астрофизики, практической астрофизики, методики преподавания астрономии — в лучшем случае ведётся курс общей астрономии, сильно сокращённый, и один небольшой практикум. В большинстве же случаев нет и этого.

Астрономию много лет в школе не преподавали (за редким исключением), и учителей к этому не готовили. Когда четыре года назад её вернули в число обязательных предметов, перед школой встали две основные проблемы: современный учебник и подготовка учителей. Учебники сейчас есть, из них можно даже выбрать наиболее устраивающий учителя (только бы прислушались к его мнению при выборе для закупок, что бывает далеко не всегда). А вот с подготовкой учителей проблема ещё далека от решения.

### **Курсы повышения квалификации и переподготовки учителей астрономии**

Проведение уроков астрономии сразу возложили на плечи учителей физики, но в реальности их ведут и географы, и химики, и математики, часто учителя информатики, а иногда даже историки и преподаватели иностранных языков. Мало охотников брать на себя предмет, который бывает раз в неделю, а готовиться к уроку приходится больше, чем к своим двум-трём. Информации много, разобраться в ней сразу не каждый сможет, вот и отдадут любому, кто возьмёт.

Наверное, это не плохо, но ведь и не всегда хорошо. Иногда на сайтах, куда учителя выкладывают свои методические разработки, можно наткнуться на рекомендации по обучению школьников составлению гороскопов или использование информации с интернет-ресурсов, в которых наукообразно даются, мягко говоря, некомпетентные рассуждения-фантазии на околоастрономическую тематику. И ведь не всегда стоит порицать учителя за это. Не каждый может разобраться в огромном потоке такой информации. Тут нужна очень серьёзная помощь учителю.

Даже те учителя, которые ещё помнят, что когда-то лет 30–40 назад изучали астрономию в институте и немного преподавали в школе, сейчас с большим трудом справляются с преподаванием астрономии в современной школе. Современная наука ушла далеко вперёд за эти годы, и даже принимая во внимание, что астрономическая наука и школьная астрономия — это совсем не одно и то же, мы же понимаем, что старые программы и методические приёмы сейчас уже не годятся.

А ведь сама астрономия вполне способна увлечь не только красивыми картинками звёздного неба, но и открытием для ребят перспектив, о которых они даже не подозревали. На уроке они с удивлением узнают, что астрономия — это не только фундаментальная наука, но и для технической, технологической, информационно-коммуникативной и других сторон жизни современного общества она даёт очень многое.

Учебные программы большинства курсов повышения квалификации учителей астрономии (а многие из них проводятся полностью дистанционно, две трети времени — самостоятельные занятия) более половины времени отводят вопросам, которые учителя и так знают (это компетентный подход в обучении, педагогические, психологические и другие общеобразовательные вопросы), а вот содержание учебного предмета в лучшем случае выглядит так же, как и сорок лет назад, просто калька с оглавления старого учебника астрономии 1980-х гг. И с чем же учителю идти на урок? Что рассказать современным школьникам? Как отвечать на непростые вопросы?

Понятно, что крайне необходимо привлекать к преподаванию на этих курсах ведущих специалистов: астрономов, астрофизиков, планетологов, космологов, а также специалистов в области космических исследований: инженеров, конструкторов в области космического приборостроения и т. д. Это очень важно, потому что тут ещё выяснится, что школьные уроки астрономии могут реализовать задачи профориентации, показывая, что современный инженер может участвовать (и участвует) в очень важных прорывных научных, технических и технологических программах, получает возможность попасть в престижные проекты.

Одна из главных образовательных целей школьной астрономии — дать выпускнику средней общеобразовательной школы целостную естественнонаучную картину мира. Но ещё школьная астрономия, благодаря

определенному флёру необычного, романтического (как бы это не показалось несовременным, для подростков это имеет значение) показывает и взаимосвязь наук и технологий, раскрывает важность фундаментальных исследований, необходимость изучения хотя бы основ естествознания, физики и математики, технологий, технических и инженерных знаний и навыков. Но для этого крайне важно дать возможность учителю получить необходимую подготовку.

В ГАИШ МГУ проводятся курсы для учителей астрономии, программа которых составляется с учётом их потребностей и уровнем их подготовки. Информация и методические рекомендации учителя получают, что называется, из первых рук — от ведущих специалистов-астрономов и опытных методистов, авторов учебных программ по астрономии, учебников и учебных пособий. Ведётся такая же работа и в других регионах, где есть вузы и научные учреждения, в которых есть соответствующие специалисты. Но проблемы все равно остаются.

Во-первых, далеко не во всех регионах страны есть такие учреждения и специалисты. Эта беда так или иначе решается: по приглашениям региональных институтов развития образования астрономы ездят в разные города с лекциями и семинарами. Это нельзя, конечно, назвать полным решением проблемы, но все же лучше, чем ничего.

Во-вторых, нет большого желания (или осознания важности вопроса) у чиновников от образования обеспечить учителям возможность получить необходимую подготовку для преподавания астрономии в школе на должном уровне. А без этого трудно решать задачи подготовки школьников к выбору той самой дороги, которая ведёт в космос.

## Выводы

Итак, возможные пути решения проблем школьной астрономии:

- повысить уровень преподавания физики в школе, как одного из основных предметов естественнонаучного цикла, вернув этот предмет во все профильные классы среднего (полного) общего образования, включая гуманитарные;
- восстановить в педагогических вузах кафедры общей астрономии и учебные программы по этому направлению на факультетах, ведущих подготовку учителей естественнонаучного цикла;
- восстановить в педагогических вузах на уровне *БАКАЛАВРИАТ по направлению подготовки 44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ (С ДВУМЯ ПРОФИЛЯМИ ПОДГОТОВКИ) профиль «ФИЗИКА, АСТРОНОМИЯ»;*
- восстановить в педагогических вузах на уровне *БАКАЛАВРИАТ* 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;
- обеспечить экспертам-преподавателям организаций дополнительного профессионального образования, проводящим переподготовку учителей астрономии, возможность обучения на профильных курсах повышения квалификации в соответствующих вузах.

## Литература

- Засов А. В., Сурдин В. Г. Астрономия 10–11 классы: метод. пособие для учителя. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. 303 с.
- Астрономия в современной школе: метод. разработки / сост. И. К. Лапина; под ред. А. В. Засова. М.: Просвещение, 2017. 240 с.
- Колесникова К. Через физику к звездам // Российская газета. 12 апр. 2021. Федер. вып. № 78(8429). URL: <https://rg.ru/2021/04/12/budut-li-shkolniki-izuchat-astronomiiu.html>.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА РАЗВЁРТКИ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ СПУТНИКА ЗЕМЛИ НА ОСНОВЕ ОРИГАМИ

А. В. Лебедь-Юрченко<sup>1</sup>, В. И. Данилов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Бауманская инженерная школа № 1580, 9-й класс, Москва, Россия  
tammysalty@hotmail.com

<sup>2</sup> Центр «На Донской» ГБПОУ «Воробьёвы Горы», Москва, Россия

*Ключевые слова:* солнечная батарея, развёртка панели, оригами в космосе, эскиз в Autodesk Inventor, 3D-макет

Настоящая работа рассматривает солнечную панель как наибольшую по площади часть конструкции спутника, требующую компактной укладки на момент комплектования на Земле и простого механизма развёртывания в космосе на орбите. Сейчас в спутникостроении пересматривают подход к видам модулей энергоснабжения.

Бескаркасные батареи имеют ряд преимуществ по сравнению с каркасными, из-за чего их применение становится все более обсуждаемым и актуальным:

- 1) более низкая себестоимость;
- 2) более лёгкое ориентирование на Солнце, так как фотоэлементы тонкоплёночной панели сохраняют свойства при отклонении до 20°;
- 3) возможность эффективной земной отработки, включая автоматическое раскрытие;
- 4) укладка в малый объём при транспортировке на орбиту.

## **Актуальность и требования к разработкам солнечных панелей:**

- Увеличить площадь солнечной панели и повысить их эффективность.
- Обеспечить максимальную компактность в сложенном состоянии.
- Добиться автоматической развёртки в космосе.
- Минимизировать массу панели.

## **Задача конструкторов:**

- Обеспечить доставку на орбиту в сложенном состоянии.
- Обеспечить правильное и полное раскрытие панели на орбите.

Проект преследует **три цели:**

- 1) изучение принципов функционирования солнечной панели и существующих и ещё не реализованных развёрток солнечных панелей на космическом аппарате;
- 2) изучение типов оригами и разработка механизма развёртки батареи на её основе, который был бы достаточно прост и надёжен;
- 3) разработка в САПР Autodesk Inventor эскиз прототипа фрагмента развёртки батареи, выбрать размеры, вырезать на лазерном станке детали и соединить в модель, изучить свойства полученного изделия.

**Метод исследования:** изучение энергоснабжения спутников; выбор подходящей укладки оригами; изготовление 3D-модели по эскизам.

**Программное обеспечение** для создания эскиза панели: САПР Autodesk Inventor.

**Материалы** для создания прототипа: бумага ватманская, клей ПВА, эластичные резинки.

**Оборудование** для создания прототипа: лазерный станок.

**Ход работы:** Японское оригами предлагает наибольшее количество вариантов компактного складывания и развёртывания, причём сложенные даже из малоупругого материала оригами будут иметь

эффект «распружинивания» при раскрытии. Нужно было продумать такой вид оригами, который бы одновременно: 1) имел бы минимальное количество перегибов; 2) вмещал сложенные панели в кубический спутник; 3) позволял заворачивать себя вокруг кубического спутника по окружности.

Для создания эскиза и 3D-модели была взята **часть** оригами, сложенная по параллелограммам («Миура-Ори»), состоящая из шести сегментов (4 параллелограмма и 2 треугольника). Это минимальный набор сегментов, который можно изготовить, чтобы понять, работает ли оригами так как нужно. Так как для создания прототипа была выбрана плотная бумага (ватман), склеенная между собой в 5 слоёв, то для 3D-модели в Inventor понадобились только плоские эскизы, которые были сохранены в формате \*.dxf, необходимым для изготовления на лазерном станке. Размеры были выбраны так, чтобы уместить на формате А3 максимально большие сегменты. Далее макет развёртки был вырезан на лазерном станке из бумаги плотностью 200 г/м кв., которая была склеена в 5 слоёв и приобрела консистенцию гибкого 1,5-мм листового материала.

Сегменты лицевой стороны вырезались в количестве двух. На сегментах нижней, изнаночной, части оригами имеются небольшие прямоугольные вырезы (вырезались в количестве трех). Эти вырезы при склейке бумаги образуют углубления высотой чуть менее 1 мм, что позволяет спрятать в них небольшие резинки (диаметром 12 мм, сечение 0,75 мм), которые служат для крепления сегментов друг к другу. В более поздних прототипах эти резинки будут устанавливаться так, чтобы осуществлять натяжение в сложенном состоянии, что позволит батарее раскрываться автоматически.

Этот макет — пробный перед переходом к макету из стеклотекстолита как к тонколистовому материалу, более приближенному к материалу, из которого изготавливаются тонкоплёночные панели для использования в космосе.

**Перспективы:** в случае доработки и успешной реализации моего проекта для использования в космосе мы получим батарею:

- 1) компактно укладываемую, не уступающую в этом аналогам;
- 2) с простой и надёжной конструкцией;
- 3) с автоматическим механизмом раскрытия. При высокой степени упругости материала панели раскрытие батареи в плоскость может быть осуществлено без или с минимальным использованием моторов в конструкции;
- 4) с заменяемыми сегментами в случае необходимости (ремонтно-пригодность).

**Возможности применения:** в российских и международных проектах по усовершенствованию технологического оснащения и повышению мощности спутников, а также для развёртки панелей орбитальных электростанций.

## Литература

- [1] Крылов А. В., Чурилин С. А. Моделирование раскрытия солнечных батарей различных конфигураций // Открытая Наука. URL: <https://cyberlenika.ru/article/n/modelirovanie-raskrytiya-solnechnyh-batarey-razlichnyh-konfiguratsiy/viewer> (дата обращения 15.12.2020).
- [2] Солнечная батарея на космических аппаратах. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/система\\_энергоснабжения\\_космического\\_аппарата](http://ru.wikipedia.org/wiki/система_энергоснабжения_космического_аппарата) (дата обращения 30.11.2020).



# **ОПЫТ ГНЦ РФ ИНСТИТУТА МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В ПРОВЕДЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА БОРТУ РС МКС**

**М. А. Левинских, И. Г. Подольский, Е. Л. Нефедова, В. Н. Сычев**

ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия  
r.leviskikh@imbpr.ru

История освоения космоса — одна из выдающихся страниц в истории человечества, а космонавтика — одна из ярких составляющих научно-технической революции, характерной для минувшего века и ставшая одной из доминант его развития. Космонавтика именно та сфера современной деятельности человека, в которой реализуется множество самых передовых разработок. Выявление, пропаганда и популяризация этих достижений может дать значительный эффект в деле формирования самосознания общества, особенно молодёжи. Нормальное развитие столь наукоёмкой отрасли невозможно без постоянного притока молодых высокопрофессиональных и мотивированных кадров.

Об этом говорил на первой всероссийской конференции по космическому образованию «Дорога в космос», которая проводилась в октябре 2019 г. в ИКИ РАН, глава «Роскосмоса» Д. О. Рогозин. В частности, он подчеркнул, что «Вопросы просвещения и образования для нашей корпорации имеют фундаментальное значение. От этого зависит качество тех специалистов, которые приходят к нам сейчас, от этого зависят качество и конкурсы в ведущие вузы, которые являются донорами для космической отрасли». Он подчеркнул, что программа мотивации молодёжи должна начинаться со школьной скамьи, в те годы, когда формируется мировоззрение ребёнка.

Программа постановки образовательных космических экспериментов на борту РС МКС ориентирована как на поддержку и развитие творческих способностей талантливой молодёжи, так и на разработку и внедрение новых образовательных стандартов и программ, в первую очередь в области использования результатов космической деятельности. Она опирается на применение современных технологий и инноваций при использовании результатов образовательных космических экспериментов в образовательном процессе.

В Государственном научном центре РФ Институте медико-биологических проблем РАН (ИМБП) имеется большой многолетний опыт образовательной работы со школьниками в области космической биологии и медицина. Работа проводится по нескольким направлениям.

Международный образовательный космический эксперимент MicroLada преследовал цель — привлечь школьников к исследовательской работе в области космической биологии для расширения их научного кругозора и профессиональной ориентации в этой сфере. Была у этого эксперимента и сугубо научная цель — выяснить особенности развития растений в условиях космической оранжереи по сравнению с земными показателями этого процесса.

На российском сегменте Международной космической станции к тому времени несколько лет функционировала космическая оранжерея «Лада». Была создана оранжерейная установка «МикроЛада», имитирующая устройство космической оранжереи «Лада». Школьники Центра астрономического и космического образования ГБПОУ «Воробьёвы горы», МУК № 15, школ Санкт-Петербурга, г. Окаяма (Япония), г. Логан (США) одновременно с космонавтами выращивали растения карликового гороха и суперкарликовой пшеницы, проводили исследование роста и развития растений в наземных условиях. Затем они сопоставляли полученные данные с данными космических экспериментов.

Начало первого эксперимента MicroLada состоялось 10 января 2006 г., когда одновременно с космонавтом Международной космической станции

В. И. Токаревым учащиеся осуществили посадку семян. При подготовке к проведению параллельного сеанса в школьных лабораториях были организованы встречи со специалистами на базе ГНЦ РФ — ИМБП РАН. 13 марта 2006 г. участники эксперимента получили возможность принять участие в сеансе прямой связи с космонавтом В. И. Токаревым. Кроме московских участников приехала группа школьников из Санкт-Петербурга. Они задавали самые разные вопросы о ходе эксперимента, об особенностях работы космонавта, и с интересом выслушивали его ответы.

На следующих этапах международного эксперимента MicroLada школьники сотрудничали с космонавтами М. И. Тюриным и Ю. И. Маленченко. Специалисты ИМБП неоднократно встречались со школьниками-участниками данного исследования в школах городов Москвы, Окаямы и Логан для обсуждения результатов космического эксперимента. Материалы эксперимента были широко представлены на разного рода конференциях, семинарах, мастер-классах и в СМИ.

В образовательном космическом эксперименте «Ряска» в период экспедиции МКС-59 задачи эксперимента следующие:

- осуществление на борту РС МКС культивирования быстрорастущих высших водных растений в водно-воздушных средах в герметичных сосудах;
- демонстрация положения и ориентации в невесомости водных растений при воздействии внешних факторов: сил поверхностного натяжения жидкости и света;
- изучение сравнительных особенностей реакции гравитационно-чувствительных (корней) и фоточувствительных (листьев) органов растений в жидкости в отсутствие действия сил плавучести;
- проведение фоторегистрации в различные этапы времени состояния ориентации растений и положения их растительных органов;
- проведение анализа и сравнительной оценки состояния растений, культивированных в невесомости и в наземных условиях.

При подготовке к проведению параллельного сеанса в школьных лабораториях были организованы встречи со специалистами на базе ГНЦ РФ — ИМБП РАН. Сотрудниками лаборатории «Биологические системы жизнеобеспечения человека в экстремальных условиях» были разработаны методы культивирования ряски в экспериментальном оборудовании, состав питательной среды и обеззараживающих растворов для растений, подготовлены письменные рекомендации для педагогов школ.

При непосредственном проведении параллельного сеанса, была организована теле- и видеосвязь школьников с А. Н. Овчининым в ЦУП-М, во время которой космонавт и ребята обменялись полученными данными и задали друг другу вопросы.

Полетный эксперимент успешно выполнен в полном объёме. При подготовке данного образовательного эксперимента учащиеся около 10 школ Москвы и Московской области проводили эксперименты по изучению роста и развития растений ряски по программе эксперимента в разработанной самими аппаратуре. Лучшие работы были представлены на конкурсе «Эксперимент в космосе» и отмечены наградами.

В настоящее время разработана аппаратура и методика проведения образовательного космического эксперимента «Фотосинтез». Целью космического эксперимента является демонстрация влияния спектра светового излучения на жизнеспособность и сравнительные особенности развития высших растений и проведение сравнительного анализа уровня развития и жизнеспособности высших растений с наземными условиями.

В соответствии с утверждённым Российской космической корпорацией «Энергия» техническим заданием запланирован образовательный космический эксперимент «Демонстрация формирования и развития замкнутой экологической микросистемы в условиях космического полёта»,

шифр эксперимента «Аквасфера», с целью демонстрации формирования и организации симбиоза различных водных животных организмов и растений в условиях космического полёта и изучение их развития в замкнутой экологической микросистеме. В рамках запланированного полётно-го эксперимента «Аквасфера» совместно с учащимися в настоящее время проводятся наземные исследования по выбору видов водных организмов — биологических объектов водной микроэкосистемы.

Совместно с преподавателями школы № 2097 разработана программа космического эксперимента на МКС «Программа попутных научно-образовательных экспериментов «Герминис» по исследованию влияния факторов космического полёта на жизнедеятельность растений при радикальной смене гравитационной обстановки в период прорастания». Научная цель — исследование влияния факторов космического полёта на жизнедеятельность растений при радикальной смене гравитационной обстановки в период прорастания. Образовательная цель эксперимента — разработка и проведение теоретических и практических занятий по космической биологии (включая уроки из космоса), а также выполнение индивидуальных ученических проектов на основе экспериментов с проращиванием семян в условиях космического полёта.

В настоящее время осуществляется подготовка образовательной программы для участия школьников в космическом эксперименте «Биориск» по экспонированию биологических объектов на внешней поверхности МКС. В рамках данного эксперимента учащиеся проведут работы по исследованию роста и развития растений пшеницы, томата и сладкого перца из семян, длительное время (до 4-х лет) экспонированных в условиях открытого космоса в специальном экспериментальном оборудовании.

В 2018 г. заключён договор «О сотрудничестве между Образовательным Фондом «Талант и успех» и Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Государственным научным центром Российской Федерации — Институтом медико-биологических проблем Российской академии наук».

В настоящее время по программе образовательного центра Институт участвует в конкурсе «Большая перемена». В проекте «Микрозелень» учащиеся выполняют следующие задачи:

- 1) выбор устройства с наибольшей производительностью получения биомассы микрозелени;
- 2) оценка продуктивности различных растительных культур при получении микрозелени;
- 3) оценка вкусовые характеристики получаемой биомассы микрозелени различных видов растений.

Получены характеристики различных растений, используемых для получения микрозелени, а также выбрано устройство для их эффективного культивирования. Данные будут использованы при разработке оборудования и регламента его работы для получения витаминной микрозелени для членов экипажей в условиях работы на окололунной станции и лунной базе, а также в условиях наземных экспериментов по моделированию межпланетных космических полётов.

Таким образом, Институт медико-биологических проблем проводит большую работу по разработке и осуществлению образовательных биологических космических экспериментов на борту РС МКС, а также по популяризации космических исследований и пропаганде достижений российской космонавтики в интересах школьного образования.

## УНИВЕРСИТЕТСКИЕ СРЕДЫ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ В ИФТИС МПГУ

П. А. Левкина

Институт физики, технологии и информационных систем Московского педагогического государственного университета (ИФТИС МПГУ)  
Москва, Россия, pa.levkina@mpgu.su

«Университетская среда для учителей в МПГУ» — проект Департамента образования и науки г. Москвы в категории «Просветительская и профориентационная работа в рамках реализации проектов непрерывного образования» номинации «Просвещение учителя в рамках реализации проектов непрерывного образования».

Мероприятия проекта в Московском педагогическом государственном университете направлены на взаимодействие университета и школы в разработке и внедрении новейших методик проведения учебных занятий по естественнонаучным, специальным и социально-гуманитарным дисциплинам. Мероприятия проводятся как в очном, так и в дистанционном режиме в интерактивной форме: интерактивные лекции, мастер-классы и т. д.

Цели мероприятий в рамках «Университетской среды для учителей»:

- знакомство слушателей с последними достижениями современной науки и техники Повышение результативности труда учителя по всем видам основной деятельности (учебной, воспитательной, научно-методической, коммуникативной);
- стимулирование у педагога творческого исследовательского подхода к содержанию и организации образовательной деятельности в школе;
- актуализация необходимости непрерывного образования;
- мотивация учителя на постоянное совершенствование в профессии.

Знания, полученные на мероприятиях проекта, могут быть использованы слушателями как дополнительные учебно-методические материалы образовательного процесса, для подготовки лекций и практических занятий.

В Институте физики, технологии и информационных систем Московского педагогического государственного университета мероприятия в рамках проекта «Университетская среда для учителей в МПГУ» организуются каждый год. Занятия проводят доктора и кандидаты наук, профессора и доценты, специалисты высшей квалификации.

Тематика проводимых занятий довольно обширна. На мероприятиях обсуждаются последние достижения и проблемы астрономии, глубже затрагиваются некоторые аспекты современной астрофизики, рассматриваются астрономические задачи. Внимание уделяется организации астрономических практикумов и наблюдений в школе, преимуществам использования цифровых инструментов на уроках астрономии и физики, а также особенностям дистанционных уроков астрономии, проводимых в настоящее время.

Проводимые в ИФТИС МПГУ мероприятия в рамках проекта «Университетская среда для учителей» пользуются популярностью у педагогов московских образовательных учреждений и являются средством взаимосвязи университета, школы и академических институтов. Мероприятия проекта, осуществляемые на базе Астрокосмического комплекса им. С. П. Королёва ИФТИС МПГУ, проводятся как преподавателями ИФТИС МПГУ, так и научными сотрудниками астрономических институтов Москвы. Примером являются интерактивные занятия, где ведущими лекторами являются сотрудники Института астрономии РАН (ИНАСАН), имеющего базовую кафедру в ИФТИС МПГУ. Такие глубоко ориентированные занятия позволяют в конечном итоге донести

до учащихся современные научные знания, а также дать понимание того, как начать работать в науке и заниматься астрономией профессионально — в прямом смысле слова открыть учащимся дорогу в космос, который ближе, чем кажется.

# ЛЕТНЯЯ КОСМИЧЕСКАЯ ШКОЛА – 2021: ПОДХОД ВИРТУАЛЬНОЙ ОБСЕРВАТОРИИ И СИМУЛЯЦИИ В КОСМИЧЕСКОМ ПРОСВЕЩЕНИИ

С. А. Лемещенко, Т. В. Митева

АНО Центр инноваций «Радиант», Москва, Россия, sergey.lemschenko@space-school.org, tatiana.miteva@space-school.org

Доклад посвящён рассказу о Летней Космической Школе: о научно-просветительском проекте в целом, об основных целях и задачах, целевой аудитории проекта, об особенностях Летней Космической Школы по сравнению с другими просветительскими проектами.

Основными особенностями проекта являются подход виртуальной обсерватории и симуляции. В докладе рассказывается об истории формирования подхода и об опыте его применения на Школах 2018–2021 гг. Излагаются принципы построения программы научно-просветительского мероприятия с использованием подхода виртуальной обсерватории и симуляции. Дается определение метода симуляции в рассматриваемом подходе и приводится обзор видов программного обеспечения для проведения симуляции. Раскрывается подход виртуальной обсерватории и даются примеры источников синтетических и открытых научных данных и методы их использования. Заостряется внимание на возможности генерации синтетических данных путём использования среды симуляции на примере построения кривой блеска небесного тела и определения периода вращения по серии виртуальных наблюдений.

Далее проводится обзор Летней Космической Школы – 2021, демонстрации применения подхода виртуальной обсерватории и симуляции на примере программы всех секций Школы: космонавтики, астрофизики, космической связи и ДЗЗ, космической медицины и научной журналистики. Проводится подробное описание и анализ основной и дополнительной программы ЛКШ-2021.

В заключении доклада обобщаются результаты применения подхода на Космических Летних Школах 2018–2021 гг. и делаются выводы о перспективах развития, вариантах сотрудничества с другими научно-просветительскими проектами и возможностях внедрения подхода в регионах.



## **«ГОРИЗОНТЫ ФИЗИКИ» В МФТИ ОТ КАФЕДРЫ КОСМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

**А. Ломакин<sup>1,2</sup>, А. Малыгин<sup>1</sup>, А. Нечаева<sup>1</sup>, А. Садовский<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Институт космических исследований РАН, Москва, Россия  
aleksander.lomakin96@gmail.com

<sup>2</sup> НИУ ВШЭ, Москва, Россия

Многие студенты младших курсов физико-технических специальностей зачастую имеют слабое представление о том, какой научной работой они могут в дальнейшем заниматься. Способствует этому в том числе отрыв университетов от науки: образовательные программы редко предлагают актуальные методы обучения и молодых научных сотрудников в качестве преподавателей. Следствием этого является потеря интереса к науке, отсутствие понимания применимости полученных знаний, а также нежелание продолжать научную карьеру в будущем.

Есть много способов решения этой проблемы, но далеко не все улучшат ситуацию. Привлечение и так очень загруженных учебной программой студентов к научной работе только способствует «выгоранию» обучающихся, внедрение узкоспециальных курсов по профилю тоже имеет малую полезность — для этого нужна существенная база знаний по высшей математике и общей физике. Мы бы хотели поделиться нашим способом решения этой проблемы: курс научно-популярных лекций от молодых сотрудников базовой кафедры (ИКИ РАН) для первокурсников и курс проектной деятельности для второкурсников.

Оба этих курса читаются в рамках обязательных мастер-классов «Горизонты физики» в одной из физтех-школ МФТИ (Физтех-школа физики и исследований им. Ландау, ЛФИ). Во втором семестре студентам первого года обучения предлагается прослушать научно-популярные лекции от молодых сотрудников кафедры об их научной работе, их научных интересах и о работе их научной группы. Содержание лекций формат подачи материала подбираются так, чтобы не загружать студентов слишком сложной терминологией и включает в себя то, что они уже проходили. Важно сохранять баланс между интересными вещами и обучением в лекциях, так как наша задача скорее познакомить студентов с наукой.

Вторая часть мастер-классов проводится в следующем полугодии — первом семестре второго курса. Как правило, студенты уже ознакомились с основными отделами института и определились с тем, что им нравится, а значит могут сознательно выбрать интересующий их проект из списка предложенных. Менторами студентов становятся аспиранты и студенты магистратуры кафедры, а формат проектов предполагает обучение базовым навыкам программирования и понимания физики рассматриваемых явлений для выполнения проекта. Навыки программирования, полученные студентами в ходе выполнения проектов, могут пригодиться как в процессе обучения (например, при составлении отчетов о выполнении лабораторных работ в институте), так и в дальнейшей научной работе на старших курсах.

Мы хотим рассказать о проблемах, с которыми мы столкнулись в процессе организации и проведения этих двух курсов, об обратной связи студентов и о результатах нашей деятельности за последние несколько лет.

## ПРОГРАММА АСТРОФИЗИКИ НА ЛКШ-2021

А. Ломакин<sup>1,2</sup>, С. Лемещенко<sup>3</sup>, А. Иванова<sup>1</sup>

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

aleksander.lomakin96@gmail.com

<sup>2</sup> НИУ ВШЭ, Москва, Россия

<sup>3</sup> АНО Центр инноваций «Радиант», Москва, Россия

Поиск новых методов в работе с образованием — очень актуальная задача на текущий момент. Многие области образования в России до сих пор очень традиционны, и дают мало участия слушателем курсов. Один из немногих проектов, дающих возможность коммуникации и «нетворкинга» напрямую с научными сотрудниками, а также имеющий нулевой порог входа — Летняя Космическая Школа. Это проект, который проводится уже 7 лет и в этом году сразу несколько разных секций: космонавтики, астрофизики, космической связи и ДЗЗ, космической медицины и научной журналистики. Одна из самых сложных для проектирования секций — секция астрофизики. Сохранить низкий порог входа, при этом показать актуальные методы современной астрофизики и дать какие-то полезные навыки для слушателя курса — не самая тривиальная задача.

Традиционно, секция астрофизики включает в себя как лекции ведущих популяризаторов космоса в России (Владимир Сурдин, Дмитрий Вибе и др.), так и лекции научных сотрудников из разных институтов. Кроме лекций, есть и практические занятия по обработке данных с обучением базовым инструментам: python или gnuplot на выбор. Изюминкой ЛКШ является симуляция космического полёта, в последние два года — к системе экзопланет. В задачи организаторов секции входит и проверить реалистичность сценария симуляции и придумать планетную систему с характеристиками планет, что часто выливается в маленькую научную задачу.

В докладе мы обсудим сложности организации, проведения и проектирования секции астрофизики, приведём примеры практических занятий и лекций, а также поговорим о перспективах на следующие школы.

# ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ УНИВЕРСИТЕТСКИХ ПРОЕКТОВ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ

Е. И. Лоцан, С. Р. Бобров

СибГУ им. М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия  
lotsan@bk.ru, bobrov\_serg@mail.ru

Любая деятельность нуждается в её признании и поддержке со стороны широкой общественности. Информационное сопровождение — публикации в различных средствах массовой коммуникации, помогают создать требуемый образ организации, информируют людей о результатах её деятельности.

Информационное сопровождение университетских проектов малых космических спутников имеет свои особенности, которые вступают друг с другом в некоторое противоречие: с одной стороны, это сложная научная и техническая деятельность, но, с другой стороны, это учебная деятельность. В-третьих, малые размеры кубсатов не производят того впечатления, какого они заслуживают. Все эти особенности требуют особого внимания к выбору информационных поводов для публикаций, медиаканалов, сюжетов и героев публикаций.

Российские университеты принимают активное участие в проектировании малых спутников (МАИ, МГТУ, МЭИ, СГАУ, МГУ, НИУ ВШЭ, НГУ, ТПУ). Сибирский государственный аэрокосмический университет (ныне СибГУ им. М. Ф. Решетнева) занимается разработкой малых космических аппаратов с 2007 г., с момента подписания соглашения о стратегическом партнерстве с космическими предприятиями края и Красноярским научным центром Сибирского отделения РАН.

Для понимания особенностей информационного сопровождения высокотехнологичных многоцелевых проектов, был изучен уже имеющийся опыт такой деятельности. В качестве материала для исследования были выбраны проекты последних 3–5 лет. Были поставлены следующие исследовательские вопросы:

*Какие коммуникационные каналы используются для освещения проекта? Какие аудитории являются целевыми? О каких событиях сообщается? Кто выступает в качестве ньюсмейкера (эксперта, ЛОМА)? Какими особенностями отличается язык и стиль сообщений?*

**МГТУ им. Н. Э. Баумана, спутник «Бауманец» (2006–2017)** Для публикации информации используется сайт факультета МГТУ «Специальное машиностроение», раздел «Проекты создания студенческих спутников». Сам сайт факультета найти относительно легко, но так как ссылка на него при запросе не стоит на первом месте, то понадобится время, чтобы нажать на нужную. Имеется страница «Бауманец (космический аппарат)» в Википедии. Вся информация рассчитана на специалистов в области космонавтики и образования — сообщаются технические характеристики, полётные задания, рассказывается об участии студентов. В сообщении упоминаются ректор института и гендиректор НПО машиностроения. Стиль сообщений — научно-технический, газетно-информационный, жанр — анонс или пострелиз.

**МГУ имени М. В. Ломоносова, спутник «Ломоносов» (2016)** Имеется отдельный сайт проекта ([lomonosov.sinp.msu.ru](http://lomonosov.sinp.msu.ru)), на котором есть полная информация для ознакомления, присутствуют разделы «научная аппаратура», «программа эксперимента», «научные задачи», сведения о партнёрах, список публикаций, информация об учёных — участниках проекта (но не о студентах!), результаты проекта. На сайте публикуются новости, в первую очередь связанные с самим спутником, — запуск, его составляющие, испытания и т. д. Имеется три видеоролика «„Ломоносов“ на орбите», «Экстремальный космос „Ломоносова“», «„Ломоносов“ на пороге открытий». Статьи написаны научным языком. В тексте присутствует большое количество специальной терминологии для описания различных

операций, в которых принимает участие спутник. Человеку, который не посвящён в эту тему, будет трудно разобрать многие моменты.

В текстах СМИ можно увидеть другую картину. Идёт выбор наиболее интересных событий из жизни спутника: *исследования космических гамма-всплесков на борту спутника «Ломоносов», спутник «Ломоносов» зарегистрировал двести тысяч экстремальных событий в атмосфере Земли, получены изображения с прибора ШОК, Спутник «Ломоносов» поймал несколько «аномальных» космических лучей, На спутнике «Ломоносов» отказала часть научной аппаратуры*. Большая часть новостей завязана на происходящие в космосе события, но также есть информация о деятельности на земле, а именно запуск, мероприятия, проводимые создателями в качестве презентаций и т. д.

В тексте можно увидеть упоминание директора НИИ ядерной физики МГУ Михаила Панасюка, ректора МГУ Михаила Садовниченко, они дают свои комментарии по поводу проекта.

Таким образом, мы видим, что аудитория проекта расширяется — наряду со студентами и специалистами, информация адресуется и широкому кругу читателей, интересующихся космосом. Публикации в СМИ направлены на более широкую аудиторию, написаны простым языком, в них выделяются более яркие события, происходящие в жизни спутника, например, *странные взрывы в космосе*.

**Томский политехнический университет, спутник «Томск-ТПУ-120» (2016)** Проект «Томск-ТПУ-120» также не имеет своего сайта. Информация о нем представлена на сайте ТПУ в разделе новостей. На сайте института в тексте описывается сам спутник, как выглядит, из чего сделан. Перечислены его задачи, поставленные для полёта в космос, которые спутник должен выполнить. Также рассказывается, что событие приурочено к 120-летию института. Сообщения как на сайте, так и в СМИ концентрируются на уникальности спутника — «сделанный на 3D-принтере». Также интересен факт использования элемента Citizen science — любители могут принимать сигналы, которые передаёт спутник.

Лидеров мнений обозначили лишь вскользь. В тексте представлены небольшие комментарии Валерия Борикова, директора института неразрушающего контроля ТПУ, также свой комментарий давал советник гендиректора РКК Александр Чернявский.

**СибГАУ им. М. Ф. Решетнева, «SIBCUBE — студенческий малый космический аппарат» (2014–2015)** Проект не имеет своего сайта, но имеется аккаунт во Вконтакте, где публиковались новости о проекте, а также размещался образовательный и развлекательный контент. Имеются интервью с создателями спутника, видео из лаборатории, записи новостных сюжетов местных телеканалов. Жанр — анонс, разъяснение необходимости и пользы кубсатов. Герои публикаций — преподаватели и аспиранты СибГАУ. Публикации в СМИ обращают на себя внимание подчёркиванием уникальности проекта: *Первый студенческий нано-спутник построен в красноярском вузе*.

Результаты исследования позволяют сделать вывод об отсутствии каких-либо стандартов или традиций в освещении студенческого космического проекта. В целом университеты придерживаются правила маркетинга высокотехнологичной продукции — ориентации на лиц, принимающих решения, и экспертов: акцент на технологическое, научное или методическое значение проекта, обилие специальной терминологии. Редким исключением предстаёт проект ТПУ, где учитывается, что новости о спутнике будут интересны и горожанам: упоминается юбилей вуза, имеется возможность присоединиться к проекту — принимать сигналы спутника, наконец, в качестве научной темы используется 3D-печать, о которой аудитория уже более или менее информирована.

С другой стороны, аккаунт в социальной сети, наполненный развлекательным контентом и ссылками на события околонаучной и научно-популярной тематики, отвлекает внимание от самого проекта CubeSAT, не даёт возможности сосредоточиться на его технологических или научных особенностях.

Очевидно, что проект информационного сопровождения, который бы подчёркивал научную и методическую значимость малого космического аппарата, должен учитывать интересы разных аудиторий.

Представляется, что аудитории информационного сопровождения можно разделить на следующие группы: научные и производственные компании, нуждающиеся в высокообразованном персонале; государственные и муниципальные органы, заинтересованные в развитии промышленности и науки на своей территории; дети и молодёжь, находящаяся в поиске образовательной и жизненной траектории; широкая, но не заинтересованная в науке и технологиях общественность, желающая видеть успехи России в освоении космоса. Концепция информационного сопровождения — предоставлять каждой аудитории именно ту информацию и именно в той форме, которая ей близка и необходима, руководствуясь общей глобальной целью — формирование имиджа университета как как активного и успешного участника российского космического проекта.

## SCOSTEP — НАУЧНЫЕ КОМИКСЫ ПО СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКЕ

Р. Ю. Лукьянова

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия, renata@aari.ru

Научный комитет по солнечно-земной физике (SCOSTEP) является тематической организацией Международного научного совета и постоянным наблюдателем при Комитете Организации Объединённых Наций по использованию космического пространства в мирных целях. В деятельности SCOSTEP участвуют около 30 стран, в том числе Россия. 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 того, как Солнце влияет на жизнь и общество. Одной из основных задач SCOSTEP является развитие потенциала молодых исследователей.

В целях популяризации научных знаний SCOSTEP распространяет комиксы, предназначенные для ознакомления общественности, особенно детей, с некоторыми темами солнечно-земной физики. Комиксы изначально были написаны Хайанон (<https://www.hayanon.jp>) на японском языке при содействии Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd и профессора Йосуке Камиде из Лаборатории солнечно-земной среды Университета Нагоя в Японии. Хайанон — писательница и мультипликатор, окончила Физический факультет Университета Рюкю. Совмещая глубокие познания в научной области и большой опыт компьютерных разработок и игр, она выпустила ряд комиксов в популярных журналах. её последовательный стиль изложения, пробуждающий интерес к научным исследованиям, признан всеми читателями. Для SCOSTEP была разработана тематическая серия, посвященная явлениям, связанным с солнечной активностью, космическим пространством, верхней атмосферой и солнечно-земными связями. В серию входят книжки, объёмом, в среднем, 15 страниц, со следующими названиями:

- 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 регионы?
- Что такое космические лучи?

Комиксы сделаны в стилистике аниме, которая сейчас весьма популярна у молодой аудитории. В них действуют три главных героя: девочка Мол, интересующаяся наукой, её собака-робот Мирубо и учитель-сэнсей. 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 объясняет сложные вещи в очень доступной, простой форме.

SCOSTEP, развивая международное сотрудничество в области популяризации космической науки и образования, предоставил «белую» версию (без текста) этой серии комиксов и призвал ученых всего мира перевести их на свои языки. 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 в «белую» версию, так что иноязычные комиксы выглядят, как оригинальные.

На старте этой 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 МГУ 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 существуют все девять выпусков.

В целях развития детского космического образования в России представляется актуальным воспользоваться возможностями, предоставляемыми SCOSTEP по выпуску научных комиксов. Для решения этой задачи был выполнен перевод с английского на русский текстов семи оставшихся тематических выпусков, не переведённых ранее. Русские тексты были инкорпорированы в «белый» макет с рисунками, предоставленный SCOSTEP, и таким образом, в настоящее мы имеем полный набор развивающих книжек. Все эти материалы представлены в докладе. В настоящее время русские варианты комиксов доступны в электронном виде на сайте SCOSTEP. Поскольку сайт SCOSTEP достаточно специализированный, и вряд ли активно посещается широкой публикой, стоит задача донесения информации до целевой аудитории. Для этого предлагается разместить серию научных комиксов по солнечно-земной физике на тематических образовательных и научно-просветительских сайтах в РФ. Представляется полезным выпустить не только электронный, но и изыскать возможности для изготовления печатного варианта. Серия, в первую очередь, предназначена для младших школьников, но в некоторых аспектах может быть интересна и более старшим. Распространение печатных выпусков могло бы найти своё место во время встреч со школьниками в ИКИ, Дней космической науки и других мероприятий.

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРАКТИКИ В ОБЛАСТИ НАНОСПУТНИКОВ

Д. В. Малыгин

ООО «Астрономикон», Москва, Россия, Malygin.DV@Astronomikon.ru

К наноспутникам (сверхмалым космическим аппаратам — СМКА) будем относить такие массы, которые не превышают 10 кг, а объём базовой единицы не более 1 дм<sup>3</sup>. Актуальность создания СМКА стала очевидной в начале XXI века с появлением элементной базы, при помощи которой возможно создавать КА указанных массы и объёма. На протяжении последних 20 лет лётные испытания прошли несколько сотен аппаратов данного класса. Многие из них успешно эксплуатируются. Основная проблема их проектирования в достижении оптимального (или рационального) соотношения показателей качества, стоимости и эффективности. Наноспутники постоянно эволюционируют, становясь гибким инструментом для проведения научных, технологических и образовательных экспериментов в космическом пространстве.

С другой стороны, проектирование современных изделий космического приборостроения требует от разработчика высокой квалификации, обширных знаний и навыков. Более того для достижения качественного результата в сжатые сроки необходимо иметь под рукой инструмент, который позволит проверять множество гипотез оперативно. С другой стороны объём рассматриваемой и анализируемой информации колоссален: баллистический анализ (с учётом космического мусора), вопросы связанные с радиацией, тепловыми перегрузками, вибрации и микроудары; анализ материала конструкции КА, электромагнитная совместимость ЭКБ и компонентов в целом; алгоритмы управления КА и приёма-передачи данных; вплоть до оценки надёжности и живучести всей космической миссии. Также отметим, что для анализа проводимого космического эксперимента необходимо проанализировать широкий спектр информационных источников, как научной, так и технической литературы. При этом отдельно требует детальной проработки бюджет такой работы.

Для частичного решения обозначенных проблем специалистами лаборатории проводится ряд мероприятий в виде образовательных практик. В Санкт-Петербурге проводится проф. ориентация и реализуется концепция «обучение через практику» со студентами Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Университет ИТМО. Выпущена серия наборов-конструкторов «ПротоС» в качестве образовательного инструмента, таким образом на базе устройства возможно:

- формирование учебных платформ для проведения практических занятий и проектной деятельности;
- разработка исследовательских и лабораторных стендов для практикумов по основным естественно-научным дисциплинам.

Функциональные возможности:

- макетирование внешней и внутренней полезных нагрузок для СМКА;
- отработка технологии сборки/разборки СМКА, решение компоновочных задач;
- измерение параметров;
- температура;
- ускорение;
- угловая скорость;
- напряжённость магнитного поля Земли;
- направление вектора магнитного поля Земли;

- детектирование инфракрасного излучения и интенсивность теплового потока в инфракрасном диапазоне;
- ток и напряжение на фотоэлектрических преобразователях;
- программирование микроконтроллера STM в среде Mbed Studio;
- работа с интерфейсами USB, CAN, I2C;
- генерировать и передавать различные типы пакетов;
- настраивать различные профили работы интерфейсов;
- парировать отказы и сбои с различным уровнем битовых ошибок (BER) в каналах;
- собирать статистику по передаче данных;
- исследовать различные характеристики работы интерфейсов такие как задержки передачи данных, максимальные длины пути, загрузка и т. п.

Для учащихся:

- изучение конструкции сверхмалых космических аппаратов;
- проектирование корпусных и функциональных узлов и элементов наноспутника в специализированном программном обеспечении;
- изготовление элементов конструкции на 3D принтерах;
- отработка сборки, балансировки компонентов;
- составление программы на собственных алгоритмах, например, программы обработки показаний контрольно-измерительных приборов СМКА;
- моделирование работы подсистем СМКА.

## **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СО ШКОЛАМИ В РАМКАХ ПРОЕКТА «АКАДЕМИЧЕСКИЙ КЛАСС В МОСКОВСКОЙ ШКОЛЕ»**

**А. Ю. Малыхин, А. М. Садовский**

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия  
anmaurdreg@gmail.com

В «Законе об образовании», принятом в 2013 г., прописана возможность организации дополнительного образования на базе организаций, ведущих образовательную деятельность что позволило научным организациям пытаться вести работу со школами и школьниками напрямую, и многие научные институты решили реализовать эту возможность на своих площадках. Через некоторое время московское правительство подхватило инициативу и организовало программу, получившую название «Академический (научно-технологический) класс в московской школе». Поскольку Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН) стоял у основ этой программы, мы могли наблюдать достоинства и недостатки этой инициативы.

В докладе представлены опыт и методы реализации объединения этих усилий со стороны ИКИ РАН. Отдельное внимание будет уделено успехам которых мы добились, а также проблемам и препятствиям, с которыми пришлось столкнуться. В частности, будут освещены следующие проблемы.

В программе речь шла о подготовке школьников к научной работе, т. е. штучному отбору детей, способных делать исследовательские проекты, и представители институтов РАН постоянно настаивали именно на такой работе. По факту, Департамент вынудил школы создать классы на 25–30 человек, ввёл предпрофессиональные экзамены (к составлению экзаменов научные организации никто не привлекались), при этом абсолютно отсутствовало понимание, как строится научная работа.

С самого начала ИКИ РАН работал с несколькими школами, причём абсолютно разными по уровню, как с профильными и физико-математическими, так и с общеобразовательными, и с самого начала мы наблюдали преимущества такой работы и её недостатки.

В 2018 г. появились гранты для научных организаций по работе со школьниками. Гранты Департамента для школьников можно разделить на два типа: массовые и проектные. В массовых грантах организации предлагают либо создать курс лекций или занятий на 200–300 учеников, или провести экскурсии с работой в лабораториях опять-таки для 200–300 человек. Очевидно, что курс лекций создать можно и можно даже привлечь такое количество обучающихся, но основная проблема, как оказалась, кроется в отчетности. Понятно, что работникам дополнительного образования в школах надо платить, оплата зависит от того, сколько учеников записалось на кружок. И вот Департамент решил, что зачем пропадать системе и прописал, что отчетность должна вестись именно через запись в этой системе. Никто не подумал, что если кружок в школе, то записать ученика туда можно в том числе, приняв некие административные меры, а вот обеспечить запись такого количества учеников в аналог кружка в научную организацию — практически нереально. В 2020 г. из-за объявленных карантинных мероприятий ситуация только ухудшилась.

Второй тип грантов — проектная деятельность. Здесь тоже есть несколько проблем.

Первая — проблемы грантов: 1) несоответствие временных рамок: ученики и учителя мыслят учебными годами, финансовая часть рассчитывается календарными; 2) конференция «Наука для жизни» в рамках «Академических классов».

Вторая проблема относится и к школам, и к научным организациям. Школа готова организовывать приход ученика в научный институт,

в тот же ИКИ на экскурсию. На экскурсии мы предлагаем задачи и руководителей (здесь тоже есть проблемы, но о них ниже), а вот дальше возникают вопросы. Дело в том, что большинство школ считает: экскурсия проведена, проект, наверное, найден, и на этом их деятельность закончена, но дети есть дети: они могут забыть, постесняться лишний раз позвонить, написать, напомнить о себе. Могут в чем-то не разобраться, а задать вопрос стесняются. Вот здесь должна быть четко прописана роль школы. От школы должен быть куратор проектной деятельности, который хотя бы раз в две недели должен проверять, связался ли ученик с руководителем, нет ли у него вопросов, как идёт работа и т. д.

Третья проблема: не каждый научный сотрудник может быть учителем и руководить работой студентов, не говоря уже о школьниках. Поэтому любой проект должен начинаться не с привлечения школьников, а с написания методички, в которой были бы описаны основные сведения по теме, причём описаны очень простым языком. И только дальше можно усложнять задачу, приближать её к научной проблеме. Более того, такой подход делает проект не индивидуальным, когда каждый школьник, приходящий в институт, начинает работу заново, а даст возможность работать в команде, передавать выпускникам накопленные знания следующим поколениям школьников, делить задачу на более мелкие.

В заключение, стоит отметить, что научная организация — это не вуз, у неё нет возможностей для работы со школьниками, но в рамках своих компетенций мы можем дать школьникам то, что больше никто не сможет дать.

## «ОТРЯД ЮНЫХ КОСМОНАВТОВ»

Н. Матасов

matasov44@gmail.com

**Отряд юных космонавтов** — это комплексная программа, объединяющая подрастающее поколение, заинтересованное в изучении космонавтики и астрономии, ориентированная на формирование человека обладающего знаниями, умениями и навыками, необходимыми для будущих научных изысканий.

Данная программа направлена на создание системы углублённой и планомерной работы по подготовке школьников к участию в разработке проектов по космической тематике и в олимпиадах по астрономии.

**Целью программы** является расширение знаний в области естественных наук, в частности космонавтики и астрономии с помощью научного осмысления и понимания целостности окружающего мира.

Поставленная цель достигается путём решения следующих **задач**:

- совершенствование поисково-исследовательской деятельности;
- умений и навыков, обеспечивающих процесс творчества;
- владение астрономией и космонавтикой, их использование в разных сферах и нестандартных ситуациях;
- развитие готовности и способности к взаимодействию и взаимопониманию в команде;
- удовлетворение потребности к творческому самосовершенствованию;
- формирование космопланетарного мышления, интереса к познанию окружающего мира путём его исследования;
- обретение качеств, необходимых для человека космической эры.

Программа ориентирована на детей среднего и старшего школьного возраста.

Роль космонавтики в нашей жизни сложно переоценить. Великие свершения золотой эры освоения космоса все ещё продолжают вдохновлять поколения. Однако среди молодёжи и подрастающего поколения уже не увидишь того огня в глазах, который можно было заметить при словах «космос», «Гагарин», «Аполлон». В космической отрасли все более остро ощущается недостаток молодых кадров.



## «МЫ ВЕРИМ В КОСМОС»

Н. Матасов

matasov44@gmail.com

**Профориентационно-образовательный проект «Мы верим в космос»** создан с целью популяризации космонавтики, её достижений и инженерно-технического творчества в нашей стране, а также для улучшения кадровой ситуации в ракетно-космической отрасли.

**Цель проекта:** всесторонняя подготовка молодёжи к последующей работе на предприятиях ракетно-космической отрасли.

**На сегодняшний день** силами команды проекта **реализованы** следующие разделы проекта:

- проведение научно-популярных лекций для учащихся школ и студентов (онлайн и офлайн);
- проведение образовательных и научно-популярных мероприятий с использованием мобильного планетария;
- интерактивная карта вузов с космическими направлениями высшего образования;
- школьный космический музей («Школьный космический музей»);
- навык для Яндекс.Алисы, который рассказывает космические факты;
- профориентационные мероприятия (лекции, форсайт-сессии и мастер-классы) для школьников 9 — 11 классов;
- создание методических материалов по проведению курсов и мастер-классов по космонавтике («Увлекай космосом! Мастер-классы для детей»).

**В разработке находятся** следующие разделы:

- образовательные конструкторы;
- атлас профессий ракетно-космической отрасли.

Проект только набирает обороты, создаются каналы в социальных сетях, заключаются партнёрские договоры с компаниями и площадками, будем рады вашей поддержке!

# **ГРАВИТАЦИОННАЯ ФИЗИОЛОГИЯ: ТРАНСЛЯЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ И ВОСПИТАТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АСПИРАНТОВ, СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ**

**А. Ю. Мейгал, Л. И. Герасимова-Мейгал, О. Г. Третьякова**

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия  
meigal@petsu.ru

Наземные модели микрогравитации дают уникальную возможность исследовать функционирование человека в условиях, близких к реальной невесомости. К таким моделям относятся антиортостатическая гипокинезия, параболический полёт, вывешивание (уменьшение/устранение нагрузки на опору), «сухая» иммерсия (СИ), машины свободного падения, клиностаты, гальваническая стимуляция вестибулярного аппарата. Из названных методов СИ наиболее близко моделирует состояние реальной невесомости [1]. Это позволяет применять метод СИ в качестве наземного инструмента для исследования физиологических реакций человека в космосе.

Также, метод СИ уже несколько лет используется для определения реабилитационного потенциала гравитационной разгрузки в отношении, например, болезни Паркинсона. Основой для таких исследований является хорошо установленный факт изменения мышечного тонуса, тремора и гемодинамических показателей человека при СИ [1]. Таким образом, СИ потенциально может привести к уменьшению выраженности мышечной ригидности и тремора, уменьшению артериального давления при паркинсонизме. К настоящему времени установлено, что после курса СИ клиническое выражение мышечной ригидности действительно снижается [2] и улучшается скорость реакции, особенно в тестах с повышенной когнитивной нагрузкой [3]. После однократной краткосрочной сессии СИ уменьшалось артериальное давление и улучшались показатели варибельности ритма сердца, что свидетельствовало о сохранённой реактивности автономной нервной системы больных паркинсонизмом к декондиционирующим условиям невесомости [4]. Также, после однократной СИ уменьшалась регулярность поверхностной электромиограммы, что указывало на уменьшение выраженности паркинсонического тремора [5]. Однако, такие функции, как пространственная ориентация и равновесие практически не изменялись после однократной и курсовой СИ [6].

Вместе с тем, ведущиеся на кафедре физиологии человека и животных исследования имеют не только научный, но и сильный образовательный аспект.

Во-первых, все названные исследования проведены в рамках аспирантуры по физиологии и патофизиологии, то есть третьей ступени высшего образования. В настоящее время подготовку в аспирантуре в Петрозаводском государственном университете на кафедре физиологии человека и животных проходит 3 аспиранта (1 по физиологии, 1 по прикладной физике в сотрудничестве с кафедрой прикладной физики Университета Восточной Финляндии, 1 по патофизиологии). Применение столь необычной и, в то же время, действенной среды, как невесомость, моделированной в наземных условиях, вызывает большой интерес у аспирантов и заставляет замечать многочисленные эффекты невесомости в их связь между собой. Таким образом, применение метода СИ позволяет презентировать специальность «физиология» как интегративную науку, а специальность «патофизиология» — как науку, в которой важны причинно-следственные связи. В этой связи, появление такого раздела, как гравитационная физиология, в аспирантуре классического университета позволило существенно углубить понимание физиологии и патофизиологии и повысить качество публикаций, которые столь необходимы аспиранту и молодому исследователю.

Во-вторых, состояние невесомости имеет не только физиологическое, но и очевидное физическое измерение, поскольку сама невесомость является феноменом гравитационного поля и описывается именно в понятиях физики. В этой связи, появление гравитационной физиологии в тематике аспирантуры вызвало неизбежный интерес и образовательный прорыв в сторону общей физики и механики. В результате повышается общеобразовательный и междисциплинарный класс аспирантов и молодых учёных.

В-третьих, к научной работе кафедры физиологии привлекаются студенты практически всех курсов медицинского института ПетрГУ. Это позволяет студентам вспомнить и использовать в своём образовании законы общей физики, которые так важны в физиологии. У студентов формируется представление о том, что практически все действия человека и функционирование органов происходит в условиях гравитации. Это позволяет им легче понять такие гравитационно-зависимые физиологические процессы и феномены как, движение венозной крови, зоны Уэта, ходьба, пространственная ориентация и равновесие.

В-четвертых, проводятся экскурсии школьников школ Петрозаводска и кадетов Петрозаводского президентского кадетского училища в лабораторию новых методов физиологических исследований при кафедре физиологии, где располагается медицинский комплекс невесомости МЕДСИМ (ООО «Центр авиакосмической медицины и технологий», Москва, Россия). Это позволяет вести профориентационную и воспитательную работу, поскольку экскурсии вызывают интерес к космонавтике, физике, медицине.

Исходный научно-медицинский аспект остаётся важным, поскольку исследования в области влияния микрогравитации на состояние больных паркинсонизмом могут привести к разработке инновационного метода реабилитации на основе наземной модели невесомости. Также, этот проект один из немногих, результаты которого позволяют позитивно оценить шансы лиц старческого возраста и лиц с нейродегенеративными заболеваниями совершать кратковременные полёты в космос [4].

В настоящее время аппарат искусственной невесомости МЕДСИМ является «точкой сборки и роста» научных, обучающих и просветительских проектов Петрозаводского госуниверситета. Проект потребовал интеграции специалистов разных специальностей — физиологов и патофизиологов, неврологов, физиков, техников, инженеров и математиков, специалистов по «умным» пространствам, носимым сенсорам, анализу параметров нелинейной динамики, что соответствует «духу времени».

## Литература

- [1] *Tomilovskaya E., Shigueva T., Sayenko D., Rukavishnikov I., Kozlovskaya I.* Dry immersion as a ground-based model of microgravity physiological effects // *Frontiers in Physiology*. 2019. 10:284. doi: 10.3389/fphys.2019.00284.
- [2] *Meigal A., Gerasimova-Meigal L., Saenko I., Subbotina N.* Dry immersion as a novel physical therapeutic intervention for rehabilitation of Parkinson's disease patients: a feasibility study // *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin* // 2018. V. 28. No. 5. P. 275–281.
- [3] *Meigal A. Yu. Tretjakova O., Gerasimova-Meigal L. I., Sayenko I. V.* Program of seven 45-min dry immersion sessions improves choice reaction time in Parkinson's disease // *Frontiers in Physiology*. 2021. V. 11. Art. No. 621198. DOI: 10.3389/fphys.2020.621198.
- [4] *Gerasimova-Meigal L., Meigal A. Yu., Sireneva N. V., Sayenko I. V.* Autonomic Function in Parkinson's Disease Subjects across Repeated Short-Term Dry Immersion: Evidence From Linear and Nonlinear HRV Parameters. *Frontiers in Physiology* // *Environmental Aviation and Space Physiology*. 2021. (In press.)
- [5] *Miroshnichenko G. G., Meigal A. Y., Saenko I. V., Gerasimova-Meigal L. I., Chernikova L. A., Subbotina N. S., Rissanen S. M., Karjalainen P. A.* Parameters of Surface Electromyogram Suggest That Dry Immersion Relieves Motor Symptoms in Patients with Parkinsonism // *Frontiers in Neuroscience*. 2018. V. 12. Art. No. 667. DOI: 10.3389/fnins.2018.00667.

- [6] Мейгал А. Ю., Третьякова О. Г., Герасимова-Мейгал Л. И., Саенко И. В. Вертикальная ориентация в пространстве у больных паркинсонизмом при воздействии однократной «сухой» иммерсии и курса иммерсий // Физиология человека. 2021. Т. 47. № 2. С. 72–82. DOI:10.31857/S0131164621020077.

# РАДИОФИЗИЧЕСКОЕ ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ: ПРОБЛЕМЫ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Л. М. Митник<sup>1</sup>, В. П. Кулешов<sup>1</sup>, В. Ю. Караев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия, [lm\\_mitnik@mail.ru](mailto:lm_mitnik@mail.ru), [mitnik@poi.dvo.ru](mailto:mitnik@poi.dvo.ru)

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

Важнейшая проблема современности— быстрое изменение климата, проявляющееся в увеличении количества, интенсивности и продолжительности опасных явлений погоды: наводнений, засух, волн жары, лесных пожаров, в повышении уровня Мирового океана, в уменьшении площади морских льдов и др. Убедительные доказательства изменчивости состояния атмосферы, океана и земных покровов содержатся в ежегодных отчётах комиссии по климату. В отчётах обобщены результаты исследований ведущих научных коллективов и учёных разных стран. Определяющий вклад в работы по климатическим изменениям вносят измерения приборов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) со спутников, запускаемых Европейским космическим агентством (ЕКА), Китаем, Россией, США, Японией и другими странами. Спутники обеспечивают получение ежедневной количественной информации о процессах на земной поверхности, в океане, нижней и верхней атмосфере. Для калибровки и интерпретации данных спутникового зондирования необходимо располагать детальными сведениями о преобразованиях принимаемых полезных сигналов и помех на спутнике, о влиянии на измеряемые сигналы земной поверхности, атмосферы и окружающего космического пространства.

Задачи, связанные с обработкой, интерпретацией и использованием спутниковых наблюдений в оперативном режиме и в научных исследованиях включают в себя техническую и физическую составляющие. Представляется, что обе составляющие должны найти отражение в дистанционных и электронных формах образования, в программах повышения квалификации, в космическом просвещении, в популяризации в СМИ сведений о современных и перспективных приборах и спутниках и о результатах их применения. В докладе это показано на примере ДЗЗ в микроволновом (МВ) диапазоне, охватывающем частоты от 1 до 300 ГГц (длины волн от 30 см до 1 мм).

Сфера практического применения данных микроволнового зондирования постоянно расширяется, что обусловлено возможностью получения геофизической информации независимо от времени суток и облачности, в том числе, и о характеристиках самой облачности. Отличительной особенностью МВ зондирования является ярко выраженная зависимость интенсивности принимаемых сигналов от частоты  $\nu$ , поляризации  $p$  и угла визирования  $\theta$  относительно направления в надир. При пассивном (радиометрическом) зондировании генератор излучения на спутнике отсутствует, а высокочувствительный приёмник — радиометр регистрирует собственное излучение системы атмосфера — подстилающая поверхность. Потребляемая радиометром мощность мала. Измеряемой характеристикой является яркостная температура  $T_y(\nu, p, \theta)$ . Вариации спектров  $T_y(\nu, p, \theta)$  отображают изменения типов (океан, растительные покровы, пустыни, лёд и др.) и параметров поверхности (температуры, влажности, шероховатости и др.) и атмосферы (паросодержания водяного пара, водозапаса облаков, интенсивности осадков, вертикальных профилей температуры, влажности и давления воздуха, количества, распределения по размерам и температуры жидких и твёрдых частиц). Серьёзной проблемой в последние годы стало увеличение уровня радиофизических помех, генерируемых устройствами связи, навигации и телевидения и влияющих на спутниковые оценки температуры поверхности воды, содержания в атмосфере водяного пара и др.

При активном (радиолокационном) зондировании генератор и приёмник излучения находятся на спутнике. Измеряемой характеристикой является удельная эффективная площадь рассеяния (УЭПР)  $\sigma^0$ , которая зависит от частоты, угла визирования и поляризации, как излучаемых сигналов, так и сигналов, рассеянных подстилающей поверхностью и атмосферой. Потребление мощности спутниковыми радиолокаторами намного больше, чем радиометрами. И радиометры, и радиолокаторы принимают сигналы на фоне инструментальных шумов.

Данные одновременного зондирования Земли на нескольких частотах и поляризациях в пассивном и активном режимах используются для определения характеристик океана, атмосферы и материковых покровов в широком диапазоне изменчивости физико-географических условий. Алгоритмы восстановления параметров разрабатываются на основе численного моделирования уравнения переноса микроволнового излучения в системе атмосфера-поверхность и соотношений, описывающих рассеяние сигналов шероховатой поверхностью и частицами в атмосфере для заданных технических характеристик радиометра и/или радиолокатора, ограничений по весу, размерам и энергопотреблению. В уравнение переноса входят аналитические выражения, описывающие спектры коэффициентов излучения различных типов подстилающей поверхности, спектры поглощения в атмосферных газах и облаках, профили гидрометеорологических переменных у поверхности и на высотах до 20–35 км, а иногда и выше по данным радиозондового, лазерного и ракетного зондирования атмосферы на аэрологических станциях и с судов.

Решающее значение для снижения погрешностей восстановления температуры поверхности океана (ТПО), паросодержания атмосферы, водозапаса облаков, скорости приводного ветра и других параметров имеют зависимости действительной и мнимой частей диэлектрической проницаемости воды от температуры и солёности, зависимости спектра коэффициента излучения воды от скорости приводного ветра, спектров коэффициентов поглощения в водяном паре, в кислороде, в озоне и других малых газовых составляющих атмосферы от концентрации газов, давления и температуры в диапазоне частот  $\nu = 1\text{--}300$  ГГц. Расчёты выполняются для характеристик работающих в космосе и проектируемых отечественных и зарубежных радиометров. Основными переменными при моделировании являются количество каналов зондирования, частота, поляризация, ширина полосы пропускания, чувствительность и пространственное разрешение каждого канала, а также схема сканирования (по конусу при угле падения 50–65° или поперёк направлению полёта в диапазоне углов падения  $\pm(\theta-40)^\circ$ ). Массивы гидрометеорологических параметров и соответствующих им расчётных яркостных температур служат основой для разработки различных версий глобальных и региональных (например, для полярных и тропических зон) алгоритмов и оценки погрешности восстанавливаемых геофизических параметров при вариациях технических характеристик каждого радиометрического канала таких, как частота, ширина полосы пропускания, чувствительность и др. При моделировании радиолокационного рассеяния используются спектры шероховатости различных типов поверхности и их зависимости от скорости ветра, влажности покровов и пр.

В докладе приведены и прокомментированы примеры расчётных спектров яркостных температур над океаном при различном состоянии атмосферы, рассчитанные для МВ радиометра МТВЗА-ГЯ, устанавливаемого на российских метеорологических спутниках серии «Метеор-М» № 2. С июля 2019 г. измерения выполняются со спутника «Метеор-М» № 2-2. Радиометр МТВЗА-ГЯ принимает восходящее излучение Земли на 31 канале в диапазоне частот 6,9–183 ГГц.

Использование пассивных и активных микроволновых методов зондирования Земли рассмотрено на примере супертайфуна Hagibis, который 6–13 октября 2019 г. перемещался над северо-западной частью Тихого океана. Прохождение тайфуна у побережья Японии сопровождалось штормовым ветром, установившаяся (1-мин) скорость которого



превышала 80 м/с, волнами высотой более 10 м и сильными осадками на Японских островах. Поля гидрометеорологических параметров в области тайфуна были восстановлены по данным МВ радиометров AMSR2, GMI и МТВЗА-ГЯ, радаров с синтезированной апертурой (РСА) со спутников EKA Sentinel-1A и Японии ALOS-2, скаттерометра ASCAT со спутника EKA MetOp-A, дождевого радара DPR. Сопутствующая дистанционная и контактная информация включала изображения в видимом и инфракрасном диапазонах со спутников Aqua, Terra, SNPP, Himawari-8 и др., карты синоптического анализа у поверхности и на изобарических поверхностях 850, 700, 500 гПа, показания станций радиозондирования атмосферы и др.. При прохождении тайфуна в Японии погибло примерно 100 человек. Экономический ущерб составил примерно 15 млрд. долларов.

Эффективность применения спутниковых микроволновых радиометрических и радиолокационных измерений продемонстрирована при их совместном анализе с видимыми и инфракрасными изображениями, полученными 23 марта 2021 г. со спутника «Арктика-М» № 1, который 28 февраля был запущен на высокоэллиптическую орбиту для мониторинга северной полярной области Земли. В докладе приведены результаты восстановления полей скорости приводного ветра, водозапаса облаков и паросодержания атмосферы в циклонах на севере Атлантики, характеристик ледяного покрова в Арктике, в Белом и Балтийском морях и в Ладожском озере по данным совместного анализа измерений со спутников «Арктика-М» № 1, GCOM-W1, GPM, Sentinel-1A и других.

Технологии обработки и использования данных спутниковых пассивных и активных микроволновых измерений продолжают интенсивно развиваться в различных странах. Они нашли применение при анализе и прогнозе развития чрезвычайных ситуаций, вызванных наводнениями, пожарами, штормовым ветром, жидкими и твёрдыми осадками, морским льдом. В значительной степени это обусловлено появлением новых спутников, совершенствованием характеристик радиометров и радиолокаторов и необходимостью получения сведений об окружающей среде с лучшим пространственным и временным разрешением.

Сведения о российских и зарубежных спутниках, об измеряемых параметрах и продуктах, получаемых на их основе, должны распространяться в СМИ и в образовательных учреждениях. Перед публикациями в СМИ материалы должны быть просмотрены специалистами, чтобы свести к минимуму появление ошибочных сведений и утверждений, дискредитирующих и космические, и науку в целом. К сожалению, источником ошибочных сведений в ряде случаев являются выступления руководителей работ, не имеющих специального образования, и печатные материалы, авторами которых они обозначены.

В дальневосточном регионе теоретические и экспериментальные работы по МВ спутниковому зондированию земной поверхности и атмосферы сосредоточены в основном в ТОИ ДВО РАН. В ТОИ на протяжении ряда лет проводятся лекции для аспирантов и молодых научных сотрудников по физическим основам дистанционного зондирования Земли и спутниковой океанологии, на которые приглашаются сотрудники других институтов ДВО РАН, ДВФУ и других организаций. Тематика лекций разнообразна и включает такие вопросы, как дистанционное зондирование морского льда, нефтяное загрязнение океана, определение температуры поверхности океана, микроволновое зондирование приводного ветра, характеристики тропических циклонов по данным пассивного и активного микроволнового зондирования. Регулярно проводятся семинары по различным разделам физической океанологии. Учёные ТОИ проводили семинары в ДВФУ, в МГУ им. адмирала Г. И. Невельского, в ИБМ ДВ РАН. С участием ТОИ, лекторов и слушателей разных стран были организованы учебные курсы по дистанционному зондированию океана в рамках программы ООН «Региональные моря». В традициях ТОИ отмечать на семинарах и конференциях годовщину запуска первого в мире искусственного спутника Земли

и годовщину полёта Юрия Гагарина. В октябре 2007 г. была проведена международная конференция, посвящённая 50-летию запуска первого спутника Земли, на которой с докладами выступили учёные из США, Германии, Японии, Тайваня, Индонезии, а также учёные из институтов ДВО РАН, ТИНРО, организаций Гидрометслужбы. Сотрудники ТОИ участвуют в днях науки, проводят беседы со старшеклассниками из лагеря «Океан». В институте и в лаборатории спутниковой океанологии и лазерного зондирования постоянно обновляются плакаты и стенды, рассказывающие о работах в области дистанционного зондирования Земли в различных странах, демонстрирующие возможности наблюдений из космоса.

Существенным ограничением в развитии этих работ в ДВ регионе является дефицит специалистов, знакомых с физикой явлений и процессов в природной среде, с наземными и спутниковыми приборами дистанционного зондирования и принимающих непосредственное участие в моделировании, обработке и интерпретации спутниковых наблюдений.

Космос в России по многим причинам перестал быть притягательным.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФ № 20-17-00179.

## КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПРЕСС: ПРОЕКТЫ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

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

<sup>1</sup> АНО ЦДО «Будущим-космонавтам», Москва, Россия, mdknjazeva@rambler.ru

<sup>2</sup> МГУТУ им. К.Г. Разумовского, Москва, Россия

<sup>3</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Знания о космосе — это основа всей системы естественных наук, они необходимы для формирования мировоззрения. Космос сегодня привносит в нашу повседневную жизнь множество устройств, без которых, кажется, невозможно жить. Изучение космоса, развитие космонавтики — это возможность в будущем использовать многие ресурсы и возможности, которых нет на Земле.

Наши проекты помогают нам заинтересовать современного школьника космосом.

В октябре 2020 г. в АНО ЦДО «Будущим-космонавтам» стартовали сразу два проекта, получившие поддержку фонда президентских грантов — «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 иметь репетитора. Возможно, они даже не задумывались о своём будущем и не знают о своих способностях. Но многие из них мечтают получить техническое образование после окончания школы. Основная 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.

И наш проект «Аэрокосмический экспресс в дополнительном образовании: Геопортальные технологии» предназначен именно для таких детей. Помочь ребятам реализовать себя, мотивировать ребят на интерес к техническим наукам 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». А проект «Время космических возможностей» это совсем новый этап, новые возможности и новое направление нашей деятельности. Самое важное, что стало возможным привлечь новых соратников в команду.

Здоровый образ жизни, здоровое питание и интеллектуальное развитие личности ребенка, а также содействие в обучении и воспитании и профессиональной ориентации — вот основные постулаты нашего проекта. Проект не упускает возможности повышать 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 реализации проекта проводились регулярные еженедельные занятия, которые включают теорию плюс практика плюс элементы игры. Некоторые занятия проходили в виде игры, или дегустации космической еды, или имитации полёта на другую планету или операция спасения и т. д. И 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 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. Школьники также 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 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. Конкурс проходил при активной поддержке Института космических исследований 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.

Джайкумар Венкатесан — генеральный директор компании Valles marineris international private limited, член программного комитета конкурса, приветствовал участников онлайн.

В день открытия состоялось и первое заседание конкурса. В этом году из-за пандемии конференция проходил одновременно в двух форматах. В конференции приняли участие студенты московских вузов: МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, МАИ, ИФТИС МПГУ, РГУТИС 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.

Вся информация и анонсы о конференции и занятиях размещается на сайте [www.будущим-космонавта.рф](http://www.будущим-космонавта.рф) и социальных сетях.

## **Литература**

- [1] *Князева М.Д., Филатов А.Н.* Проблемы космического образования // Геодезия и картография. 2016. № 8. С. 52–57.
- [2] *Князева М.Д.* Время космических возможностей // Славянский форум. 2021. № 2(32). С. 25–32.
- [3] *Князева М.Д., Митрофанов Е.М.* Школа аэрокосмических инженеров // Геодезия и картография. 2020. Т. 81. № 1. С. 59–64.
- [4] *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.

# НАРОДНЫЙ МУЗЕЙ Ю. А. ГАГАРИНА

**О. В. Моисеенко**

Народный музей Ю. А. Гагарина Профессионально-педагогического колледжа СГТУ имени Гагарина Ю. А., olgavmoiseenko@mail.ru

Народный музей Ю. А. Гагарина при Саратовском индустриальном техникуме (ныне Профессионально-педагогический колледж СГТУ имени Гагарина Ю. А.) был открыт 5 января 1965 г. и стал первым в мире музеем Гагарина. Юрий Алексеевич обучался в Саратовском индустриальном техникуме в 1951—1955 гг. на мастера производственного обучения по литейному делу. В январе 1965 г. супруги Гагарины приехали в Саратов на празднование 20-летия индустриального техникума. Открытие нашего музея стало своеобразным подарком знаменитому выпускнику.

Свою историю музей ведёт от 15 апреля 1961 г., когда через три дня после полёта в космос Ю. А. Гагарина, был издан приказ директора техникума С. И. Родионова о сборе материалов и создании музея — образована постоянно действующая комиссия, в которую вошли преподаватели, обучающие Юрия Гагарина и студенты техникума.

Вначале это был небольшой кабинет немецкого языка, в котором стали проводить встречи и беседы о Гагарине — воспитаннике системы Трудовых резервов, о первых полётах пилотируемых космических кораблей. Со всех концов планеты шли письма с просьбой рассказать, каким был человек, имя которого 12 апреля 1961 г. узнал весь мир...

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 4 лет на завтрак, обед и ужин. В год музей проводит мероприятия для более чем 12 тысяч посетителей.

В экспозиции музея представлены уникальные экспонаты, в том числе, написанные рукой Юрия Гагарина (заявление, автобиография, письма и др.), раскрывается величие и простота первого космонавта Вселенной. Собрано более 10 тысяч документов, связанных с его жизнью и деятельностью.

Первым директором музея был преподаватель истории, заместитель директора по воспитательной работе техникума, заслуженный работник культуры РСФСР В. И. Россошанский. После смерти Владимира Ивановича, дело всей его жизни продолжила супруга — А. В. Россошанская. Она внесла огромный вклад в сохранение и пропаганду культурно-исторического наследия, связанного с именем Ю. А. Гагарина. В настоящее время музеем руководит И. Н. Буйкевич — выпускница учебного заведения, достойно продолжает дело своих предшественников.

Главная экспозиция музея «От литейщика — до космонавта» рассказывает о Гагарине — учащемся техникума, курсанте Саратовского аэроклуба, о приезде в Саратов не только самого первого космонавта, но и его матери Анны Тимофеевны вместе с другими членами семьи Гагариных.

В 2004 г., к 70-летию со дня рождения Ю. А. Гагарина, в музее появились два новых раздела: «История отечественной космонавтики» и «История учебного заведения» (начиная с первого в Саратове Александровского ремесленного училища, открытого в августе 1871 г.).

За годы существования музей посетило около 400 тысяч саратовцев и гостей города, в том числе из ближнего и дальнего зарубежья (из Казахстана, Беларуси, Франции, Канады, США, Израиля, Японии, Индии, Германии и других стран).

Партнёрами музея и колледжа являются: Государственный музей истории космонавтики им. К. Э. Циолковского (Калуга); Объединённый



мемориальный музей Ю. А. Гагарина (г. Гагарин Смоленской области); Мемориальный музей космонавтики (Москва); Мемориальный дом-музей академика С. П. Королёва (Москва); Саратовский областной музей краеведения и Энгельский краеведческий музей; музей-усадьба Н. Г. Чернышевского; издательства «Софит», «Орион», «Формат»; Нижневолжская киностудия им. М. Горького, а также земляки — космонавты, ветераны Байконура и других космодромов страны, бывшие инструкторы и курсанты Саратовского аэроклуба.

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).

Сфера просветительской деятельности музея значительно шире, чем только история Ю. А. Гагарина и космонавтики России — это и история учебного заведения, начиная с первого в Саратове Александровского ремесленного училища, открытого в 1871 г. Большой интерес вызывают встречи с ветеранами Отечественной войны, деятелями науки, организаторами производства, ветеранами космодромов страны, композиторами и артистами, выставки работ саратовских художников. На материалах музея преподаватели колледжа проводят занятия и внеклассные мероприятия.

В 2014 г., в год 80-летия со дня рождения Ю. А. Гагарина, музей активно участвовал в организации и проведении первого Гагаринского фестиваля, в последствии ставшего международным. В течение пяти лет в конкурсах Международного Гагаринского фестиваля приняли участие свыше 4500 тысяч участников из России, ближнего и дальнего зарубежья.

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 МГТУ им. Н. Э. Баумана. Работа сотрудников музея удостоена дипломами: Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина (2019 г. за активное участие в работе XLVI Общественно-научных чтений, посвящённых памяти Ю. А. Гагарина) и Оргкомитета чтений (2016–2018 гг. за активное участие в общественно-научных чтениях), награждена памятными медалями Ассоциации музеев космонавтики России и Федерации космонавтики России, Благодарственным письмом губернатора Саратовской области коллективу Народного музея Ю. А. Гагарина в 2019 г. за добросовестный труд и высокий профессионализм в работе.

15 апреля 2021 г. Народный музей Ю. А. Гагарина отметил юбилей в 60 лет. Сегодня музей Ю. А. Гагарина — это не только память о первом космонавте, но и плод коллективных размышлений о замечательном патриоте, о судьбах отечественной космонавтики, о людях великой страны.

## 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», morozova@gmik.ru

Один из родоначальников русского космизма философ Николай Фёдоров, 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». [1] Вот так ещё в XIX веке московский Сократ гениально точно дал теоретическое обоснование просветительской миссии музея.

Во второй половине XX века 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, одной из целей этих учреждений является осуществление научно-исследовательской, научно-просветительской и культурно-образовательной деятельности [2].

Суть работы сотрудников музеев космической направленности состоит 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» [3].

В основе космического музейного образования, лежит целостное восприятие ребёнком окружающей действительности. Важно донести до сознания юных посетителей то, 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 являются 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.

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, является аэроионология — 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 является одним из приоритетных в музее Чижевского. Ещё в начале XX века 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 является накопление на околоземной орбите космического мусора — это одной из главных проблем мировой космонавтики.

Осознание ответственности за решение проблем космической экологии начинается с осознания ответственности и решение 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.

Целью проведения музейных научно-просветительских программ является не предоставления учащимся объёма знаний, а широкое развитие их общекультурных компетенций и вовлечения их 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 является научно-просветительная программа «Искусственный интеллект».

Научно-просветительные занятия проводятся в интерактивной форме. Они несут не только развлекательную, но и образовательную функцию. Первый информативный 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 видео материал по теме занятия. Третья часть занятия интеллектуально активная, здесь ребятам находят в творческом поиске. Им предлагают викторины, загадки, сюжетно-ролевые и подвижные игры, кроссворды и головоломки и многие другие виды деятельности в зависимости от возраста участников.

В конце занятия обязательно подводится итог — 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 музее можно получить ту или иную специальность.

Но для того, чтобы школьник выбрал технический вуз, и потом, будучи студентом, конструировал кубсаты, мечтая об их запуске, необходимо ещё в раннем детстве вызвать восторг перед бездонным космосом,

зародить в душе малыша исследовательский интерес. И дожидаясь, когда он в школе будет изучать физику и астрономию, можно упустить сенситивные периоды, которые являются наиболее благоприятными для формирования будущего учёного, космонавта, конструктора, инженера, астрофизика.

Самыми любопытными первооткрывателями и исследователями окружающего мира являются именно дошколята. Этим почему-то 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 же 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“»* [4].

Ребёнку ближе и понятней сказочное повествование, чем сухая научная речь. Сказки музея Чижевского являются нашей педагогической удачей, они позволяют в яркой, образной форме объяснить ребёнку сложные научные направления А. Л. Чижевского на доступном и понятном малышу языке. Важно то, что эти сказки являются не просто интересными, но и научными.

В музейной копилке есть самые различные 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 другие.

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 непогода 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**

- [1] *Фёдоров Н. Ф.* Музей, его смысл и назначение: Сочинения / под ред. А. В. Гулыга. М.: Мысль, 1982.
- [2] *Занина Е. О.* Культурно-просветительская деятельность музеев: формы осуществления и перспективы // Молодой ученый. 2017. № 46(180).
- [3] *Пиотровский М. Б.* О месте музеев в современной России (из разговора Е. Медведевой с М. Б. Пиотровским) // Музей. 2014. № 12.
- [4] <https://www.inpearls.ru/1264943>.

## КОСМОС ЧЕРЕЗ ИСКУССТВО

Т. И. Морозова

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия  
timoroz@yandex.ru

Космос, его освоение и изучение — сейчас очень актуальная тема. Но чтобы подобраться к ней ближе, для независимого зрителя важно впитать её на визуальном, образном и интуитивном уровне. К этому как раз подводят картины и живописное представление физических явлений в космосе и вопросов его освоения. Здесь можно не только прочувствовать и понять некоторые научные аспекты, но также и представить себя и своё место в нашей Вселенной, осознать глубину пространства и важность физических законов и, возможно, самим открыть новые законы, руководствуясь интуитивным и образным восприятием. Создаётся возможность установить контакт с природой через симбиоз искусства и науки, словить суть и выделить главные, ключевые моменты посредством художественной репрезентации — рисунков, живописи, рисованной анимации и скульптуры, а также музыки.

Обсуждаются вопросы привлечения интереса населения к космическим наукам через изобразительное искусство, музыку и мультипликацию. Образное и содержательное представление материала позволяет аудитории легко уловить ключевой смысл и на ассоциативном уровне лучше воспринимать и запоминать информацию.

Картины иллюстрируют связь человека и космоса, отсылают нас к вопросам восприятия человеком космического пространства и осознанию себя частью Вселенной. Мы так далеки от космоса, но мы живём в нём. Насколько наш разум и чувства могут понять всю глубину Вселенной и пространства, в котором мы живём и осознать себя в этом пространстве? Отдельные картины также освещают некоторые физические законы и явления, происходящие в космосе.

Живопись затрагивает вопросы взаимосвязи человеческого существа, как биологической формы жизни, и космоса, восприятия человеком Вселенной. Обсуждается, насколько широки пределы нашего разума и насколько далеко мы можем помыслить и осознать какие-то явления.

Очень многое в нашей Вселенной повторяет себя на различных масштабах. Одинаковые структуры, но разные масштабы. Фактически, можно сказать, что мы живём во фрактальной Вселенной. Но законы, которые действуют на разных уровнях величин — различны. Как же уловить суть и взаимосвязь разных масштабов, вроде бы таких идентичных, но действующих по разным законам? Есть ли единая теория? Быть может, эти разные законы повторяют какую-то единую суть, но мы просто пока этого не понимаем?

Философские и физические аспекты тесно переплелись в картинах Т. И. Морозовой в стиле астрофизического сюрреализма. Они также затрагивают духовные аспекты и вопросы мировосприятия человека. Если мы можем что-то помыслить, значит это уже реально. Таким образом, можно познать себя и этот мир через ощущения, которые вызывают картины и задуматься над вопросами структуры нашей Вселенной и её устройства. Идеи, рождённые в Институте космических исследований РАН и оформленные в научно-художественный вид с образной подачей материала олицетворяют связь духовного и фундаментальной науки, которую может постичь практически каждый зритель.



## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Ю. Б. Надточий

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,  
Москва, Россия, Yf1nxbq-7e@yandex.ru  
Московский финансово-промышленный университет «Синергия»

Роль деятельности государства по исследованию и использованию космического пространства неоспорима.

В апреле 2021 г. президент нашей страны подчеркнул необходимость сохранения и поддержания статуса России как одной из ведущих космических держав поскольку это гарантия безопасности страны и отметил, что космическая отрасль имеет особое значение для цифровой трансформации всей жизни [4].

Необходимость быть космической державой определяется не только тем, что это связано с обеспечением национальной безопасности, но также является одной из составляющих экономического подъёма страны и помогает занять достойное место (лидирующие позиции) в мировой экономике будущего.

В современных условиях отмечается рост популяризации космонавтики в России. Результаты изучения материалов по вопросам состояния и развития отечественной космической отрасли в СМИ позволяют получить следующую «картину».

Относительно современного состояния отечественной космической отрасли существует двоякое мнение: 1) в настоящее время имеет место быть определенный 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» [8].

Также отмечают абсолютно противоположные мнения по вопросам дальнейшего развития космической отрасли России. С одной стороны обсуждаются возможности милитаризация космоса, что заставит Россию более интенсивно развивать космическую отрасль и вкладывать в её развитие средства, а с другой стороны, подчёркивается важность избежать милитаризации космоса [4, 10].

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 [7, 10]. Однако при этом отмечают некоторые препоны 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-государственных партнёрств. И здесь снова отмечается поляриность мнений: частный бизнес считается более конкурентоспособным по сравнению с государственными корпорациями или частно-государственными партнёрствами (при условии, что для него создана соответствующая экосистема). Однако при этом обращается внимание на существование определенных сложностей гражданской интеграции космических технологий и доведения их до потребительского уровня [7, 10].

Наряду с перечисленными выше направлениями развития космической отрасли сейчас подчёркивается необходимость освоения космического интернета для решения определенных проблем в условиях формирования цифровой экономики [4].

В исследовании, проведенном в 2019 г. Центром социального проектирования «Платформа» с помощью метода глубинного интервью, приняли участие 40 экспертов с разной степенью вовлеченности 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. На основе полученных данных экспертами определены некоторые перспективы развития космической отрасли России в зависимости от реализуемой/намеченной государственной политики [7]:

- 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 (частно бизнеса) и диверсификация космической отрасли [7].

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 [7].

Ключевые решения по развитию космической отрасли перечислены на сайте Правительства РФ, это [2]:

- 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.

Определены, по мнению отечественных учёных, самые актуальные профессии космической индустрии будущего, а именно [9]:

- 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).

Далее рассмотрим какие мнения сложились у россиян и как изменились за последние годы относительно комического 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 % [6].

В опросе 2018 г., проведённом Институтом общественного мнения «Анкетолог», приняли участие 1292 респондента в возрасте от 18 лет до 60 лет. 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 космической отрасли. 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.[3].

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 [5].

Во всероссийском опросе, проведённом «ВЦИОМ-Спутник» также в апреле 2021 г. с помощью метода телефонного интервью, приняли участие 1600 россиян 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.[1].

При всем разнообразии существующих мнений относительно состояния и перспектив космического развития ясно одно: космическая отрасль была и остаётся приоритетным направлением развития нашей страны.

## Литература

- [1] День космонавтики // ВЦИОМ. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/den-kosmonavtiki> (дата обращения: 21.08.2021).
- [2] Космическая отрасль // Правительство Российской Федерации. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/55/events/> (дата обращения: 21.08.2021).
- [3] Космическая отрасль в оценках россиян: инфографика // ИОМ «Анкетолог». URL: <https://iom.anketolog.ru/2018/03/19/programma-osvoeniya-kosmosa> (дата обращения: 21.08.2021).
- [4] Лару Д. Многополярная звезда: РФ намерена сохранить статус космической державы // Известия. URL: <https://iz.ru/1150451/dmitrii-laru/mnogopolarnaia-zvezda-rf-namerena-sokhranit-status-kosmicheskoi-derzhavy> (дата обращения: 21.08.2021).
- [5] Мнения россиян о космическом величии России разделились // Ромир. URL: <https://romir.ru/studies/mneniya-rossiyan-o-kosmicheskom-velichii-rossii-razdelilis> (дата обращения: 17.04.2021).
- [6] О космическом статусе нашей страны // Фонд «Общественное Мнение». URL: <https://fom.ru/Budushchee/13290> (дата обращения: 21.08.2021).
- [7] Российская космическая отрасль: ожидания бизнеса и общества // ЦСП «Платформа» 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).
- [8] Россия останется космической державой, заявил эксперт // МИА «Россия сегодня». URL: <https://ria.ru/20191204/1561960213.html> (дата обращения: 21.08.21).
- [9] Ученые назвали перспективные космические профессии будущего // РБК. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/education/60799b2d9a794758f28d13c9> (дата обращения: 17.04.2021).
- [10] Эксклюзивное интервью. Сергей Рязанский. Канал «РБК» // OnTVtime. Режим доступа: [https://www.ontvtime.ru/index.php?option=com\\_content&task=view\\_record&id=1651&start\\_record=2021-05-26-00-45](https://www.ontvtime.ru/index.php?option=com_content&task=view_record&id=1651&start_record=2021-05-26-00-45) (дата обращения: 26.05.2021).

## КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ИНКЛЮЗИВНОЙ ШКОЛЕ

Р. С. Назарьев, Г. В. Демьянова-Назарьева

Центр инклюзивного образования «Южный», Москва, Россия  
rsnazarev@gmail.com

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. 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.

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 атмосферных процессов. На уроках экономической географии активно используются снимки из космоса при изучении процессов урбанизации, сельского хозяйства, оценки уровня экономического развития государств и регионов.

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. Например, 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. Зачастую, в случае наблюдаемой ограниченности интересов, сама тема космоса ребёнку может быть безразлична. Также, 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.

Если изучаемый материал слишком сложен для понимания, мы можем уменьшить объём 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.

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 может быть поручено ученику.

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.

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.



# ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ МФТИ ДЛЯ РАБОТЫ В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

С. С. Негодяев

Московский физико-технический институт (Национальный исследовательский университет), Москва, Россия, negodiaev.ss@mipt.ru

## Введение

Современные студенты немного отличаются от студентов десятилетней давности, нельзя сказать, что они умнее или глупее, они просто другие. Для них можно сформулировать основной принцип обучения и повышения уровня остаточных знаний — это «Познание через действие». Такой принцип в фундаментальных дисциплинах может достигаться следующими способами:

- увеличение числа наглядных прикладных примеров (там, где это возможно);
- использование на старших курсах примеров, затрагивающих в том числе и знания младших курсов;
- создание и использование простых интерактивных параметрических моделей, в которых студент может сам, потратив несколько минут, поварьировать параметры и получить понимание о основных зависимостях и особенностях модели.

Особенностью прикладных направлений является то, что в отличие от фундаментальных, знания по ним имеют тенденцию к устареванию. И тем не менее отказаться от этой части образования нельзя, так как именно практические навыки позволяют специалистам включаться в работу.

Прикладные навыки могут условно разделяться на две категории. Первая — это владение современными инструментариями разработки, такими как:

- средства создания текстов Word, Tex, Markdown;
- средства коллективной работы, системы менеджмента качества и системы контроля версий: redmine, git, confluence, bitbucket, sharepoint...
- современные средства разработки — в этот раздел попадают самые разные средства — как разработка программного обеспечения, так и средства инженерного проектирования.

Вторая категория — это содержательное представление об уровне современного развития научных и инженерных направлений, по которым происходит обучение студента. Содержательная сторона вопроса в этом случае постоянно меняется и нужна система поддержки обучения в актуальном состоянии.

Решением этой проблемы может быть развитие научно-инженерных направлений в кампусе института и привлечением студентов к выполнению этих работ. В прошедшем учебном году в МФТИ впервые попробовали привлекать студентов к таким работам начиная с 1-го курса.

## Предлагаемые методы решения проблемы

Разработано несколько форматов участия студентов в реальных работах начиная с младших курсов.

### 1. Практические олимпиады.

Задачи для олимпиады составляются на основе проблем, получаемых и обсуждаемых в реальных проектах. Далее с помощью инженеров и научных сотрудников постановки этих задач адаптируются для того, чтобы стать пригодными в обучении студентов младших курсов и школьников. И дальше эти задачи предлагаются к решению студента-

ми. Со студентами в этом случае работает научный сотрудник, они обучаются работе в коллективе, а также, сопутствующему инструментарию. А далее студенты решают каким образом эту задачу поставить школьникам и как их обучать.

Как правило в задачах требуется элементарное владение прикладными математическими методами — умение решать задачи с помощью компьютера, умение работать с данными и различными форматами данных. Если изначально у студентов и школьников таких навыков нет. То они обучаются им в процессе работы и решения задач.

### **Пример задачи**

*19 августа 2020 г. российский космонавт разместил в своем twitter-аккаунте интересное видео ([https://twitter.com/ivan\\_mks63/status/1296030323806003205](https://twitter.com/ivan_mks63/status/1296030323806003205)). На 12 секунде данного видео отчетливо видны неопознанные объекты. Что это? арквеллианский линейный крейсер? Или тысячелетний сокол?*

*Известно, что снимок был сделан 14 августа 2020 г. в 16:39 по Гринвичу с МКС. В приложенном файле представлены координаты и скорости космических тел в 14.00 по Гринвичу того же дня. Координаты представлены в метрах, а скорости в метрах в секунду. Все данные представлены в системе отсчёта ECI. Координаты и скорость МКС представлены на 91 строке (0 ISS (ZARYA)). Необходимо определить:*

- 1. Где располагалась МКС в момент съёмки?*
- 2. В каком направлении был создан снимок? (определить направляющий вектор в системе ECI)*
- 3. Какие космические объекты из перечисленных могли оказаться в кадре?*

В этой задаче студенты и школьники работают с реальными данными из ЦУП ЦНИИмаш и базы данных NORAD. Так же учатся определять баллистические траектории, работать с разными системами отсчёта, численно интегрировать обыкновенные уравнения и определять относительное движение.

Дополнительно в процессе работы студенты обучаются системам git и redmine и системам автоматического тестирования кода.

## **2. Летняя работа**

Студенты младших курсов могут привлекаться к летним работам. В этом случае им поручается часть большой работы, которая не требует срочного выполнения, а находится в категории «хорошо, если будет сделано». Летом студенты располагают гораздо большим количеством времени, нежели чем в учебном году, поэтому организация таких работ допустима.

Примерами таких работ для студентов младших курсов могут быть:

1. Разобраться как несферичность поля Земли влияет на вращательное движение КА на околоземной орбите.
2. Разобраться с моделью атмосферы Земли, используемой для баллистических расчётов.

Для решения первого вопроса студентам так же объяснялось тензорное представление операций (как с индексами, так и без). И современные принципы создания программных комплексов.

Так же в процессе у них развивается навык работы в научных и инженерных коллективах, представления о технологических процессах и SoftSkills.

## **3. Привлечение к участию в научно-исследовательских работах в течение года**

Здесь типичный для МФТИ процесс — когда начиная с 4-го курса студенты привлекаются к работе на базовых кафедрах и лабораториях кампуса с той лишь разницей, что есть небольшая категория студентов, которые могут включиться в работу уже начиная со 2-го курса.

Вторая особенность заключается в том, что в рамках кампуса студенты участвуют в крупных проектах. Как правило, работа на таких проектах связана с разнообразными совещаниями и семинарами, что позволяет взглянуть не только на свою работу, но и на проект в целом и на его место в отрасли.

Примером такого проекта может быть «Интеграл-Д». Проект — выполняемый совместно АО ЦНИИмаш и МФТИ в рамках финансирования Фонда перспективных исследований. Проект направлен на создание программного комплекса для моделирования и системы поддержки принятия решения для проектирования космических аппаратов.

## **Заключение**

В настоящий момент помимо ординарных подходов к обучению аэрокосмическому направлению нужно прибегать к дополнительным методам, увеличивающим качество остаточных знаний и мотивацию на получение новых.

В Физтех-школе аэрокосмических технологий МФТИ в качестве образовательных экспериментов было реализовано три модификации общепринятых практик. В качестве результатов можно отметить существенный уровень повышения мотивации у студентов всех курсов, в том числе и у тех, кто не участвовал в указанных мероприятиях.

# ДОРОГА В КОСМОС. ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

С. А. Незнанов

Лицей № 26, Подольск, Московская обл., Россия, nsa59@mail.ru

**Проблема исследования:** актуализация изучения астрономии и космонавтики. В условиях пандемии и карантина в образовательных учреждениях требуются новые методы обучения и подачи учебного материала, в том числе дистанционно. Работы нашего кружка показывают эти возможности при изучении астрономии и космонавтики.

**Актуальность работы:** мы пока ещё не можем побывать в космосе. Мы о нём только мечтаем и надеемся, что наши работы будут полезны при изучении астрономии и космонавтики. Наши работы бесплатны, не требуют больших ресурсов интернета и установки на компьютер, имеют небольшой объём файлов.

**Цель исследования:** активизация образовательной, познавательной, развивающей и творческой деятельности учащихся на примерах участия в создании образовательных проектов (бесплатные компьютерные программы, сайты, обучающие видеоролики, презентации и т. п.) по астрономии и другим учебным предметам. Обеспечение и поддержка образовательного процесса даже в условиях дистанционного обучения.

**Основные выводы:** наши разработки не требуют установки на компьютер, не требуют для своей работы подключения к Интернету, т. е. автономны, имеют небольшой размер файлов, состоят (в основном) из одного файла, открытый программный код, возможность быстро доработать и внести изменения, совершенно бесплатны. Представленный ряд тем по различным учебным предметам постоянно растёт и расширяется.

**Практическая значимость:** в условиях пандемии и карантина в образовательных учреждениях требуются новые методы обучения и подачи учебного материала, в том числе дистанционно. Наши работы и наши методы дают возможность их использования в других регионах, в образовательных и других учреждениях.

## Аннотация

Проблемы 2019/2020 учебного года, связанные с пандемией и переходом на дистанционное образование, заставили учителей искать новые формы обучения и подачи учебного материала. Я учитель физики, математики, информатики и астрономии. Веду также кружок программирования. А так как в этом году приближалось 60-летие Дня Космонавтики, поэтому все наши компьютерные работы-проекты этого учебного года мы посвятили этому знаменательному событию. То есть космонавтике, космосу и астрономии. Проектная и исследовательская деятельность является важнейшей творческой составляющей учебного процесса.

## Комплекс проектов, компьютерных программ и других работ, посвящённых космосу, космонавтике и астрономии 2020/2021 учебного года

А. Презентация ко Дню Космонавтики (юбилейный год — 12 апреля 2021 г).

Б. Сайт, посвящённый Дню Космонавтики

Выполнил Александр Илидаров, 8-й класс, наш начинающий веб-разработчик.

В. Огромное количество видеороликов, посвящённых Дню Космонавтики, нашей Солнечной системе, Солнцу и всем планетам, и малым телам нашей Солнечной системы по отдельности.

Подбор материала и видеомонтаж выполнила Анастасия Трухина, 8-й класс, наш замечательный редактор видео и видеомонтажёр. Это видео позволяет учителю астрономии полностью и подробно рассказать, и показать всё о нашей Солнечной системе. Видеоролики могут также транслироваться (при хорошем Интернете) и с нашего сайта.

Г. Рисунки, посвящённые космосу и космонавтике.

Выполнил Михаил Маюнов, 5-й класс, наш юный участник, любитель космоса и компьютерной графики. Надеемся, что он станет хорошим веб-дизайнером.

Д. Компьютерные игры, посвящённые космонавтике и космосу.

Разработчик — ученик 7-го класса, Демид Лупанов, его компьютерные игры созданы на языке программирования C#, на игровом движке Unity 3D. Компьютерная игра «Космос — наше будущее» способна показать важность защиты нашей планеты от астероидов и способы её обороны.

Е. Интерактивная компьютерная модель Солнечной системы, выполненная в виде приложений на языке программирования Visual Basic (2D — на плоскости) и языке программирования Pascal ABC Net (3D — в объёме).

- На языке программирования Visual Basic (2D — на плоскости).
- На языке программирования Pascal ABC Net (3D — в объёме).

Это разработки, выполненные нашими ведущими участниками: Игорем Строгоновым и Александром Илидаровым (8-й класс), при моём непосредственном участии и помощи всех активных членов нашего кружка.

Первая модель, выполненная на языке программирования Visual Basic (2D — на плоскости) имеет возможность показа информации о планетах и всех телах Солнечной системы, как в виде слайд-шоу, так и показа видеороликов об этих телах с помощью встроенного проигрывателя многих видов файлов (видео, фото и др.) Имеется возможность включить этот показ, остановить или продолжить показ далее. Радиусы орбит и периоды обращения планет соответствуют в сравнении радиусу орбиты и периоду обращения нашей планеты Земля. Имеется плавное увеличение и уменьшение скорости движения планет вокруг Солнца. Есть изменение масштаба (в два раза) всей модели Солнечной системы.

Вторая модель, выполненная на языке программирования Pascal ABC Net (3D — в объёме), более реалистичная, эффектная, позволяет легко масштабировать и поворачивать всю модель целиком с помощью правой кнопки и колеса прокрутки мышки. Здесь мы работаем над повышением информативности модели (включая показ (справку) информации по каждому объекту Солнечной системы).

# ЭМУЛЯТОР ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ СО СПУТНИКА НА НАЗЕМНУЮ СТАНЦИЮ НА ОСНОВЕ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Б. С. Никитин, М. А. Бубнова, А. Н. Косинов, В. А. Балескин,  
Л. А. Романов, Д. А. Абрамешин

Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики», Москва, Россия, bsnikitin@edu.hse.ru

## Введение

В современных реалиях активно растёт интерес людей к исследованию космоса и развитию космических технологий, в том числе и к спутниковым технологиям. Соответственно, вместе с ним растёт спрос на профессионалов и образовательные ресурсы в данной области. Возникает нехватка специалистов из-за роста интереса и спроса. Для решения этого вопроса требуется комплексный подход, включающий в себя создание новых образовательных продуктов.

## Цель работы

Целью данной работы является обзор продукта «Эмулятор передачи данных со спутника на наземную станцию на основе клиент-серверной архитектуры» и возможностей его применения в обучении студентов и школьников старших классов, а также привлечения их к деятельности в сфере космических технологий. Основная задача приложения — моделирование обмена данными между находящимся на орбите малым космическим аппаратом и наземной станцией для обучения школьников и студентов.

## Аналоги

Одним из аналогов можно считать среду Simulink [1], реализованную на основе MATLAB [2]. Это среда модельно-ориентированного программирования, позволяющая моделировать и анализировать многомерные динамические системы, подходящая в том числе и для работы с моделированием передачи данных. Основным минусом данной среды является высокий порог вхождения.

В качестве аппаратного аналога можно привести несколько решений простейшим, из которых является система из двух аппаратно-программных средств прототипирования простых систем по типу Arduino [3] и двух антенн, одна из которых выступает в роли передающей, а вторая — принимающей. На их примере можно изучить передачу данных на практике. Однако это накладывает и свои ограничения такие как необходимость очного присутствия и наличия необходимого оборудования.

## Описание продукта

Продукт «Эмулятор передачи данных» представляет из себя среду для моделирования обмена данными между космическим аппаратом, находящимся на орбите и наземной станцией. Приложение моделирует основные параметры, воздействующие на процесс передачи информации, а также демонстрирует как при конкретных параметрах могут повредиться данные, для наглядности представляемые изображениями. Виртуальная среда позволяет дистанционно обучать студентов и школьников, выполнять расчётные и лабораторные работы, а также составлять учебные планы и методические материалы. Данное решение может использоваться для внутренней подготовки сотрудников к работе с реальными аппаратами.

Веб-приложение «Эмулятор» разработано студентами и сотрудниками Учебно-исследовательской лаборатории функциональной безопасности космических аппаратов и систем Московского института электроники и математики им. А. Н. Тихонова НИУ ВШЭ. Для реализации были



использованы такие языки программирования как: JavaScript, C++, Python. Кроме того, для передачи данных с клиентской части на серверную используется технология gRPC [4].

Продукт основан на клиент-серверной архитектуре, что позволяет перенести выполнение расчётов и хранение данных на сервер. Такая реализация снижает нагрузку на компьютер пользователя. Пользователь может настроить параметры и загрузить изображение, для которого будет моделироваться передача. После обработки данных проект возвращает клиенту изменённое изображение с учётом помех.

Среда учитывает для подсчёта искажений [5] такие факторы как: положение аппарата (возвышение, расстояние, угол поляризации); используемое оборудование и параметры канала связи (частота, ширина полосы, системный шум, частота символов, коэффициенты усиления передатчика и приёмника, мощность передатчика); параметры обнаружения и коррекции ошибок (кодирование) и уровень осадков [6].

## Заключение

Данная виртуальная среда позволяет производить моделирование передачи данных между аппаратом на орбите и наземной станцией с учётом различных параметров. Данное решение можно использовать для выполнения расчётных и лабораторных работ, а также для дистанционного обучения студентов и школьников. В настоящий момент уже запланировано применение приложения в таких проектах как: ИТ-класс в московской школе, Инженерный класс в московской школе, кроме того, возможно применение в проведении олимпиад, например, Московская Предпрофессиональная Олимпиада Школьников.

Помимо прочего приложение обладает высоким уровнем интеграции, что даёт пользователю возможность создавать собственные лабораторные работы и практические задания с помощью дополнительных инструментов разработки. В проекте используются современные модели описания параметров окружающей среды, что позволяет приблизить моделируемое окружение к реальному.

## Литература

- [1] Simulink. URL: <https://www.mathworks.com/products/simulink.html> (дата обращения 18.08.2021).
- [2] MATLAB. URL: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html> (дата обращения 18.08.2021).
- [3] Arduino. URL: режим доступа: <https://www.arduino.cc/> (дата обращения 19.08.2021).
- [4] gRPC. URL: <https://grpc.io/> (дата обращения 19.08.2021).
- [5] *Döttling M., Saunders S.* Bit Error Rate Calculation for Satellite Communication Systems // Proc. COST Joint Intern. Workshop COST252, COST253, COST255. Toulouse, France 1999. S. 51–55.
- [6] ITU-R P.838-3. URL: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.838-3-200503-I!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.838-3-200503-I!!PDF-E.pdf) (дата обращения 17.08.2021).

# МЕХАНИЗМЫ РАБОТЫ ЧАСТНОГО ПЛАНЕТАРИЯ И ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ ПО АСТРОНОМИЧЕСКОМУ ПРОСВЕЩЕНИЮ НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

П. Г. Никифоров

Иркутский планетарий (ООО «Планетарий»), Иркутск, Россия  
pnikiforov@yandex.ru

## Вводные факты

Иркутский планетарий — первый частный стационарный планетарий в России. В звёздном зале планетария демонстрируются полнокупольные фильмы естественно-научной тематики, проводятся лекции и экскурсии по звёздному небу, организуются концерты под звёздным небом. В планетарии есть небольшое музейное пространство. Астрономическая обсерватория Иркутского планетария проводит наблюдения Солнца, Луны и планет в телескоп-рефрактор 170 мм в диаметре, а также в течение шести лет организует выездные наблюдения объектов глубокого космоса. Планетарий открылся в феврале 2015 г., до этого в Иркутске не было планетария в течение 29 лет.

Иркутская региональная общественная организация «Иркутское региональное астрономическое общество» (ИРАО) — зарегистрирована на 27 августа 2019 г. одиннадцатую энтузиастами любителями астрономии в целях представления и защиты интересов любителей астрономии Иркутской области. На сегодняшний момент ИРАО проводит просветительские мероприятия на территории всей Иркутской области, в том числе наблюдения объектов звёздного неба для широкого круга лиц, трансляцию наблюдений по сети Интернет.

В России функционирует чуть более 40 стационарных планетариев или один планетарий на 3,5 млн жителей. Это крайне мало. Даже при средней посещаемости одного планетария в 40 000 человек в год возможность посещения планетария в течение года есть лишь у 1 % населения.

Восточнее Иркутского планетария стационарные планетарии в стране отсутствуют.

Юридически оформленных общественных организаций любителей астрономии в России менее десяти.

Проведённый опрос учителей астрономии Иркутской области показывает низкий и снижающийся уровень знаний. Кроме того:

- около половины учителей сами оценивают своё знание предмета *на недостаточном уровне*;
- главное затруднение, которое испытывает учитель астрономии — *недостаточная теоретическая и практическая подготовка* — 65 %;
- в наибольшей мере учителям не хватает практических занятий. Отмечены наиболее важные формы практических занятий: *проведение уроков астрономии в планетарии* — 84 % и *организация и проведение астрономических наблюдений* — 83 %;
- в качестве необходимой формы поддержки безоговорочным лидером выходит *помощь в организации и проведении астрономических наблюдений* — 77 %.

Опрос проводился в июле—сентябре 2021 г. в форме анкеты Google формы. На 6 сентября 2021 г. получено 69 заполненных анкет.

Система ЕГЭ в общеобразовательной системе приводит к снижению приоритета таких предметов как астрономия в системе преподавания общеобразовательных школ.

## Описание проблемы

В то время как в мире происходит всё большее осознание непреходящей важности космического образования, астрономическое образование в России всё больше и больше отстаёт от передовых стран.

Несмотря на то, что сегодня в России организуются и проводятся такие важные и современные проекты как «Дежурный по планете», космические смены в «Сириусе» и его региональных центрах, Летняя космическая школа и прочие, основная проблема космического образования состоит в крайне низком уровне подготовки учителей астрономии в целом.

## Цель доклада

Предложить к использованию опыт того как работа частного стационарного планетария и общественного объединения астрономов любителей способна заинтересовать стороны в создании и устойчивом функционировании системы эффективного астрономического просвещения в регионе.

## Стороны:

- Общеобразовательные школы.
- Специальные коррекционные школы.
- Детские спортивные и музыкальные школы, школы искусств.
- Средние специальные учебные заведения.
- Высшие учебные заведения.
- Учреждения дополнительного образования детей и взрослых.
- Частные образовательные организации.
- Родители и представители несовершеннолетних.
- Всевозможные учреждения, относящиеся к структуре Министерства образования региона (Институт Развития Образования, Институт подготовки педагогических кадров, Институт повышения качества образования и т. д. и т. п.).
- Структуры смежных Министерств (культуры, туризма, опеки и попечительства, профилактики безнадзорности).
- Местные органы власти.
- Научно-исследовательские институты, связанные с астрономией (НИИФТРИ, ИСЗФ СО РАН).
- Региональные органы власти.
- Местное бизнес-сообщество в качестве спонсоров и попечителей.
- Общественность.
- Средства массовой информации.
- Федеральные структуры поддержки проектной деятельности и одарённых детей и их региональные представительства.
- Возможно появление прочих вовлечённых сторон.

Под определением эффективного и устойчивого астрономического просвещения в регионе мы понимаем существование следующих блоков:

1. Преподавание предмета астрономия в общеобразовательных школах и средних специальных учебных заведениях на необходимом уровне.
2. Постоянно действующую систему подготовки учителей астрономии для общеобразовательных школ и средних специальных учебных заведений.
3. Действующие кружки научно-технической космической тематики в учреждениях дополнительного образования.
4. Территориальную сеть любителей астрономии, которые поддерживают и проводят уличные (тротуарные) наблюдательные и иные просветительские мероприятия организуемые централизованно, а также организуют и проводят свои местные мероприятия.
5. Участие любителей астрономии и энтузиастов в научных проектах (citizen science).

6. Возможность участия в обучающий и просветительских программах высокого уровня действующих на федеральном масштабе (Летняя Космическая Школа, «Дежурный по планете», программа компании Sputnik и пр.) для одарённых детей и заинтересованных преподавателей.

Этот список может дополняться по мере возникновения и исполнения проектов.

Таковы основные итоги работы Иркутского планетария в течение шести лет и Иркутского Регионального Астрономического Общества в течение двух лет. Расширяя взаимодействие с перечисленными выше сторонами, мы предлагаем нашему региону движение в направлении создания системы устойчивого и развивающегося астрономического образования для широких масс населения в регионе.

Такая система позволяет:

- во-первых, охватить наибольшее возможное количество населения, предоставив им возможность своими глазами увидеть наш большой мир вокруг;
- во-вторых, оказать реальную помощь учителям астрономии, показать место астрономии в ряду прочих школьных предметов, передать энтузиазм любителей астрономии учителям;
- в-третьих, показать мотивированным и обладающим знаниями учителям и школьникам пути профессионального развития.

Но, как говорится, «план — это то, что культура съедает на завтрак». В российских условиях множественности культур его реализация возможна при вдумчивом и индивидуальном подходе к каждой из сторон и поиску условий для взаимовыгодного соглашения. Полученный за прошедшие года опыт позволяет нам говорить о возможности передачи нашей модели астрономического просвещения в другие регионы нашей России.

Вот некоторые из наиболее ярких проектов Иркутского планетария и Иркутского Регионального Астрономического Общества (ИРАО), которые реализуются при участии различных сторон и позволяют добиться успеха в астрономическом образовании населения региона:

- Проекты «Телескопы для всех» и «Телескопы для сибирских деревень» профинансированы на общественные средства, средства спонсора и средства гранта. Проектом переданы в пользование любителям астрономии из отдалённых регионах девять телескопов на условиях договора безвозмездной срочной аренды. Это привело к созданию и функционированию на местах кружков астрономии. В некоторых из мест дислокации телескопов, проект поддержан местной администрацией и, таким образом, получает дополнительное финансирование и поддержку административным ресурсом. Телескопы выполняют свою основную функцию: показывают небо наибольшему числу людей под руководством компетентных специалистов. Делают возможным астрономические наблюдения во время изучения предмета «Астрономия»;
- Публичные акции наблюдения астрономических явлений и объектов в телескоп. В Иркутской области они проводятся регулярно и являются наиболее масштабным в России. Мероприятия проводятся в Международную ночь тротуарной астрономии (первая четверть Луны, наступающая после весеннего равноденствия), во Всемирную неделю космоса 4–10 октября, Всемирную ночь наблюдения Луны и пр. Такая деятельность способна показать наш реальный большой мир наибольшему числу людей. Безусловно, способы наблюдений будут расширяться с развитием технологий. Однако, все они отдаляют людей от реальности, ставя между наблюдателем и миром различных посредников. Наблюдательная астрономия это непосредственный контакт с миром. Для того, чтобы чем-то увлечься, необходима эмоциональная вовлечённость,

которая и возникает только при непосредственном контакте с предметом;

- Проекты одновременных наблюдений с разных мест на Земном шаре. Например, наблюдение лунного затмения 26 мая 2021 г., которое было видимо только в акватории Тихого океана и в Австралии, или наблюдение кольцеобразного солнечного затмения 10 июня 2021 г., наблюдаемого совместно с американскими любителями астрономии и пр. Такие проекты позволяют осознать общность нашего мира и показать одно и то же звёздное небо над весьма отдалёнными частями Земного шара. Только такой опыт даст понимание некоторых астрономических концепций и явлений (шарообразность Земли, масштаб Солнечной системы). Записи трансляций представлены на YouTube канале ИРАО;
- Развитием проектов «Телескопы для всех» и «Телескопы для сибирских деревень» явилась возможность для ребят из отдалённых территорий посетить Летнюю космическую школу и показать там прекрасные результаты;
- Эти же проекты позволили организовать и провести «Астрономический фестиваль» на отдалённой территории дислокации одного из инструментов. Департаментом Международного астрономического союза «Астрономия в целях развития» признано, что проект «Телескопы для сибирских деревень» оказывает влияние на социально-экономическое положение на территории его проведения. Именно поэтому, фестиваль поддержан региональными властями, он работает на усиление туристической привлекательности региона, развивает местные сообщества, а также приводит к развитию междисциплинарных связей (история, культура, археология), и, соответственно, к привлечению прочих заинтересованных групп и ресурсов. В ходе фестиваля получатели телескопов смогли обменяться опытом между собой, т. е. на горизонтальном уровне, что является более ценным и ведёт к выработке совместных планов деятельности, которые в наибольшей степени вероятности будут реализованы;
- Уникальная практика выездных наблюдений объектов глубокого космоса за городом в течение шести лет. Эти мероприятия позволяют людям первый раз увидеть Млечный Путь, метеоры и болиды, туманности и галактики, развить экскурсионную и туристическую привлекательность территории на которой они проводятся.

Вышеуказанные мероприятия происходят во взаимодействии с заинтересованными сторонами (как они указаны выше) и только их практическая реализация позволяет найти возможность двигаться вперёд при учёте возможностей и интересов каждой из сторон. Например, с аэропортом при формировании выставки астрофотографий в аэровокзале, с городской администрацией при составлении плана городских мероприятий или с Агентством по туризму при составлении плана экскурсионной деятельности в регионе. Презентация проекта на примерах из реальных историй показывает, каким образом выстраивается необходимое взаимодействие и взаимопонимание.

# ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ АВТОРСКОЙ ПРОГРАММЫ ЛЁТЧИКА-КОСМОНАВТА РФ, ГЕРОЯ РОССИИ А. И. ЛАЗУТКИНА «ПЛАНЕТА X» НА БАЗЕ МБУ ДО ДДЮТ г. НОВОМОСКОВСКА ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. В. Николаева

МБУ ДО «Дворец детского (юношеского) творчества»  
Новомосковск, Тульская обл., Россия, natasha071rus@mail.ru

Детское объединение «Детское конструкторское бюро» (ДКБ) выросло из «Радиокружка», организованного в Новомосковском Дворце пионеров и школьников в 1970 г. Возглавил его молодой педагог Виктор Матвеевич Марачев. С 1978 г. после встречи с лётчиком-космонавтом СССР, дважды Героем Советского Союза Н. Н. Рукавишниковым работы ребят все больше посвящались космической тематике — макеты и модели авиационной и космической техники, собственные разработки систем спасения космонавтов, изучение истории космических полётов. Выезжая на Всесоюзные и Всероссийские конкурсы «Космос», конференции «Космонавтика и ракетная техника», Международные конференции юных космонавтов, ребята все чаще встречались с героями космоса, знакомились с подробностями их полётов, стремились узнать как можно больше информации об их жизни на Земле и на орбитальных станциях, системе подготовки космонавтов к длительным полётам. С 1995 г. в Новомосковске побывали космонавты А. А. Серебров, А. Ю. Калери, М. В. Тюрин. Но чаще всего новомосковские школьники встречались с лётчиком-космонавтом РФ, Героем России А. И. Лазуткиным.

В 2014 г. Александр Иванович предложил на базе ДКБ начать апробацию его авторской программы «Планета X».

**Цель программы:** предоставление возможности школьникам самостоятельно применить накопленные в школе знания по различным дисциплинам для самопознания и изучения окружающего мира через аэрокосмическое образование.

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие **задачи**:

- развивать интерес к познанию окружающего мира;
- сформировать инженерное, научно-техническое мышление у детей,
- развивать навыки проведения исследовательских работ;
- развить космическое и планетарное сознание;
- воспитывать чувство патриотизма, уважения к деятелям науки и техники, создавшим и развивающим ракетно-космическую отрасль;
- развивать навыки взаимодействия, чувство товарищества, умение работать в команде.

Для реализации программы проводятся следующие мероприятия: — ежемесячно (ориентировочно третий четверг месяца) проводятся очные занятия в МБУ ДО ДДЮТ (Технопарк). Занятия проводит автор программы лётчик-космонавт РФ, Герой России А. И. Лазуткин.

**Темы занятий:**

- Сентябрь — Влияние космического полёта на организм человека. Самообследование состояния здоровья — пульс, температура, вес, рост. Правила проведения исследования и составления календаря исследования.
- Октябрь — Межпланетные перелёты. Разведка новых планет. Составление плана исследовательских работ на неизвестной планете. Подведение итогов самообследования.



- Ноябрь — Правила нахождения географических и физических параметров планеты. Подведение итогов первого знакомства с Планетой X.
- Декабрь — Сезонные изменения климатических условий на планете, составление календаря наблюдений. Подведение итогов расчётов географических и физических параметров Планеты X.
- Январь — Проведение дистанционной конференции с участниками программы Планеты X из других регионов России.
- Февраль — Космические аппараты для межпланетных перелётов. Составление плана работы над проектом космического аппарата для экипажа.
- Март — Создание проекта космического аппарата. Питание космонавта в космическом полёте. Знакомство с космическим питанием. Практическая работа.
- Апрель — История пилотируемых космических полётов. Подготовка рефератов, посвящённых 60-летию первого полёта в космос Ю. А. Гагарина.
- Май — Подведение итогов работы по программе.

При необходимости занятие проводится дистанционно с применением ИКТ. В остальное время рядом с ребятами есть учителя, с которыми Александр Иванович проводит дополнительные консультации.

Согласно легенде программы, экипаж космического аппарата в составе учебной группы под руководством командира (педагога) совершает посадку на неизвестную планету — Планету X. Используя имеющиеся знания, ребята должны исследовать место посадки на планету (место проживания) и своё физическое состояние.

В полётном задании предлагается: изучить и описать окружающую местность, природу, определить географические координаты, абсолютный полдень, изучить влияние планеты на свою жизнь и здоровье, провести ряд измерений и вести дневник по ним. Все эти задания, выданные Центром управления полётом (автором программы), передаются через командиров экипажей и координаторов (педагога ДДЮТ). ЦУП координирует работу всех экипажей, выдаёт график проведения полётов, протоколы исследований, а после получения отчётов обрабатывает их и публикует в группе участников полётов.

В программе одновременно участвует несколько регионов России, Болгарии, США. Особенностью периодов исследовательской работы является одновременное проведение «полётов» в разных районах города и страны. Одновременное проведение экспериментов в разных регионах позволяет участникам проекта изучить разнообразие форм жизни, природных, географических особенностей на одной планете не только в учебниках, но и практически.

В процессе оценки своего физического состояния ребята делают выводы, на которые в учебной работе уходило бы значительно больше сил и времени. Одно из заданий — измерение своего роста в течение недели вечером перед сном и утром при подъёме. С удивлением все участники эксперимента обнаруживают, что рост в течение суток меняется. В ходе рассуждений выясняется, что уменьшение роста к концу дня — это действие гравитации. Измерение пульса, температуры тела и т. д. помогают определить цикличность работы организма, взаимосвязь различных процессов в организме человека и его физической активности.

Кроме того, Александр Иванович, встречаясь с ребятами, разъясняет им не только результаты исследований, но и необходимость и значимость тех или иных измерений. На занятиях анализируется, почему данные различных людей различаются, что влияет на эффективность тех или иных процессов жизнедеятельности.

Ещё одна тема работы — изучение конструкций орбитальных и неплатёных станций, создание авторских проектов и компоновки их систем и комплексов. Ребята не только придумывают варианты, но и защищают свои идеи, используя знания, полученные на занятиях.

Для участников проектов А. И. Лазуткин проводит дни дегустации космической пищи. Александр Иванович готовит для ребят первые и вторые блюда, угощает космическим десертом.

Практические занятия с космонавтом позволяют понять, что такое перегрузки в полёте, невесомость, умение работать в команде.

В процессе освоения программы обучающиеся познают себя и окружающий их мир, учатся применять на практике полученные в школе знания биологии, ботаники, географии, математики, физики и многих других учебных предметов, развиваются навыки исследовательской и проектной деятельности, умение работать в команде, чувство патриотизма и любви к малой родине.

# **РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ «Д-СТАРТ» ДЛЯ СВЕРХМАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ФЕМТОКЛАССА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЦЕЛЯХ КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Д. А. Новосельцев**

ООО «Д-Старт», Омск, Россия, danovoseltsev@mail.ru

Как известно, в настоящее время в образовательном процессе используются космические аппараты (КА) формата CubeSat ([1] и др.). Формат малых спутников CubeSat становится все более популярным для образовательных миссий, но стоимость их компонентов остаётся высокой [2]. Российскими производителями предлагаются «бюджетные» платформы для образовательных и экспериментальных спутников формата CubeSat, например, ОрбиКрафт-Про от ООО «Спутникс» [2, 3] или Геоскан 1U и Геоскан 3U от ГК «Геоскан» [4]. 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: на июнь 2022 г. стоимость запуска КА формата CubeSat 1U составит 30 000 долларов 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 является проект Spase-л, 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 [5].

В то же время, освоение проектирования и производства нижней части линейки сверхмалых КА [6] единичной массой от 100 г и менее — пико- и фемтоклассов, в том числе бескорпусных КА «на плате» (типа ChipSat) [7], 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 [8]) открывает возможность участия в космической деятельности новых участников с ограниченным бюджетом — юридических и физических лиц.

В настоящее время подобные КА активно используются в ряде зарубежных стран как в профильном космическом образовании, так и в более широкой области так называемого STEM-образования. Одним из лидеров этого направления является компания AmbaSat Ltd, разработчик и производитель КА AmbaSat-1 в различных модификациях [9]. 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. 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.

Основной проблемой, ограничивающей область применения таких КА, является отсутствие двигательных установок, позволяющих им осуществлять самостоятельные манёвры. Как известно, для КА CubeSat разрабатываются, разработаны и используются ряд двигательных установок различных типов (например, [10]), 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 [7], 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. В настоящее время для фемтоспутников предлагаются [11] электродинамические двигательные установки с использованием силы Лоренца ([12] и др.) и солнечные паруса, интегрированные в конструкцию фемтоспутника [13 и др.], а также лазерные паруса. Они преимущественно относятся к двигателям постоянной микротяги для поддержания постоянной высоты фемтоспутника на низкой околоземной орбите. Действующих двигателей относительно большой тяги для КА фемтокласа до настоящего времени не существует.

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 фемтокласа и смежных технических решений [14]. Основной перспективной задачей является освоение 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  $\Delta V$ , включая манёвры отлёта с околоземной орбиты в межпланетное пространство и к окраинам Солнечной системы [15]. В настоящее время по данной теме ведутся 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 фемтокласа типа ChipSat, в том числе простейших фемтоспутников класса Sprite AmbaSat-1 массой до 10 г (и в перспективе AmbaSat-2) партнерской компании AmbaSat Ltd (Великобритания) (в рамках соглашения о намерениях от 02.10.2020) и более тяжёлых фемтоспутников массой до 25 г компании ThumbSat (Мексика).

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.
- Термокаталитические двигатели «Импульс-Т» для одноимпульсных межорбитальных манёвров.
- Комбинированные двигатели с последовательной сменой режимов «Импульс-ТС».

Стендовые испытания прототипов двигателей с различным рабочим телом (в варианте для установки на светорadioотражателе фемтоспутника ThumbSat) были успешно проведены на стенде МСИД ООО «Д-Старт» 27.08.2021 и 08.09.2021 в условиях, имитирующих половину орбитального витка на освещенной Солнцем части траектории на высоте 400–500 км. Для моделей «Импульс-С» и «Импульс-ТС» были предва-

рительно получены максимальные значения тяги и относительной тяги на единицу площади рабочей поверхности соответственно  $P \sim 10^{-6}$  Н,  $P/F \sim 10^{-3}$  Н·м<sup>-2</sup> и  $P \sim 1,4 \cdot 10^{-3}$  Н,  $P/F \sim 1,56$  Н·м<sup>-2</sup>. В связи с частичным разрушением блока рабочего тела в ходе испытаний под действием неустраняемой 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 полиэтилен-терефталатной ДА НИИКАМ ТУ 2255-21680878-001-2001 [16] осталась чистой и неповреждённой, что позволяет после завершения основного манёвра использовать двигатель в режиме солнечного паруса [13].

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., и на массо-габаритном макете AmbaSat-1 на МКС в ходе внекорабельной деятельности 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 [11]). 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). Освоение опытного производства таких перспективных двигателей «Импульс» планируется в 2022 г.

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.

Также рассматривается возможность обособленного применения двигателей типа «Импульс» на традиционных КА формата CubeSat, например, в целях деорбитинга — в частности, в рамках меморандума о намерениях (MOU) от 30.03.2021 с компанией UZURO Tech. (Республика Корея).

Другим рассматриваемым вариантом оптимизации массы фемтоспутников типа ChipSat – Sprite является 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 [7] размещаются жесткие блоки фемтоспутников, выполненных 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», является 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 счет 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. При этом отражатель выполнен из материала малой плотности наподобие твёрдого аэрогеля, а полезная нагрузка типа ChipSat размещается в слотах отражателя. 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 нагрузок в стратосферу с использованием стратегического 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 одним импульсным 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 [17], круглая несущая опорная плита которого хорошо интегрируется с отражателем кинетического или иного импульсного двигателя.

Данные проекты ООО «Д-Старт», представленные как общий проект «Двигатели сверхмалых КА», в рамках деловой программы международного авиационно-космического салона МАКС-2021, были представлены 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 многоточечному мониторингу в реальном времени параметров атмосфер Марса и Венеры с помощью зондов фемтокласса 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.

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 учащих в образовательном процессе.

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, автором и советником генерального директора Фонда содействия инновациям И. М. Бортником, координатором проекта, была предварительно согласована возможность использования некоторых их 100 планируемых к запуску спутников CubeSat в качестве носителей и пусковых платформ фемтоспутников, тем самым расширив возможности и масштабы проекта.)

2. Обеспечить разработку и производства 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).

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 «колонийных» 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 [18–20]. Технические решения, разрабатываемые ООО «Д-Старт» для КА фемтокласса в настоящее время, также рассматриваются как научно-технический задел для проекта «Катализ».

## Литература

- [1] Зуев Д. М., Пятков А. Г., Мовчан П. В., Смирнов Д. В., Костюков А. С. SibCube — проект студенческого космического аппарата СибГАУ класса CubeSat // Вестн. СибГАУ. 2014. № 4(56). С. 160–166.
- [2] [https://sputnix.ru/tpl/docs/%D0%9E%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5\\_%D0%9E%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%82-%D0%9F%D1%80%D0%BE.pdf](https://sputnix.ru/tpl/docs/%D0%9E%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%9E%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%82-%D0%9F%D1%80%D0%BE.pdf).
- [3] <https://sputnix.ru/ru/kosmicheskoe-obrazovanie/konstruktory-sputnikov/orbikraft-pro-obuchenie>.

- [4] <https://www.geoscan.aero/ru/products/cubesat>.
- [5] [https://fasie.ru/press/fund/sbor-space-p/?sphrase\\_id=100773](https://fasie.ru/press/fund/sbor-space-p/?sphrase_id=100773).
- [6] *Hein A., Burkhardt Z., Eubanks T. M.* AttoSats: ChipSats, other Gram-Scale Spacecraft, and Beyond. 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1910.12559>.
- [7] *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. Logan, Utah, USA, Aug. 10–15, 2013. Paper: SSC13-IX-5.
- [8] <https://ambasat.com/shop/>.
- [9] <https://ambasat.com/ambasat-in-education-stem-course/>.
- [10] *Levchenko I.* et al. Space micropropulsion systems for Cubesats and small satellites: From proximate targets to furthestmost frontiers // Applied Physics Reviews. 2018. V. 5. Art. No. 011104. <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5007734>.
- [11] ChipSats: New Opportunities. Final Report. International Space University. MSS Program 2020.
- [12] *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.
- [13] *Atchison J., Peck M.* A passive, sunpointing, millimeter-scale solar sail. Acta Astronautica. 2010. V. 67. No. 1. P. 108–121.
- [14] *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-косм. техники и подготовки инженерных кадров для авиакосм. отрасли: Материалы 15-й Всероссийской научно-техн. конф., посвященной памяти главного конструктора ПО «Полёт» А. С. Клинышкова. Омск, 2021. С. 22–25.
- [15] *Новосельцев Д. А.* О возможности рациональной утилизации фрагментов околоземного космического мусора // Всероссийская науч. конф. «Космический мусор: фундаментальные и практические аспекты угрозы»: сб. тр. Серия «Механика, управление и информатика». М.: ИКИ РАН, 2019. С. 217–229.
- [16] НИИ космических и авиационных материалов: Каталог продукции. URL: [https://www.niikam.ru/documents/Catalog\\_NIIKAM.pdf](https://www.niikam.ru/documents/Catalog_NIIKAM.pdf).
- [17] *Welle R., Venturini C., Hinkley D., Gangestad J.* The DiskSat: A Two-Dimensional Containerized Satellite // 35<sup>th</sup> Annual Small Satellite Conf. URL: <https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5101&context=smallsat>.
- [18] *Новосельцев Д.* Проект «Катализ»: о возможности целенаправленного распространения разумной жизни в Галактике // Эволюция. Паттерны эволюции. Волгоград: Учитель, 2018. С. 32–42. URL: [https://www.socio-nauki.ru/upload/socio-nauki.ru/book/files/evol\\_9/032-042.pdf](https://www.socio-nauki.ru/upload/socio-nauki.ru/book/files/evol_9/032-042.pdf).
- [19] *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' Publishing House, 2019. P. 66–75. [https://www.socio-nauki.ru/upload/socio-nauki.ru/book/files/evol\\_6\\_en/004\\_.pdf](https://www.socio-nauki.ru/upload/socio-nauki.ru/book/files/evol_6_en/004_.pdf).
- [20] *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' Publishing House, 2020. P. 228–237.

# ПРЕПОДАВАНИЕ АКАДЕМИЧЕСКОГО АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА СТУДЕНТАМ-МАГИСТРАМ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИМСЯ В АСТРОДИНАМИКЕ

**О. М. Овчинникова**

ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, Москва, Россия, ovchol@mail.ru  
МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

В докладе обобщается опыт преподавания курса академического английского языка магистрантам, обучающимся по специализации «Динамические системы» по профилю математического моделирования и прикладной математики. Рассматриваемый курс читается с 2015 г. на одноимённой базовой кафедре МФТИ в Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН. В докладе излагаются предпосылки появления курса, методические принципы обучения и отдельные особенности курса, а также обозначаются перспективы его развития.

Кратко представим обсуждаемый учебный курс и контекст его появления. Дисциплина преподаётся студентам МФТИ, проходящим образовательную практику под научным руководством сотрудников отдела «Динамика космических систем» ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, работающих по совместительству на базовой кафедре. Отдел занимается разработкой математических моделей движения и алгоритмов управления околоземными и межпланетными космическими аппаратами, смежными вопросами оптимизации, математическими методами анализа и синтеза космических миссий в тесном взаимодействии с организациями космической отрасли и университетами в России и за рубежом.

Важную часть работы отдела представляет публикационная деятельность, а именно подготовка и подача статей в периодические издания по космической тематике. Значительную долю этих изданий составляют ведущие международные журналы (в том числе квартилей Q1–Q2 по классификации Web of Science) — так, за 2020 г. сотрудники отдела опубликовали 12 статей в зарубежных изданиях, в том числе восемь — в журналах уровня Q1. В таких условиях подготовка кадров к работе с англоязычным академическим дискурсом нужна уже на начальном этапе их работы на кафедре и в отделе. Основную часть молодых кадров составляют студенты-магистранты МФТИ, поэтому такую подготовку было решено организовать в виде учебного курса, вошедшего в программу обучения.

Курс представляет собой учебный цикл длительностью в один семестр, в ходе которого студенты знакомятся с нормами и требованиями академического дискурса, принципами создания академических текстов и устных выступлений на английском языке. Приобретая по мере прохождения курса практические навыки в этой области и тренируясь в письме, к концу семестра студенты создают свои тексты и презентации, посвящённые их собственной научной работе.

От существующих вузовских курсов академического английского языка настоящий курс отличается сфокусированностью на конкретной, довольно узкой специализации студентов и на практическом применении ими получаемых знаний и навыков (нередко — фактически «в режиме реального времени»). Этим обусловлен выбор материалов, составляющих основу практической части курса. Она построена на изучении статей из журналов, в которых публикуются и на которые обычно нацелены сотрудники кафедры и отдела. Среди этих изданий, прежде всего: *Acta Astronautica*, *Advances in the Astronautical Sciences*, *Advances in Space Research*, *AIAA Journal*, *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, *Journal of Aerospace Engineering*, *Journal of Spacecraft and Rockets* и *Progress in Aerospace Sciences*.

Отметим, что статьи в журналах, освещающих вопросы динамики космического полёта и, шире, космических исследований и прикладной

математики, обладают своей спецификой. Она проявляется, в первую очередь, на языковом уровне, а именно в лексическом, грамматическом и стилистическом аспектах. Сюда относится характерный терминологический аппарат с обилием математической лексики, специфическое использование грамматических времён и других конструкций и некоторые другие особенности.

Своеобразна и структура таких статей. Она зачастую отличается от «классического» формата IMRAD (Introduction, Methods, Results and Discussion), на который опирается основной корпус пособий по академическому письму. Кроме того, статьи по этой специальности отличаются обилием внетекстовых элементов, в первую очередь — графической информации и математических выражений. В связи с этим особое внимание уделяется изучению принципов оформления этих элементов, с применением специализированного программного обеспечения, например, программ MATLAB и MathCad.

Среди основных трудностей в преподавании курса можно назвать различия в языковой подготовке студентов. Хотя средний исходный уровень достаточно высок (как правило, находится на уровне B2, реже — B1), в отдельных группах наблюдается дисбаланс в разных аспектах владения языком. Такие различия довольно типичны для «языковых» групп в магистратуре и объясняются, среди прочего, тем, что в бакалавриате студенты учатся на разных факультетах и даже в разных вузах. Решить эту проблему помогает гибкость в построении курса: собственно языковой компонент по необходимости усиливается, в зависимости от уровня языковых знаний в группе.

При этом со стороны студентов заметна готовность и стремление встраиваться в иноязычную и инокультурную научную парадигму, а значит — высокая мотивация к работе, что значительно помогает в разрешении возникающих трудностей.

Опыт преподавания курса также может представлять интерес при разработке дисциплин по академическому английскому в других вузах — как применительно к обучению аэродинамике, так и в прочих областях аэрокосмического образования.

Добавим, что многолетнее тесное сотрудничество отдела с зарубежными образовательными и научно-исследовательскими организациями (в частности, университетами и компаниями Италии, Португалии, Бразилии, Германии, Швеции и др.) вызывает необходимость и в то же время благоприятствует дальнейшему расширению лингвистической подготовки магистрантов и её выходу за пределы «англоязычного» дискурса. Накопленный опыт может быть использован в будущих курсах итальянского и португальского языков для студентов-магистрантов, обучающихся на кафедре. Эти дисциплины могут стать как продолжением вузовских курсов иностранных языков, так и способом углубить уже имеющиеся знания по тому или иному языку.

## **ПРОВЕДЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА РОССИЙСКОМ СЕГМЕНТЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

**Пивкин А. Л., Афанасьев А. А.**

АО «Организация «Агат», Москва, Россия, PivkinAL@agat-roscosmos.ru

Российский сегмент Международной космической станции (РС МКС) предназначен и используется для реализации комплексной программы фундаментальных, научно-прикладных и научно-образовательных исследований, экспериментов, включающих следующие направления:

- проведение фундаментальных исследований в условиях микрогравитации;
- проведение фундаментальных медико-биологических исследований и изучение организма человека в условиях космического полёта;
- проведение исследований и отработка технических средств, связанных в первую очередь с реализацией критических технологий освоения космического пространства;
- проведение исследований околоземного космического пространства, атмосферы и поверхности Земли в интересах фундаментальной науки и в прикладных целях;
- проведение исследований в области астрофизики, физики солнечной системы и солнечно-земной физики;
- отработка методов и технических средств космического мониторинга;
- отработка методов и средств реализации крупных международных космических программ;
- использование ресурсов РС МКС в целях космического образования, пропаганды научных знаний об освоении космоса и популяризации космонавтики;
- отработка методов и средств коммерческого участия организаций и предпринимателей в программе МКС, в том числе с использованием государственной поддержки;
- использование ресурсов РС МКС для проведения исследований и экспериментов на коммерческой основе.

Работы, проводимые по каждому из этих направлений, в большинстве случаев различаются по содержанию, требованиям к их подготовке и выполнению, критериям оценки результативности. Для любых мероприятий, использующих ресурсы РС МКС, установлен порядок формирования Долгосрочной программы целевых работ, планируемых на Международной космической станции, а также установлена единая процедура включения целевых работ в Долгосрочную программу целевых работ (далее — ДПЦР), планируемых на МКС.

ДПЦР включает в себя три содержательных раздела (подпрограммы):

- раздел 1. Эксперименты и исследования научно-поискового и фундаментального характера (раздел НФИ);
- раздел 2. Отработка перспективных космических технологий, предназначенных преобладающе для отработки и развития новых технологий, необходимых для освоения космического пространства за пределами низкой околоземной орбиты, пилотируемых полётов к Луне и в дальний космос, а также технологий практического использования космического пространства (раздел ТОКП);
- раздел 3. Целевые работы, включающие практические задачи и образовательные мероприятия, выполняемые в том числе и на коммерческой основе, а также осуществляемые на принципах государственно-частного партнёрства или с привлечением иных форм финансирования (раздел ПЗиОМ).

В рамках ДПЦР различают следующие типы целевых работ:

- научно-фундаментальные (раздел НФИ);
- технологические (раздел ТОКП);
- прикладные (раздел ПЗиОМ);
- образовательные (раздел ПЗиОМ);
- проводимые с целью популяризации космической деятельности (раздел ПЗиОМ);
- коммерческие (раздел ПЗиОМ).

Процедуры наземной подготовки и бортовой реализации научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на РС МКС, сложны, что ограничивает возможность вовлекать в работу новые научно-производственные коллективы и социальные группы, не знакомые со спецификой проведения целевых работ и отраслевой нормативной документацией.

В целях рационального использования ресурсов РС МКС, повышения эффективности целевого использования Международной космической станции, обеспечения решения вышеуказанных основных задач и упрощения процедуры проведения работ для конечных пользователей Госкорпорация «Роскосмос» и Российская академия наук в настоящее время реализуют ряд мер, направленных на изменение действующего порядка планирования и проведения космических экспериментов на МКС. Изменения касаются:

- порядка формирования ДПЦР, планируемых на МКС, для которых выделяются пользовательские ресурсы РС МКС;
- порядка подготовки и реализации целевых работ на МКС;
- порядка проведения анализа результатов работ и подготовки итоговых документов.

В соответствии с поручением Президента Российской Федерации (п. 2в приложения № 1 к протоколу заседания правления Госкорпорации «Роскосмос» от 15.12.2016 № ПК-16-пр), а также уточнённым планом мероприятий по повышению эффективности использования МКС, в том числе на коммерческих условиях от 20.07.2020 № 55-пл (далее — План), реализуется проект по повышению коммерческой эффективности использования РС МКС (далее — Проект).

В рамках реализации Проекта разработано «Временное положение о порядке проведения коммерческих космических экспериментов на РС МКС», утверждённое распоряжением Госкорпорации «Роскосмос» от 25.12.2020 № АБ-547-рсп (далее — Положение), а также проект стандарта Госкорпорации «Роскосмос» — «Коммерческие целевые работы. Порядок подготовки и проведения» и даны предложения во 2-ю редакцию ГОСТ Р 52017 «Комплексы космические пилотируемые. Порядок подготовки и проведения космического эксперимента и целевой работы».

На следующем этапе Проекта предусматривается создание на базе АО «Организация «АГАТ» единого оператора КЦР, задачи которого определены Положением.

Параллельно с разработкой Положения совместно с Фондом «Сколково» и другими организациями проводились работы по привлечению коммерческих организаций для постановки коммерческих целевых работ (далее — КЦР) на МКС и организационному сопровождению указанных КЦР. Так, в короткие сроки успешно реализована КЦР «Магнитный 3D-биопринтер», по результатам которой Российская Федерация получила национальный приоритет в области 3D-печати живых тканей в космосе.

Основная цель деятельности оператора КЦР — увеличение внебюджетной выручки Госкорпорации «Роскосмос» и её ДЗО от деятельности по подготовке и проведению целевых работ (далее — ЦР) на РС МКС.

В настоящее время все ЦР, выполняемые на РС МКС, включая финансирование создания целевой (научной) аппаратуры, как правило, финансируются за счет бюджетных средств.



Модель деятельности оператора КЦР основана на реализации ЦР на РС МКС на коммерческой основе с компенсацией расходов на подготовку и проведение КЦР из средств постановщика КЦР.

Увеличение доли КЦР в общем объёме ЦР позволит в значительной степени снизить бюджетную нагрузку на указанный вид деятельности.

Увеличение количества КЦР планируется выполнять:

- за счёт создания и развития рынка КЦР, привлечения новых потенциальных постановщиков КЦР;
- снижения законодательных, нормативных и иных барьеров для потенциальных постановщиков КЦР;
- сокращения цикла подготовки и проведения КЦР в 3 раза за счёт внедрения новых процессов подготовки и проведения КЦР и организации системы проектного управления в каждом эксперименте, формирования сквозных проектных команд с постановщиками КЦР;
- снижения административных барьеров за счёт упрощения процессов и процедур при подготовке и проведении КЦР, что расширяет круг постановщиков КЦР за счёт малых инновационных предприятий и стартапов;
- преобразования ЦР, реализация которых планировалась за счёт бюджетных средств, в коммерческие, с полным или частичным финансированием ЦР из средств постановщика (в том числе за счёт выявления ЦР с потенциалом коммерциализации ещё на этапе рассмотрения заявок).

Также возможно получение экономического эффекта от деятельности оператора КЦР за счёт дальнейшей коммерциализации результатов КЦР и получения дополнительного объёма внебюджетного финансирования:

- за счёт доходов от использования РИД, полученных в ходе подготовки и проведения КЦР (за счёт лицензионных платежей и роялти, получаемых в ходе дальнейшей коммерциализации результатов КЦР);
- прибыли от участия в совместных предприятиях с постановщиками КЦР;
- постановки на баланс РИД, полученных в ходе подготовки и реализации КЦР.

В соответствии с проектом положения роли и функции участников целевых работ распределены следующим образом:

- уполномоченный орган по космической деятельности: устанавливает показатели эффективности для Оператора ККЭ, контролирует деятельность Оператора ККЭ, утверждает квоты на выделение ресурсов РС МКС для ККЭ, организует деятельность Комиссии по кооперации, обеспечивает постановку РИД на баланс;
- оператор КЦР: осуществляет поиск и привлечение потенциальных Постановщиков ККЭ, организует проведение экспертизы реализуемости ККЭ и интеграцию ККЭ в ДПЦР, осуществляет общее управление проектом реализации ККЭ на всех этапах ЖЦ, управляет правами на РИД ККЭ в интересах Корпорации, обеспечивает достижение показателей эффективности деятельности Оператора ККЭ, участвует в коммерциализации результатов ККЭ;
- постановщик КЦР: создаёт или заказывает ЦА (НА), разрабатывает документы, необходимые для обоснования реализуемости и включения ККЭ в ДПЦР, обеспечивает организацию всех мероприятий в части, касающейся наземной экспериментальной отработки ЦА (НА), разрабатывает совместно с Партнёрами по реализации НТД по проведению ККЭ на борту РС МКС, проводит обработку и анализ результатов ККЭ и выпуск отчётов по ККЭ;
- организация по эксплуатации: осуществляет анализ технической реализуемости ККЭ и выпуск заключения о технической

реализуемости, сопровождает разработку и испытания ЦА (НА), обеспечивает доставку ЦА (НА) на борт РС МКС, обеспечивает планирование, реализацию и возврат результатов ККЭ с выпуском всех требуемых нормативно-методических документов;

- организация по НТСопр.: организует проведение экспертизы технической реализуемости ККЭ, обеспечивает проведение экспертизы экономической целесообразности проведения ККЭ, обеспечивает включение ККЭ в ДПЦР и ЭПЦР;
- организация по ТЭ экспертизе: проводит экспертизу экономической целесообразности ККЭ.

# **О ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «ГЕРМИНИС» ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ, ПРОРОЩЕННЫХ В НЕВЕСОМОСТИ И ДОСТАВЛЕННЫХ НА ЗЕМЛЮ В СТАДИИ ПРОРАСТАНИЯ**

**В. Б. Пинчук<sup>1</sup>, М. А. Васина<sup>1</sup>, Е. В. Меркель<sup>1</sup>, Г. В. Пискарева<sup>1</sup>, Е. В. Юшина<sup>1</sup>, Л. М. Дорохина<sup>2</sup>, М. А. Левинских<sup>3</sup>, В. К. Ильин<sup>3</sup>, О. В. Морозов<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Школа № 2097, Москва, Россия, pinchmail@mail.ru

<sup>2</sup> Школа № 1286, Москва, Россия

<sup>3</sup> ИМБП РАН, Москва, Россия

<sup>4</sup> ФКИ МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

Работа посвящена возможности и актуальности исследования влияния факторов космического полёта на жизнедеятельность растений, пророщенных из сухих семян на околоземной орбите и доставленных на Землю в фазе прорастания. До настоящего времени такие полномасштабные исследования не проводились. С учётом развития космического образования и орбитального туризма, целями эксперимента (а точнее — программы экспериментов) «Герминис» являются: научная цель — исследование влияния факторов космического полёта на жизнедеятельность растений при радикальной смене гравитационной обстановки в период прорастания; образовательная цель — разработка и проведение теоретических и практических занятий по космической биологии (включая уроки из космоса), а также выполнение индивидуальных ученических проектов на основе экспериментов с проращиванием семян в условиях космического полёта; популяризаторская цель — разработка и реализация мероприятий (в том числе в рамках международного сотрудничества), направленных на вовлечение молодёжи в космонавтику и космические исследования на основе экспериментов с проращиванием и экспонированием семян в условиях космического полёта, а также приобщение молодёжи к проблемам сохранения экологии Земли; коммерческая цель — получение прибыли от операций с семенами и проростками растений на борту МКС, включая их последующее использование на Земле. Эксперимент достаточно прост и экономичен в реализации. Поскольку растительный мир нашей планеты чрезвычайно многообразен, представляется, что данный эксперимент целесообразно реализовывать в международном сотрудничестве, и прежде всего — в сотрудничестве со странами-участницами программы МКС, а также при поддержке ЮНЕСКО.

## РОЛЕВЫЕ ИГРЫ НА ЗАНЯТИЯХ АСТРОНОМИЕЙ

С. В. Полищук

МАУ ДО ДД(Ю)Т г. Перми, ГКБУК «Пермская синемаатека», Пермь, Россия  
silentium0184@mail.ru

Учителя и педагоги, преподающие астрономию, порой излишне фокусируются только на передаче физико-математической стороне предмета, забывая не менее важную гуманитарную и мировоззренческую составляющую предмета. Тем самым теряют интерес детей к наукам о космосе. Порой дети начинают интересоваться астрономией именно из-за мировоззренческих вопросов, которые пробудили какие-то удивительные факты, а также знание почерпнутые из фильмов и книг.

Можно сказать, в каком-то смысле, что как древние наблюдатели задавали «вопросы к небу», так и современные дети и подростки так же задают эти вопросы «космосу». В данном случае речь идёт здесь не только о рациональном познании основ науки астрономии, а приобретение какой-то уникальной, личностной эмоционально-чувственной связи с космосом, иными мирами, планетами, которые открывают современные учёные [2, с. 3].

В связи с тем, что космические объекты от земного наблюдателя находятся настолько далеко, что мы не можем напрямую почувствовать на ощупь камни Марса, запах атмосферы Титана, гравитацию Луны, а органы познания детей нуждаются в конкретных ощущениях, то естественно возникают вопросы будоражащие воображение. Каково это жить на планете, вращающейся вокруг красного карлика — Проксимы Центавра? Каково это строить первую колонию на Луне или Марсе? Как начать общение с представителем инопланетной цивилизации? На эти вопросы счастливы были бы получить ответ не только дети, но и взрослые профессионалы своего дела, занятые в сфере космических исследований.

Важно не игнорировать эти вопросы, которые напрямую не относятся к физико-математической стороне дела, а заметить потребность детей и вместе с ними найти ответы на эти вопросы, опираясь на физическую картину мира, естественнонаучные знания, математику и психологию человека. Это, на мой взгляд, мотивационные вопросы! Именно они побуждают детей исследовать то, что напрямую органами чувств ощутить невозможно, но возможно сделать через развитие воображения и творческого мышления. Часто именно из-за этой потребности дети начинают интересоваться астрономией и науками о космосе, так как начали осознанно выстраивать потрясающую картину Солнечной системы и Вселенной в своём воображении. Проводить мысленные эксперименты. Именно благодаря многим мысленным экспериментам происходит рождение исследовательских вопросов.

Каким образом может педагог помочь детям в поиске ответа на эти вопросы? Безусловно, можно давать задания читать научно-фантастическую литературу, может быть рисовать воображаемые пейзажи других планет, проводить виртуальные туры по компьютерному планетарию. Мой профессиональный опыт открыл мне потрясающий метод обучения — ролевую игру. Она подходит, с одной стороны, как для дошкольников, так и для старшеклассников.

### Особенности ролевой игры на занятиях астрономией

**Ролевая игра** — это моделирование событий, ситуаций, которые когда-либо происходили (например, полёт первого человека в космос, высадка астронавтов на Луну) или могут произойти в будущем (обустройство космической базы на Марсе, отправка исследовательского зонда к планете Proxima b). Ролевая игра позволяет обеспечить активную вовлеченность и высокое качество внимания участников астрономического кружка или

учеников в классе [1, с. 226]. Условие состоит в том, что участникам ролевой игры важно выбрать для себя привлекательные роли, через которые хотелось бы детям исследовать ситуацию или событие. Например, в ролевой игре «Полет первого человека в космос» невозможно обойтись без роли конструктора советских космических систем — Сергея Королева, первого космонавта планеты — Юрия Гагарина и дублёра — Германа Титова. Вместе с тем здесь могут быть много других интересных ролей: жены, друзья, родители космонавтов, руководитель страны — Никита Хрущёв, граждане СССР, граждане других стран и т. д. Эти роли и позиции позволяют более полно увидеть это историческое событие и как его воспринимали люди разных статусов в обществе.

Роли, которые мы предлагаем ученикам выбрать для исследования ситуации, представляют собой разные положения наблюдателя, которые дают возможность увидеть различные эффекты. В данном случае происходит сознательное объединение значений терминов роль и положение наблюдателя. Находясь в разных локациях нашей планеты, мы по-разному видим звёздное небо, лунные или солнечные затмения. Аналогично в Солнечной системе. Мы по-разному наблюдаем движение планет, если воображаемый наблюдатель находится на Солнце, Меркурии или спутнике Юпитера Европе. В различных точках пространства мы видим мир по-разному. Объединяя наблюдаемые эффекты доступных нам локаций, мы можем выстроить картину более полно. Применяя ролевую игру на занятиях, мы предлагаем детям осознать с какой точки зрения они хотели бы взглянуть на изучаемый объект, событие, ситуацию. Получили ли они нужные данные наблюдений или позиция была для них не выигрышной.

### **Преимущества ролевой игры на занятиях астрономией**

Для того чтобы в полной мере ученики смогли воспользоваться преимуществом ролевой игры как исследовательского метода важно, чтобы они его освоили и начали получать удовольствие от такого формата работы. Поэтому её важно применять неоднократно, а в определенной мере системно. Ролевая игра используется в виде каких-то сценок для иллюстрации каких-то тем в начальной школе, то среди подростков, а тем более в старшей школе мы уже не видим применение этого метода в работе учителя или педагога. Вместе с тем мы видим, что ролевая игра как метод, очень часто применяется в тренингах среди взрослых людей. Поэтому сказать, что это метод для младших школьников, это значит не понимать возможности самого метода.

Применение ролевой игры для дошкольников и младших школьников позволяет пробудить или поддержать мотивацию к изучению темы, развивает творческое воображение, позволяет расширить ролевой репертуар ребёнка, повысить его самооценку. Вместе с тем ролевая игра обладает диагностическим потенциалом. Вы всегда сможете увидеть какие роли выбирает ребёнок, насколько он готов экспериментировать, выбирать разные роли, вставать на место другого, какие задаёт вопросы и как действует в ролях.

Для подростков и юношеского возраста ролевая игра позволяет развить и поддержать помимо мотивации, осознанное моделирование исследуемых ситуаций, формирование более сложного пространственного мышления, формирование навыков рефлексии, оценки полученного опыта, событий и ситуации с разных сторон [3, с. 295].

### **Этапы ролевой игры на занятиях астрономией**

Важным этапом ролевой игры является *обозначение точной вводной ситуации*. Задача педагога в том, чтобы объяснить детям максимально точно и однозначно как сейчас будет проходить игра, и какие исследовательские задачи мы ставим. Очень хорошо помогает на этом этапе не только рассказ педагога об исследуемой ситуации, но и показ фрагмента из фильма, чтение сюжета из рассказа, визуализация через компьютерный планетарий Stellarium, Space Engine, Red Shift.

Например, игра «встреча с представителем инопланетной цивилизации» для подростков позволит увидеть детям реальные трудности в общении и понимании между жителями разных планет. Другой пример. Ролевая игра «Высадка астронавтов на Луну» для младших школьников позволит запомнить задачи и этапы миссий астронавтов на Луну.

*Распределение ролей или «положений наблюдателя».* Роли можно выбрать несколькими способами: 1) дети могут сами озвучить, что хотят побывать в той или иной роли; 2) педагог пишет на листах бумаги варианты ролей, чтобы дети выбрали их осознанно, либо выбрали «вслепую» и попробовали примерить её на себя; 3) педагог предлагает детям самим определить роли, которые должны быть в игре. Самое главное, чтобы ученики были готовы к принятию ролей. В игре должны присутствовать спонтанность и творчество. Задача педагога поддерживать творческий процесс, а не руководить авторитарно и навязывать свою точку зрения, определяя выбор детей.

*Действие и создание продукта деятельности в процессе игры.* В процессе игры должны проходить сцены одна за другой. В этих сценах дети действуют ради какой-то цели. Например, в игре «Червоточина» дети, по описанию вводной ситуации, попадают в неизвестное пространство в нашей Галактике. Им нужно понять, где они сейчас находятся, используя карту звёздного неба и наблюдая астрономические пейзажи. По задумке, место, в котором они должны были оказаться, был спутник Юпитера — Европа. Поняв, что они находятся в Солнечной системе на спутнике газового гиганта, они должны были отправить сообщение с сигналом SOS на Землю, при этом, рассчитав, через какое время он долетит до нашей планеты. В результате этой игры они должны актуализировать знание созвездий, объектов Солнечной системы и знания теории скорости света. Все задания они оформляют в определенной форме.

Обязательным этапом является *рефлексия*. В процессе рефлексии педагог задаёт вопросы детям относительно чувств, которые они испытали в «космическом путешествии». В каких ролях были дети и что заметили? Что было трудного, а что далось легко? Каких знаний им не хватило? На что важно обратить внимание будущим космонавтам, чтобы полёт прошёл успешно? Какие нештатные ситуации стоит отрабатывать больше? Хотели бы они сами в своей жизни совершить такое путешествие? Как бы они улучшили игру? Разумеется, на каждый возраст учеников и в зависимости от готовности группы будут задаваться разной глубины вопросы [3, с. 299].

## **Виды ролевых игр на занятиях астрономией**

Если следовать принципу от простого к сложному, то можно выделить несколько видов игр. *Ролевые игры на формирование пространственных представлений.* Например: движение Луны вокруг Земли, движение галлеевских спутников вокруг Юпитера, движение Меркурия вокруг Солнца, движение Плутона и Харона вокруг общего центра масс, движение звёзд в ТДС (тесная двойная система), экзопланет и т.д. Сюда, также, можно отнести ролевые игры на формирование представлений о квантовом мире. Демонстрирующие сильное ядерное взаимодействие, термоядерные реакции, квантовые эффекты. Этот род игр не так сложен в организации, вместе с тем позволяет ученикам «почувствовать» на уровне воображения и телесных действий сложные явления в макро и микрокосмосе.

*Ролевые игры, сфокусированные на «проживание» важных событий из истории астрономии и космонавтики.* Игры позволяют почувствовать детям роли героев покорителей и исследователей космоса. Этот вид игр позволяет дать ученикам ощущение эмоциональной связи и более глубокое исследование события или ситуации.

*Игры, моделирующие ситуации из будущего.* Этот вид игр позволяет формировать проективное мышление. Даёт возможность создать в воображаемой ситуации, того что ещё не было. Очутиться на Марсе и взять в руки камень с его поверхности или постоять на берегу газового озера



Титана. В зависимости от целей, можно давать в рамках игры разного уровня сложности задания. Например, от простого воображаемого путешествия, до «открытия» новых химических формул и моделирования нештатных ситуаций в условиях чужой планеты.

*Рольевые игры, направленные на самопознание и личностный рост учеников.* В данном виде игр фокусировка происходит на запрос учеников. Ученикам хотелось бы приобрести качество смелости как у Алексея Леонова, когда он вышел в открытый космос. Мы разыгрываем сюжет «Выход в открытый космос». В этом случае нам не так важно «документально» воссоздать само событие, сколько позволить ученику пережить чувства смелости и отваги, когда он выходит из импровизированного корабля «Восход-2». Пересекает границу корабля и космического пространства.

## **Выводы**

Переходя к выводам, хочется отметить, что применяя рольевые игры на уроках астрономии в центрах дополнительного образования или в школе можно разнообразить форматы занятий. Повысить мотивацию гуманитарно-ориентированных учеников к изучению предмета тем самым привлекая их к более фундаментальному изучению физико-математической основы астрономии и космонавтики. Помимо этого применение рольевых игр позволяет формировать или подкреплять развитие многих умений и навыков, позволяя им проявиться в новых искусственно-созданных ситуациях. Это необходимые навыки пространственного и творческого мышления, осознанного выбора роли в жизни и самопознания.

## **Литература**

- [1] *Выготский Л. С.* Психология развития ребенка. М.: Смысл; Эксмо, 2003. 512 с.
- [2] *Крапп Э. К.* Астрономия: Легенды и предания о Солнце, Луне, звездах и планетах / пер. с англ. К. Савельева. М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. 656 с.
- [3] *Петти Д.* Современное обучение. Практическое руководство / пер. с англ. П. Кириллова. М.: Ломоносов, 2010. 624 с.

# **ПРОЕКТНАЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В СКБ «РОКЕТЛАВ» САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. ПРИМЕР ИНИЦИАТИВЫ СНИЗУ**

**А. С. Полтораднев**

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С. П. Королёва, Самара, Россия, rocky3240@icloud.com

Цель данного доклада показать возможность и результаты организации самостоятельной практической работы студентов на примере проектов экспериментальных ракет, реализуемых в студенческом конструкторском бюро (далее — СКБ) «РокетЛАВ» Самарского университета.

В 2011 г. по приглашению студенты Самарского государственного аэрокосмического университета (сейчас — Самарский университет) приняли участие в международном мероприятии по пуску экспериментальных ракет C'Space (national rockets launch campaign) во Франции, которое проводится под руководством французского космического агентства CNES и ассоциации Planète Sciences. Команда из пяти студентов в течение года построила модель-копию ракеты «Союз» и успешно её запустила. С этого момента ежегодно небольшое количество студентов и аспирантов Самарского университета принимает участие в данном мероприятии.

В 2016 г. состав команды полностью изменился на новичков-первокурсников. Благодаря ей самостоятельно организуется системная работа над проектами для C'Space. В 2018 г. создаётся СКБ «РокетЛАВ», занимающееся проектированием и созданием экспериментальных ракет и объединяющее студентов разных курсов и специальностей.

Главная цель СКБ — предоставить возможность практического применения участниками полученных теоретических знаний в университете и получения инженерных компетенций через научно-техническое творчество. Для её достижения проектная деятельность в области экспериментального ракетостроения реализуется через полный цикл создания инженерного проекта: от разработки технического задания и до успешного проведения лётных испытаний спроектированных образцов. Образуются проектные, конструкторские и производственные группы полностью из числа студентов, в которых последние пытаются самостоятельно разработать, принять и реализовать инженерные решения. Работа над реальными проектами, пусть и студенческого уровня, ставит перед студентами задачи, для выполнения которых приходится самостоятельно развивать определенные компетенции и искать другие возможности. Это также стимулирует студентов самостоятельно выходить на контакты с преподавателями и научными сотрудниками университета для получения консультаций.

Помимо коммуникативных и командных навыков работы, у обучающихся развиваются навыки организации и управления инженерной деятельностью, разработки и ведения технической документации, различных методик и выполнения анализа полученных результатов. Закрепляется опыт выполнения проектировочных и поверочных расчётов, создания 3D-моделей, схем и чертежей, исходя из понимания доступного технологического процесса. Возможность самостоятельно изготовить в СКБ проектируемое изделие позволяет студентам увидеть результаты своего труда в натурном виде и получить удовольствие от выполненной работы, что достаточно сильно влияет на мотивацию.

Мотивация обучающихся важна при выполнении студенческой проектной работы. Среди участников СКБ «РокетЛАВ» (41 человек) был проведён опрос с целью выявить основные причины, побудившие их вступить в СКБ и работать там, несмотря на необходимость совмещать эту деятельность с учёбой и в некоторых случаях с работой.

Причины следующие:

1. Желание самореализоваться как в области будущей профессиональной деятельности, так и в других направлениях.
2. Желание работать в компании единомышленников.
3. Интерес к научно-техническому творчеству.

В рамках учебного процесса студенты выполняют некоторые свои курсовые и другие работы в СКБ. Например, выполнение курсового проекта по дисциплине «Аэрогидродинамика» по проектируемой экспериментальной ракете в СКБ. Это позволяет студентам лучше понимать смысл выполненной работы и полученных результатов, курсовой проект перестаёт быть «курсовой работой ради курсовой». Студенты знакомятся и получают существенную практику в некоторых учебных дисциплинах в СКБ раньше, чем начинают их изучать в университете. Например, инженерная графика, САПР-системы и др.

Одним из ключевых факторов самоорганизации является наличие активной структуры управления в СКБ. Студенты-участники самостоятельно определяют направление деятельности и решают следующие задачи:

- 1) объединение инициативных студентов в университете, которые желают заниматься научно-техническим творчеством;
- 2) создание и поддержка условий для активной научно-технической деятельности студентов;
- 3) вовлечение участников в проектную деятельность в области экспериментального ракетостроения.

В период 2018–2021 гг. команда СКБ «РокетЛАВ» значительно увеличила количество технических проектов (1 в 2017 г., 7 в 2021 г.) и студентов-участников (с 5 до 41), создала рабочую инфраструктуру и материальную базу, расширила круг мероприятий:

- разработка, создание и проведение пусков экспериментальных двухступенчатых ракеты серии TSR на C'Space во Франции. За успешной пуск в 2018 г. команда СКБ получила Первую премию французского космического агентства CNES, а в 2019 г. награду Prix Espace and Industrie 2019 от CNES;
- ежегодное участие во Всероссийском чемпионате «Воздушно-инженерная школа» (RosCanSat) (в 2018 г. — 1-е место, в 2019 — 3-е место, в 2020 — 1-е место);
- участие в различных студенческих научных конференциях и мероприятиях (конференция ГК «Роскосмоса» «Орбита молодёжи — 2020» — 2-е место за доклад, Всероссийский инновационный конвент «Восточный 2020» — 2-е место и др.).

По итогам V Всероссийского конкурса студенческих научных и конструкторских объединений СКБ «РокетЛАВ» было признано лучшим СКБ в России в 2019 г. и лучшей студенческой организацией Самарского университета в номинации «Развитие профессиональных компетенций».

Участники СКБ активно принимают участие в образовательных проектах для школьников и студентов и осуществляют трансфер полученных знаний в университете и во время проектной деятельности в СКБ:

- СКБ приняло участие в организации и проведении международной школы «Космическая техника и технологии». Международная школа — образовательный проект, проводящийся Самарским университетом для иностранных слушателей. Студентами СКБ была разработана образовательная программа на основе проведения эксперимента с моделью ракеты и обработки информации о её движении.
- Участники СКБ ведут дополнительные образовательные программы для школьников «Студия ракетостроения» МДЦ «Артек», «Ракетостроение» в РЦОД «Вега» (Самара). Для последней был

разработан образовательные курсы и набор-конструктор водяной ракеты.

- Команда разработала и успешно поставила образовательное оборудование по ракетостроению и методические материалы для проведения всероссийских конкурсов школьников «Дежурный по планете» (Программа «Сириус-2021»), конкурс «Спутник 2021». С 2019 г. СКБ ежегодно готовит и отправляет команду студентов для проведения ракетных пусков участников Всероссийского чемпионата «Воздушно-инженерная школа».

В 2020 г. Самарский университет с АО «РКЦ «Прогресс» достигли соглашения о программе совместного развития студенческого инженерного творчества на базе СКБ «РокетЛАВ». Это стало возможным благодаря визиту команды СКБ на предприятие и проведения презентации о возможной совместной деятельности. РКЦ «Прогресс» заинтересован в развитии профориентации и подготовки специалистов для ракетно-космической отрасли. В рамках этой программы был разработан проект экспериментальной ракеты «Capella-МЛ» с двухступенчатой парашютной системой. Испытательный пуск, приуроченный к 60-летию первого полёта человека в космос, был успешно проведён 06.04.2021. На пуске присутствовали генеральный директор АО «РКЦ «Прогресс», представители ГК «Роскосмос» и другие почётные гости.

Предлагалось также на рассмотрение в ГК «Роскосмос» предложение создания долгосрочной программы студенческой деятельности в области аэрокосмической инженерии. Подобные программы активно проводят за рубежом, например, совместная программа REXUS немецкого аэрокосмического центра DLR и шведского национального космического агентства SNSA или программа «Perseus» французского космического агентства CNES, но в России аналогов таких программ пока нет. Однако отклик данное предложение не получило.

Реализация практико-ориентированного метода обучения — достаточно сложная задача, требующая глубокой проработки самих проектов и способов их ведения в учебно-методической части. На текущий момент одной из основных задач СКБ является полноценное внедрение практико-ориентированных методов обучения для осмысленного применения студентами знаний и навыков с учётом специфики конкретной ситуации, качественной разработки и принятий инженерных решений. Готовится предложение о разработке и проведении эксперимента на базе СКБ по использованию данного метода обучения в учебном процессе.

Безусловно, без реагирования со стороны университета на студенческие инициативы текущий опыт СКБ «РокетЛАВ» невозможен или труднореализуем. Этот пример демонстрирует, что при наличии инициативной и мотивированной группы студентов, желания и готовности в университете поддерживать такие предложения, существует возможность создания и активной деятельности профильных студенческих научно-технических кружков, секций и организаций.

## **ВЗГЛЯД В КОСМОС ИЗ НИЖНЕГО НОВГОРОДА (УНИКАЛЬНЫЕ ЦЕНТРЫ АСТРОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ НИЖЕГОРОДСКОГО КРАЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ)**

**Л. А. Прозаровская, Н. С. Беллюстин**

<sup>1</sup> Нижегородский институт развития образования  
Нижегород, Россия, Love-proza@yandex.ru

<sup>2</sup> НРЛ ННГУ им. Н. И. Лобачевского  
Нижегород, Россия, bellyustin@mail.ru

События, связанные с освоением космоса, напрямую касаются нашего Нижегородского края. Многие десятилетия город Горький (Нижегород) был «закрытым» городом, поскольку находились самые мощные предприятия, конструкторские бюро и научно-исследовательские институты, выпускавшие военную продукцию, в том числе и оборудование для космической техники.

В начале 1990-х гг. с наступлением гласности город «открыли», но информация о вкладе нижегородцев в дело освоения космического пространства появилась несколько лет назад, в связи с празднованием 50-летия запуска первого ИСЗ. Изучив материалы сайтов ведущих предприятий Нижегородской области, мы можем говорить о весомом вкладе нашего края в освоении космического пространства. Более 200 горьковчан трудились на космодромах Байконур, Плесецк, Капустин Яр, Свободный. Более двадцати предприятий и научно-исследовательских институтов Нижегородской области принимало участие в разработке программ освоения космоса, создания космических аппаратов и развития авиации. В городе работают Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры (ФГУП ЦЭНКИ — «Космодромы России»), Научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ) в составе ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Институт прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН) и «Знание-НН», где более 100 ведущих сотрудников ИПФ РАН ведут преподавательскую работу со студентами и школьниками. Назовём и некоторые научно-производственные предприятия, которые работали и работают «на космос»: Нижегородский НИИ радиотехники, «Полет», «Микромонтаж», Нижегородский завод им. М. В. Фрунзе, ТЕМП-АВИА, НИИТОП, «Гидроагрегат», «Нормаль», «Теплообменник», «Гидромаш», «Икар», Павловский машиностроительный завод «Восход», Арзамасский приборостроительный завод — это далеко не полный перечень. Некоторые типы продукции для военной и космической техники не имеют аналогов в стране и востребованы не только в России, но и за рубежом. Вот они, славные страницы Нижнего Новгорода, написанные трудом наших земляков на пути к звёздам!

В Нижнем Новгороде издавна был глубинный интерес к естественнoнаучным знаниям, но явная и хорошо документированная история популяризации астрономических знаний в Нижегородском крае начинается с 19 августа 1887 г., когда зона полного солнечного затмения проходила по территории России. Историки астрономии называют это событие «русским затмением», которое вызвало мощный всплеск интереса общественности к астрономии [1, с. 6]. В мужской гимназии Нижнего Новгорода тогда преподавал физику молодой выпускник Московского университета Сергей Иванович Щербаков, который сумел в период перед затмением опубликовать в местной прессе несколько статей об интересной науке астрономии вообще и о предстоящем солнечном затмении, в частности. Эти научно-популярные статьи возбудили активную часть нижегородской общественности, и горожане арендовали четыре парохода до волжского города Юрьевца, который находился в полосе полного солнечного затмения. Наиболее «звёздная» часть нижегородского

бомонда собралась на пароходе «Эолина». Важным фактором при проведении астрономических явлений была погода, а 17 августа 1887 г. облачность довольно плотно закрывала подготовленные в России пункты наблюдения затмения. Известно, что находящийся в подмосковной группе астрономов великий учёный Д. И. Менделеев в критический момент залез в подготовленный для высотных наблюдений воздушный шар сопровождающего «водителя воздушного шара» и провёл астрономические наблюдения подвергая свою генеральскую жизнь серьёзной опасности.

А вот в волжском городе Юрьевце за полчаса до астрономического события облака разошлись, и наблюдатели увидели всю красоту уникального астрономического явления. Среди наблюдателей здесь был довольно известный писатель В. Г. Короленко, оставивший нам свой рассказ «На затмении». На многочасовом обратном пути из Юрьевца в Нижний Новгород возбуждённые наблюдением астрономического события пассажиры «Эолины» приняли решение создать астрономическое общество по образцу Французского астрономического общества (FAS), созданного в Париже К. Фламарионом за полгода до затмения. Провести «регистрацию» Кружка поручили П. А. Демидову, который завершил эту работу к 4 ноября (23 октября по господствующему тогда в России юлианскому календарю) 1888 г. Таким образом, появился официально Нижегородский кружок любителей физики и астрономии (НКЛФА) — первый в России астрономический центр. Это событие вызвало цепную реакцию создания подобных обществ в других российских городах (кстати, не только в провинции, но и в Петербурге и Москве). Публичные лекции учёных становятся общественными событиями [6, с. 43].

Первым председателем нового общества был избран П. А. Демидов, пожертвовавший в пользу кружка часть своей личной библиотеки и телескоп в физический кабинет 1-й Губернской гимназии на Благовещенской площади. С 1891 г. в этом здании, принадлежащем ныне педагогическому университету, НКЛФА располагался до 2014 г. Неоценимую услугу оказал кружку известный российский астроном Ф. А. Бредихин, уступивший ему свой 4-дюймовый телескоп, который служил кружку верой и правдой более 90 лет. Наряду с активной просветительской работой члены НКЛФА организовали массовые наблюдения небесных объектов и явлений. Начало работы НКЛФА связано с публикациями «Кратких астрономических вестей» — сначала в газетах, журналах «Наука и жизнь» и «Научное обозрение», а затем и с периодическими изданиями «Русского астрономического календаря» (первый выпуск вышел в 1894 г., редактор С. В. Щербаков).

Известность и авторитет НКЛФА быстро росли. Членами кружка были многие учёные-астрономы Ф. А. Бредихин, А. А. Белопольский, П. К. Штернберг, С. П. Глазенап, В. К. Цераский, С. К. Костинский, О. А. Баклунд, М. Ф. Хандриков, Д. И. Дубяго, К. Д. Покровский, Н. К. Фламарион (единственный иностранец в НКЛФА, основатель первого в мире Французского астрономического общества), физики — П. Н. Лебедев, Н. Е. Жуковский, Н. А. Умов, Ф. Ф. Петрушевский, математик В. А. Стеклов и многие другие.

В XX веке свидетельством популярности кружка является участие в работе таких известных учёных, как В. С. Троицкий, С. А. Каплан, А. А. Андронов, В. В. Радзиевский, Е. Г. Демидович, А. М. Шутов; председателями правления выбирались П. А. Демидов (1888–1891), С. В. Щербаков (1891–1906), В. В. Адрианов (1906–1914), В. В. Мурашов (1914–1934), К. К. Дубровский (1934–1936, 1937–1956), Г. Г. Горяинов (1936–1937), В. И. Туранский (1957–1966), С. Г. Кулагин (1966–1982), А. В. Артемьев (1982–1987), Б. И. Фесенко (1987–1989), С. М. Пономарев (1990–2000), А. П. Порошин (2001–2012), А. К. Киселев (2012–2017), Н. С. Беллюстин (2017 — наст. вр.).

В дореволюционные годы НКЛФА был единственным в Нижнем Новгороде объединяющим центром естественнонаучных знаний — члены Кружка проводили заседания с обсуждением новостей науки и астрономические наблюдения с использованием телескопов. Другой важной



задачей НКЛФА видел поддержку своим авторитетом ярких авторов, которые испытывали трудности в своих исследованиях и публикациях. Одной из ярких фигур в этом плане был К. Э. Циолковский (1857–1935), который был принят в члены НКЛФА в 1893 г. Тогда НКЛФА рекомендовал для печати его статью «Всемирное тяготение как главный источник мировой энергии», а в 1896 г. — статью «Продолжительность лучеиспускания Солнца». Эта поддержка статей основоположника космонавтики сыграла критичную роль в научной карьере школьного учителя физики К. Э. Циолковского. Сохранилось письмо Циолковского от 1913 г. к юбилею НКЛФА, где он пишет, что помнит поддержку со стороны Кружка в критический период своей жизни. А. М. Горький гордился «фактом столь исключительного значения, как научная работа нижегородцев — членов общества любителей физики и астрономии... Единственный в России Астрокалендарь издаётся не в университетском центре, а именно у нас, в Нижнем Новгороде, это неоспоримое свидетельство в пользу наличия исключительной культурной энергии моих земляков» [5, с. 17].

После революций 1917 г. в России довольно быстро пошёл процесс создания новых институций: в 1916 г. в Нижнем Новгороде возникает Народный университет, в 1918 г. — Университет государственный и Нижегородская радиолaborатория (НРЛ) — список новых структур слишком велик чтобы пытаться его здесь перечислять. НРЛ в Нижнем Новгороде закроется в 1928 г., но это не помешает Нижнему Новгороду в XX веке стать ведущим центром российско-советской радиотехники и радиофизики: в 1945 г. в Нижегородском (Горьковском — в тот период город носил имя псевдонима писателя Алексея Максимовича Пешкова) университете открылся созданный для военных задач радиофизический факультет, а в 1955 г. — Научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ). Обе конструкции, и учебная, и научная, работают в целом удовлетворительно вплоть до настоящего времени.

Активно тянулись к науке и юные нижегородцы. 11 марта 1923 г. кружок НКЛФА организовал секцию юных любителей астрономии. Для научных астрономических наблюдений членом кружка НКЛФА необходима была обсерватория или оборудованная астрономическая площадка на первое время. Решение этой проблемы по ряду причин (войны и социальные потрясения) затянулось на три десятилетия: в ноябре 1925 г. началось строительство маленькой обсерватории на здании Нижегородского педагогического института.

Датой исполнения заветной мечты членов НКЛФА — открытия Нижегородской обсерватории стало 22 мая 1927 г. Обсерватория к тому времени располагала телескопом-рефрактором фирмы «Цейс» со 130-миллиметровым объективом и набором малых астрономических инструментов. Первым руководителем обсерватории стал Г. Г. Горяинов (в 1936–1937 гг. был председателем ГАГО и НКЛФА). Наиболее активным наблюдателем обсерватории был Б. В. Кукаркин (1909–1977), вступивший в юношескую секцию НКЛФА в 1925 г. Под его руководством в 1928 г. в НКЛФА начал активно работать молодёжный коллектив в составе 10 наблюдателей («Колнаб») и издаваться бюллетень «Переменные звезды», ставший позднее изданием АН СССР. При создании (в том же году) кафедры астрономии на педагогическом факультете Горьковского университета, естественно, коллектив начал пополняться его студентами [1, с. 123–124].

1929 г. ознаменовался большим размахом «астрофикации Нижнего Новгорода». Были созданы наблюдательные базы в разных частях города. Открылись обсерватория и кабинет астрономии в школьном городке им. 10-летия Октябрьской революции на Верхневолжской набережной, спроектированы обсерватории на зданиях Дома Советов (в Кремле) и Дворца культуры им. В. И. Ленина (Канавино) [7, с. 227–228]. В течение 1930 г. активно развивалась учебная и популяризаторская деятельность на базе обсерватории школьного городка, которую возглавил Г. А. Тихов.

Деятельность нижегородских исследователей переменных звёзд высоко оценила мировая астрономическая общественность. В 1929–1930 гг. на базе педагогической обсерватории были проведены около 3000 наблюдений за 110 звёздами по общей серии и 120 наблюдений за звёздами по серии цефеид. Бурно развивалось сотрудничество с коллегами не только в СССР, но и с наблюдателями Бабельсбергской, Потсдамской, Геттингенской, Лионской обсерваториями, с Французской ассоциацией наблюдателей переменных звёзд. Нижегородские астрономы повышали квалификацию на стажировках в Пулковской обсерватории у Г. А. Тихова и в обсерватории МГУ под руководством С. Н. Блажко. С созданием астрономического отделения в Горьковском университете и появлением на нем профессора К. К. Дубровского начали развиваться наблюдения покрытий звёзд Луной. Одновременно родилась идея создания широтной станции при Горьковском государственном университете (ГГУ), открытие которой состоялось значительно позже, в 1958 г.

В 1934 г. состоялся I съезд Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО), объединившего все общественные астрономические организации страны. На базе НКЛФА было образовано Горьковское краевое астрономо-геодезическое общество на правах отделения (ГО ВАГО) [6, с. 44]. После закрытия в 1937 г. обсерватории школьного городка вся работа с молодёжью стала осуществляться в обсерватории пединститута [1, с. 124]. 19 июня 1936 г. экспедиция в составе К. К. Дубровского, А. В. Виноградова, Х. А. Кочеткова и В. С. Лазаревского успешно выполнила обширную программу наблюдений полного солнечного затмения в Никольском. Однако 28 августа 1936 г. во время бури, пронёсшейся над городом, обсерватория получила серьёзные повреждения. Катастрофические последствия удалось ликвидировать только к июню 1940 г.

Фамилии известных нижегородских физиков середины XX века стали мировыми астрономическими брендами, свидетельством популярности кружка НКЛФА во всём мире, такие, как А. А. Андронов, В. С. Троицкий, С. А. Жевакин, В. В. Радзиевский. Академик А. А. Андронов создал в Нижнем Новгороде всемирно известную научную школу теории колебаний и радиофизики. В 1930-х гг. А. А. Андронов работал на общественных началах Учёным секретарём НКЛФА, и его наиболее яркий вклад решение проблем астрономии был связан с задачей, которая была успешно решена под его научным руководством С. А. Жевакиным, создавшим теорию специфических переменных звёзд — цефеид. Теория давала чёткую связь периода колебаний таких звёзд с их светимостью и стала ключевым инструментом определения расстояний до не слишком удалённых галактик. Другим знаменитым членом кружка НКЛФА, сотрудником НИРФИ, внёсшим принципиально важный вклад в решение проблем освоения космического пространства был В. С. Троицкий, который в ключевой момент борьбы СССР и США за Луну, в 1965 г., методами радиоастрономии доказал, что поверхность Луны — твёрдая. Тогда, накануне посадки аппаратов на наш естественный спутник, были предположения что Луна покрыта толстым слоем пыли.

Историческим событием для Нижегородской земли стало открытие ещё одного центра астрономического образования — планетария в 1948 г. Центральный зал вмещал 160 человек посетителей, в центре располагался немецкий аппарат «Планетарий». В одном из рядов выделялось место для лектора, иногда он же являлся и механиком при аппарате. На астрономических занятиях Горьковского планетария выросло «три поколения зрителей и сотрудников» [4]. Скачок интереса молодёжи к астрономии в Нижегородской области и по всей стране возник после запуска в космос первого ИСЗ. В Горьком начали открываться для детей кружки юных астрономов при Дворцах пионеров, планетариях и станциях юных техников. С 1969 г. методическим отделом Горьковского городского Дворца пионеров им. В. П. Чкалова было создано научное общество учащихся (НОУ) «Эврика» с астрономической секцией. Ежегодно, начиная с 1970 г., организовывались августовские школы-экспедиции в детском

лагере отдыха «Звёздочка» Дворца пионеров [1, с. 124]. На базе широтной станции ГГУ и в обсерватории ГПИ им. М. Горького в 1958 г. были созданы станции оптических наблюдений ИСЗ. Вплоть до 1972 г. студенты физико-математического факультета пединститута каждую ясную ночь вели регулярные наблюдения ИСЗ и различных небесных явлений [7].

Значительное событие для жителей города произошло в 1965 г., когда профессор В. В. Радзиевский основал в Горьковском пединституте кафедру астрономии и открыл физико-астрономическое отделение на физическом факультете. Учителя физики и астрономии, выпускники ГПИ, до сих пор работают в системе образования Нижегородского края. Назревала необходимость в коренной реконструкции обветшалых сооружений обсерватории. Однако работы по сносу старой обсерватории начались только в 1980 г., когда пединститут возглавил профессор И. Е. Куров [3]. Реконструкция обсерватории завершилась в 1982 г., были установлены телескоп АВР-3 и менисковый телескоп фирмы «Цейс». Благодаря оснащению обсерватории новыми инструментами и её полной реконструкции, выполненной в 1981–1982 гг. под руководством директора обсерватории А. П. Порошина значительно улучшились возможности для проведения учебных и научно-любительских наблюдений.

Усилиями преподавателей кафедры астрономии и истории естествознания, членов НКЛФА на ней выполнялись разнообразные астрономические наблюдения и исследования в творческом сотрудничестве с Астрономической обсерваторией Киевского университета, отделом геодезии и геофизики Международного центра лунных покрытий в Токио, Институтом прикладной физики РАН и другими центрами астрономических исследований [5, 6].

В 1991 г. общее собрание отделения решило вернуть первоначальное название Нижегородского кружка любителей физики и астрономии и зарегистрироваться в органах юстиции в качестве самостоятельной организации, что было сделано 2 июня 1992 г. Это было вторым рождением НКЛФА, а с 1995 г. возобновилось издание нижегородского Астрономического календаря в НГПУ, который сейчас выпускается под редакцией С. М. Пономарева в ННГУ им. Н. И. Лобачевского. Нижегородский планетарий, его залы и обсерватория оснащены современным оборудованием — система визуализации «Аргус «Цифровой Планетарий», 11-дюймовый телескоп, оборудованный ПЗС-матрицей или цифровой фотокамерой, можно наблюдать Солнце, Луну, планеты, туманности, галактики, кометы, а также проводить визуальные и фотометрические исследования переменных звёзд [4]. С 2007 г. в планетарии был установлен космический тренажёр стыковки корабля «Союз-ТМА» с Международной космической станцией. Педагоги методической службы планетария дают отличные астрономические знания. В 2021 г. детский астрокосмический центр «Притяжение» отметил своё 14-летие. Нижегородский планетарий 28 лет является базовой площадкой для творческого сообщества педагогов «Ассоциации учителей физики и астрономии Нижегородской области» Новыми технологиями при изучении астрономических вопросов в школах педагоги области делятся на страницах научно-методических журналов «Физика», «Физика в школе» и интернет-журнала «Созвездие». Педагоги Нижегородского края рады возвращению в 2017 г. предмета астрономии в школы. Уникальные центры астрономического образования функционируют с целью оказания поддержки школьных учителей и преподавателей СПО, их современного уровня преподавания астрономии в регионе [2, 8, 9].

## Литература

- [1] Актуальные проблемы астрономии и астрономического образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 125-летию Нижегородского кружка любителей физики и астрономии 12–13 ноября 2013 года. Н. Новгород: ННГУ, 2014. 240 с.
- [2] *Беленов А. Ф., Новиков В. В., Прозаровская Л. А., Беленов А. Ф.* Астрономия. 10–11 классы: Дополнительные материалы по школьному курсу: учебно-

- метод. пособие для учителей физики и астрономии. Н. Новгород: НИРО, 2019. 76 с.
- [3] *Зеленова Д., Прозаровская Л. А., Ховричева М. Л.* Космическая симфония // Педагог. обозрение: научно-метод. журн. Министерства образования и науки Нижегородской области. НИРО. Н. Новгород: Нижегород. гуманитар. центр, 2003. № 4. С. 203–211.
- [4] Нижегородский планетарий им. Г. М. Гречко. URL: <http://www.planetarium-nn.ru>.
- [5] *Пономарев С. М., Беллюстин Н. С.* 130-летие Нижегородского кружка любителей физики и астрономии (страницы истории). Н. Новгород: ННГУ, 2018. 105 с.
- [6] *Пономарев С. М., Пичугина Л. Н.* Нижегородский кружок любителей физики и астрономии: страницы истории // Теория и практика образования в современном мире: материалы 3-й Международной науч. конф. Санкт-Петербург, май 2013. СПб.: Реноме, 2013. С. 43–44.
- [7] *Порошин А. П., Хлупина О. В.* И звезды становятся ближе (к 75-летию создания первой в Нижнем Новгороде астрономической обсерватории) // Педагог. обозрение. 2002. № 2. С. 225–232.
- [8] *Прозаровская Л. А.* Вопросы с астрономическим содержанием в школьном курсе физики на уровне основного и среднего (полного) общего образования // Материалы Региональной научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам. Владивосток, 15–30 апр. 2019 / отв. ред. А. В. Малогин. Владивосток: Дальневосточный федеральный ун-т, 2019. С. 305–309.
- [9] *Прозаровская Л. А.* Создание дистанционного курса «Теория и методика обучения астрономии в контексте требований ФГОС» для школьных учителей и преподавателей СПО Нижегородского региона // Школа будущего. 2019. № 5. С. 122–129.

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ: СОЗДАНИЯ СИМУЛЯТОРА ДОБЫЧИ И АНАЛИЗА ЛЕДЯНОГО КЕРНА

Е. М. Проскуракова<sup>1</sup>, М. Д. Белоусова<sup>2</sup>, А. А. Гасанов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Межфакультетский научно-образовательный центр виртуальной реальности МГУ, Москва, Россия, [er@vrmsu.ru](mailto:er@vrmsu.ru)

<sup>2</sup> НОШ «Мозг, когнитивные системы, искусственный интеллект» МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>3</sup> Исторический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

Летняя космическая школа – 2021 (ЛКШ-2021) — это образовательное мероприятие с интенсивной научно-просветительской программой. Программа ЛКШ состояла из двух частей: лекционно-практической части и симуляции космического полёта. В первой части участники слушали лекции, выполняли задания и участвовали в мастер-классах. Во второй части в условном изоляционном эксперименте они применяли полученные в первой части мероприятия знания и умения. Одной из задач эксперимента была работа по получению и изучению ледяного керна. Данная задача была успешно решена сотрудниками МГУ.

Добычу и анализ керна участники ЛКШ выполняли в виртуальной реальности. Было создано приложение для шлема HTC VIVE.

Оператор оказывается в круглом помещении с различными установками для работы с керном. В центре комнаты находится стол с буровым снаряжением и буровой мачтой. Пользователь должен переместить снаряд на мачту и закрепить на грузонесущем тросе. Далее оператор отправляется к пульту и запускает бурение. Мачта переходит в вертикальное положение, открывается люк шахты, включается лебёдка, грузонесущий трос начинает раскручиваться, буровой снаряд на тросе опускается в шахту. Весь процесс сопровождается звуковыми эффектами. Окончание погружения определяется по остановке лебёдки и двигателя. Для захвата керна оператор должен нажать соответствующую кнопку на пульте. Далее по нажатию первой кнопки снаряд с керном в облаке инея и пара поднимается из шахты. Шахта возвращается в горизонтальное положение, люк закрывается. Для открытия снаряда его нужно переместить обратно на стол и нажать последнюю кнопку на пульте.

В реальной ситуации процесс обработки и исследования керна гораздо более длителен, поэтому некоторые его части были исключены из симуляции. Так изначально извлечённый керн должен быть разрезан на куски длиной в один метр. В симуляции он уже в снаряде имеет нужную длину. Поэтому пользователь сразу переходит к процессу нарезки керна на горизонтальной пиле на доске. Для поддержания интереса к процессу работы было решено сделать нарезку следующим образом: оператор сначала на вспомогательном экране рисует при помощи виртуального джойстика разрез в обозначенных пределах. Если провести соответствующую линию не удалось, разрез считается некорректным, а линию нужно сбросить по нажатию кнопки и провести заново. Когда корректная линия проведена, можно сделать разрез.

Таким образом керн нужно разрезать на четыре части. Процесс разрезания досок на бруски на вертикальной пиле и обработка полукерна на рейсмусовом станке для выравнивания по высоте опущены для того, чтобы не увеличивать время выполнения задачи и сохранять заинтересованность пользователя в процессе. Полученные части керна можно далее использовать для проведения химического, изотопного анализов. Для этого нужно взять часть керна и поместить её сначала на столе станции химического анализа. Далее по нажатию кнопки керн перемещается внутрь станции, а на экране постепенно появляется инфографика соответствующих анализов. Поскольку процесс таяния льда внутри станции



занимает несколько часов, было решено обратить внимание пользователя на этот момент, сделав часы с функционалом «перемотки» времени. Для быстрого ожидания пользователь должен нажать на кнопку рядом с часами или её дубликат на столе станции и держать её до тех пор, пока красная стрелка не сдвинется на необходимое время. В момент отпущения кнопки запускается процесс ожидания, который проявляется в более быстром появлении инфографики на экранах станции и изменении времени дня или ночи в симуляции. По окончании процесса анализа станция прекратит шуметь и обновлять инфографику, а значит можно переходить к анализу на станции изотопного анализа. Он происходит аналогичным образом. После проведения этих анализов задача по работе с керном считается выполненной.

Поскольку весь процесс довольно длителен, а последовательность сложно запомнить, на протяжении всей работы пользователю выдаются всплывающие подсказки с пояснительным текстом о том, как пользоваться различными объектами, в порядке, соответствующем процедуре работы с керном. Также в качестве вспомогательной задачи в помещение добавлена система кондиционеров, которую периодически нужно запускать для снижения температуры рабочей зоны. Для повышения иммерсивности процесса в сцену добавлены интерактивные объекты. Имеющиеся мебель, огнетушители и мусорные вёдра в локации можно хватать и перемещать, на доске можно рисовать маркерами.

Для реализации проекта компетенции были разделены на дизайнера и программиста. К первой относилось создание графики — объектов, с которыми производится взаимодействие, окружения, служащего фоном, создание и настройка эффектов. Ко второй — программирование взаимодействий, интерактивных элементов, создание системы подсказок для пользователя. Совместная работа участников проекта осуществлялась через систему контроля версий GitHub.

Поскольку создание реалистичной графики подразумевало бы точное воспроизведение используемого оборудования, требующее детального изучения документации и принципов его работы, был выбран вариант использования стилизованной графики. Таким образом удалось значительно сократить время разработки и добиться определенного уровня абстракции, освобождающий от необходимости привязки к конкретным элементам оборудования.

Ввиду специфичности задачи большинство графических моделей и программных модулей были созданы непосредственно под данный проект. Образцы для моделирования и описания объектов были предоставлены Летней космической школой — 2021, на их основе в программном обеспечении 3ds Max были смоделированы все элементы оборудования и окружения. В настоящее время распространённой практикой является закупка готовых графических моделей и программных модулей на специализированных сайтах. Это позволяет существенно сэкономить на времени и стоимости разработки, поскольку многократная продажа одной и той же модели ведёт к снижению цены её продажи. Однако, по тем же причинам, приобрести можно лишь не уникальные объекты, имеющие потенциал продаж — к таким, например, можно отнести объекты окружения, ландшафта. Те объекты, которые предполагали применение анимации, моделировались по частям, для дальнейшей настройки анимации в ходе программирования в популярном игровом движке Unreal Engine 4.

Сборка, настройка материалов и освещения, программирование проводились также при помощи функций Unreal Engine 4. Для создания основных взаимодействий применялся язык Blueprints, представляющий из себя систему визуального программирования из блоков, переводимых для последующей компиляции в язык C++.

Отдельной задачей в проекте встал вопрос создания динамического освещения. Для того, чтобы показать продолжительность некоторых операций добычи и обработки ледяного керна в программу была добавлена функция пропуска времени. Графически ход времени отражался



на часах в комнате лаборатории и небе, которое можно наблюдать через стеклянный потолок помещения. Необходимо было найти такой баланс между статическим и динамическим освещением, который одновременно позволил бы видеть все объекты в любое время виртуальных суток, но в то же время явно отражал бы текущее время дня.

В качестве базы для системы взаимодействий применялся стандартный шаблон Unreal Engine 4 — VR Template, включающий механику перемещения «телепортом», не вызывающую эффекта укачивания, в отличие от плавного перемещения, а также систему захвата, поднятие и отпускания предметов. Эта система была дополнена нажимаемыми кнопками, обеспечивающими основные взаимодействия с оборудованием и интерактивным джойстиком, применяющимся в процедуре нарезки керна.

В настоящем проекте нам удалось в полной мере использовать возможности технологии виртуальной реальности и успешно применить её для реализации образовательной задачи.

## Литература

- [1] *Borodkin L., Lemak S., Belousova M. et al. Virtual reality in Lomonosov Moscow state university interdisciplinary research illustrated by Moscow Bely Gorod area historical reconstruction example // Augmented Reality and Virtual Reality. Changing Realities in a Dynamic World. 2020. V. 3 of Progress in IS. Springer, 2020. P. 375–386.*
- [2] *Souney J., Twickler M., Hargreaves G., Bencivengo B., Kippenhan M., Johnson J., Cravens D., Neff P., Nunn R., Orsi A., Popp T., Rhoades J., Vaughn B., Voigt D., Wong G., Taylor K. Core handling and processing for the WAIS Divide ice-core project // Annals of Glaciology. 2014. V. 55. 10.3189/2014AoG68A008.*
- [3] <https://www.unrealengine.com/>.

## ИНТЕРАКТИВНЫЙ МУЗЕЙ «ПОКОРИТЕЛИ ВСЕЛЕННОЙ»

Д. О. Прудник

Школа № 1155, Москва, Россия, PrudnikDO@s1155.ru

В сентябре 2021 г. в ГБОУ «Школа № 1155» (Москва, м. Строгино) после масштабной реэкспозиции открылся школьный космический музей «Покорители Вселенной». Тематика музея — историко-техническая, т. е. помимо страниц из истории космонавтики, обучающиеся могут ознакомиться с основами функционирования космической техники.

Важная особенность музея заключается в том, что он является первым интерактивным школьным музеем по космической тематике — в экспозиции активно применяются цифровые технологии для более глубокого вовлечения молодёжи в космонавтику. Достигается это путём использования специальной платформы дополненной реальности Artefact (Министерство Культуры), которая позволяет при помощи смартфона разместить дополнительную информацию об изучаемом экспонате. Другим важным стратегическим партнёром музея является Российский государственный архив научно-технической документации, который предоставляет для размещения в экспозиции документы и фотографии по различным страницам истории отечественной космонавтики.

Теперь поговорим о цели создания и функционирования такого музея. Основная цель — популяризация космонавтики, её достижений и инженерно-технического творчества среди молодёжи школьного возраста. Более крупно эту цель можно переформулировать в профессионально ориентационную, так как, путешествуя по музею, учащиеся параллельно знакомятся с теми профессиями, которые присутствуют в аэрокосмической отрасли России.

Профессиональная ориентация — важное направление работы современной школы. Дети, помимо получения базовых знаний по предметам, должны на выходе из школы также получить представление о том, какой профессией они хотели бы овладеть в будущем, что коренным образом влияет на выбор образовательного учреждения для получения высшего или профессионального образования. Учитывая скорость появления новых профессий, современная система образования не успевает за происходящими изменениями, что доказываются исследованиями Министерства Просвещения РФ за 2020 г., согласно которому из 200 000 опрошенных учащихся 6–11-х классов, 90 % не знают, с какой профессией хотят связать свою жизнь в будущем. Решением такой проблемы может стать создание специализированных тематических музеев в школах России, которые изначально поставят цель именно профессиональной ориентации молодёжи (а не только воспитательно-патриотические цели, которые большим образом представлены в уставах школьных музеев России на сегодняшний день).

Музей «Покорители Вселенной» перед началом масштабной реэкспозиции изначально поставил цель именно профессиональной ориентации. Несмотря на то, что работа в новом формате только началась, уже видны некоторые результаты — учащиеся школы с большим интересом путешествуют по экспозиции, а также принимают работу в развитии школьного музея, когда понимают, что это уже что-то большее, чем обычный «музей». Здесь они находят более широкие возможности для реализации себя по многим направлениям, так как многое в музее находится в цифровой среде.

Помимо этого, музей, следуя современным канонам развития мира, активно занимается ведением социальных сетей, что ещё более привлекает обучающихся в процесс развития музея.

Таким образом, получается весьма интересная ситуация — несмотря на небольшие площади музея, в нем размещено намного больше информации, чем кажется на первый взгляд. К развитию музея активно

привлекаются партнёры из состава организаций Государственной корпорации Роскосмос. На самой экспозиции активно проводятся различные интерактивные мероприятия (лекции, мастер-классы, викторины и т. п.), в которых принимают участие не только учащиеся и сотрудники школы, но и жители соответствующего района Москвы.

То есть музей в привычном понимании перестал быть музеем, а стал настоящим интерактивным образовательным пространством внутри школы, которое знакомит учащихся с одной из важнейших отраслей развития России.

## КОСМИЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА НИИЯФ МГУ

**В. В. Радченко**

НИИЯФ МГУ, Москва, Россия, vrad1950@yandex.ru

Космические исследования являются одним из основных направлений деятельности Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д. В. Скобелыцина (НИИЯФ) МГУ имени М. В. Ломоносова. Научный прибор, разработанный в НИИЯФ был установлен уже на втором советском искусственном спутнике Земли в 1957 г. За прошедшее время научная аппаратура НИИЯФ успешно работала на нескольких сотнях отечественных и международных космических аппаратах. Космическая образовательная программа НИИЯФ существенно моложе. Её начало связано с участием в проекте запуска в 2002 г. малого космического аппарата «Колибри», разработанного в ИКИ РАН. Этот проект продемонстрировал возможность создания малобюджетного микроспутника и его использования в образовательных целях. Научные приборы НИИЯФ, установленные на этом аппарате, отработали успешно, а полученный опыт позволил начать собственную программу университетских научно-образовательных спутников. 20 января 2005 г. накануне 250-летия МГУ с космодрома Плесецк ракетой «Космос-3М» был выведен на полярную орбиту микроспутник «Университетский — Татьяна» с научной аппаратурой НИИЯФ. Уже на первых витках прибор зарегистрировал потоки заряженных частиц от мощной солнечной вспышки. «Татьяна» успешно работала на орбите более двух лет, передав большой объём полезной информации о космической погоде и транзитных явлениях в верхней атмосфере Земли. Это был первый и на тот момент единственный отечественный университетский научный аппарат. Поэтому было решено, что вся научная информация должна быть достоянием всего университетского сообщества, и открыта для использования в образовательном процессе, а университетский спутник — это летающая учебная лаборатория, в которой студент любого вуза может выполнить задачу естественнонаучного практикума или, при надлежащей подготовке, курсовую и дипломную работу.

Для подготовки потенциальных пользователей научной информации были разработаны учебные пособия: мультимедийный курс «Жизнь Земли в атмосфере Солнца» для максимально широкой аудитории и учебник «Космический практикум» для студентов и преподавателей университетов. Они свободно и широко распространялись в российские школы и университеты. Так как научная телеметрия, принимаемая со спутника, находилась в свободном доступе, мы не имели полной информации об её использовании. Однако, по нашим сведениям к 2008 г. было защищено около 60 дипломных работ, причём в основном в университетах, в которых ранее космическими исследованиями не занимались. К сожалению, полёт следующего аппарата «Университетский — Татьяна-2», запущенного в 2009 г. был менее удачным и нам не удалось развить в то время наши идеи и наработки.

Другим направлением космической образовательной программы НИИЯФ стала организация молодёжных космических школ-конференций. Специфика мероприятий состояла в том, что они проводились в различных российских университетах, не занимавшихся космическими исследованиями, то есть во многом эти школы имели образовательно-просветительский характер. Группа сотрудников НИИЯФ и преподавателей физического факультета выезжала в тот или иной университет для чтения лекций студентам, преподавателям, учителям и школьникам по физике космоса, космическим исследованиям, современной физике микромира. В период с 2004 по 2016 г. было проведено восемь таких школ в Ульяновске, Костроме, Чебоксарах и Симферополе.

В 2011 г. НИИЯФ стал инициатором и основным организатором всероссийского молодёжного образовательного проекта «Воздушно-инженерная школа (Cansat в России)», который в течение уже десяти лет собирает и учит способных и тянущихся к высоким технологиям детей, для превращения их в инженеров, конструкторов, программистов и других специалистов, необходимых космической науке и промышленности.

Задачи проекта:

- пробудить у школьников интерес к наукам о Земле и космосе, инновациям и высоким технологиям на основе реальной командной творческой деятельности;
- познакомить участников с принципами работы спутников, ракет, способствовать практическому усвоению знаний в области радиосвязи, передачи данных, современных методах конструирования, баллистики и механики;
- обеспечить непрерывную траекторию интеллектуального и творческого развития участников проекта в области инженерных наук.

Проект реализуется в форме ежегодного соревнования (чемпионата) школьных и студенческих команд. По условиям проекта команды школьников и студентов в течение года должны разработать, сконструировать, испытать действующие модели ракет и космических аппаратов, защитить свои проекты на зимней отборочной сессии и запустить «спутники», ракеты и «коптеры» во время летних финальных соревнований. За десять лет существования «Воздушно-инженерная школа» стала одним из основных профориентационных проектов Госкорпорации Роскосмос, и около шестидесяти процентов её выпускников осознанно выбирают учёбу в профильных вузах, а затем и работу в космической науке и индустрии. Ежегодно осенью на старт проекта выходит около 150 школьных и студенческих команд, представляющих многие регионы России от Владивостока и Якутска до Архангельска и Феодосии. В рамках «Воздушно-инженерной школы» НИИЯФ традиционно проводит Зимние космические школы, в которых ежегодно участвует около 300 российских школьников и студентов. В программе Зимних школ лекции ведущих учёных и специалистов, занятия в практикумах НИИЯФ, тематические экскурсии на предприятия и вузы космической отрасли.

В последние годы, с наступлением «эры кубсатов», возникли новые возможности для развития идей, заложенных в образовательную программу НИИЯФ при её создании. Так на первых наноспутниках SiriusSat, созданных с участием школьников, были установлены приборы, разработанные и изготовленные в НИИЯФ. Аппаратура успешно отработала два года и передавала данные буквально вплоть до вхождения спутников «в плотные слои атмосферы». В настоящее время в рамках большого молодёжного образовательного проекта «Срасе-пи» планируется запуск нескольких кубсатов формата 3U и 6U с аппаратурой НИИЯФ, предназначенной для мониторинга космической погоды, регистрации гамма-всплесков и транзиентных явлений в атмосфере. В НИИЯФ уже начата реализация программы привлечения школьных команд к этому проекту и, в перспективе, создания распределённой сети приёма и обработки телеметрии.

# ВИРТУАЛЬНЫЙ КОСМОС ВИРТУАЛЬНЫЙ СПУТНИК

Л. А. Романов, В. А. Балескин, Б. С. Никитин, А. Н. Косинов,  
М. А. Бубнова, Д. А. Абрамешин

Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики», Москва, Россия, laromanov@edu.hse.ru

## Введение

На данный момент наблюдается тенденция роста спроса на специалистов в области космических технологий в связи с повышением заинтересованности в исследовании данной области. Это вызывает необходимость в образовательных ресурсах по данной тематике. Основная задача образовательных организаций, работающих в данном сегменте — обучение и привлечение новых, мотивированных и заинтересованных кадров для прохождения обучения.

## Цель работы

Целью данной работы является демонстрация возможностей программного обеспечения «Виртуальный космос виртуальный спутник» (ВКВС) в обучении и привлечении новых специалистов. Данное ПО предназначено для моделирования полёта и функционирования малого космического аппарата на околоземной орбите. Используется клиент-серверная архитектура.

## Аналоги

Среди аналогов представленного продукта есть как аппаратные, так и программные решения. Аппаратным решениям, представленным, в основном, стендами полунатурного моделирования, присущи такие недостатки как высокая стоимость и значительные размеры. Кроме того, для них редко когда возможно одновременное проведение нескольких экспериментов.

Большинство программных аналогов представляет из себя решения для моделирования лишь отдельных факторов или групп факторов. Нередко моделирование в таких решениях происходит на пользовательском устройстве, что приводит к росту системных требований.

## Описание проекта

«Виртуальный космос виртуальный спутник» представляет из себя веб-приложение, позволяющее моделировать полёт малого космического аппарата форм фактора Cubesat 1-3U в соответствии с реальными физическими законами. В процессе моделирования учитываются гравитационные и магнитные силы, а также воздействие функциональных модулей аппарата, работа которых программируется пользователем. Кроме того, учащимся задаётся полезная и служебная нагрузка спутника, притом она может комбинироваться любым допустимым способом. После запуска моделирования пользователь наблюдает визуализацию полёта и функционирования аппарата, притом угол обзора можно менять для более детального рассмотрения. Ниже, под окном визуализации, отображаются выходные данные системы в режиме реального времени.

Веб-приложение «Виртуальный космос виртуальный спутник» разработано студентами и сотрудниками Учебно-исследовательской лаборатории функциональной безопасности космических аппаратов и систем Московского института электроники и математики им. А. Н. Тихонова НИУ ВШЭ. Для реализации были использованы такие языки программирования как: JavaScript, Golang, C++. Кроме того, для передачи данных с клиентской части на серверную используется технология gRPC-web [2]. Более подробно механизм работы приложения описан в работах [3, 4].

Одним из преимуществ программного решения является клиент-серверная архитектура, позволяющая перенести основную вычисли-



тельную нагрузку на серверную составляющую. Данное решение позволит значительно снизить необходимые минимальные системные требования для клиента, что значительно увеличивает доступность приложения. Выбранный подход в реализации данного программного обеспечения позволяет учащимся лучше погрузиться в процесс, используя оборудование с меньшими вычислительными мощностями. Основные расчёты происходят на сервере, что позволяет разгрузить компьютеры пользователей.

ВКВС предоставляет обширный спектр возможностей использования: выполнение расчётных и лабораторных работ, например включение маховика для ориентирования аппарата, получение показаний магнитометра, а также получения навыков в управлении и в написании программного кода, позволяющего управлять малым космическим аппаратом и не только. Помимо прочего приложение обладает высоким уровнем интеграции, что даёт пользователю возможность создавать собственные лабораторные работы и практические задания с помощью дополнительных инструментов разработки.

## **Заключение**

Разработанное программное обеспечение позволяет производить расчёты, а также изучать возможные итоги моделирования в зависимости от тех или иных входных данных, что позволит заменить множество экспериментов. Причём технические требования к пользователям значительно ниже в связи с тем, что основные расчёты происходят на серверной части. Система позволяет наблюдать за ходом эксперимента и выводить полученные результаты в режиме реального времени. Наше приложение планируется применять в дистанционном обучении в таких проектах как: ИТ-класс в московской школе, Инженерный класс в московской школе, кроме того, возможно применение в проведении олимпиад, например, Московской предпрофессиональной олимпиады школьников.

## **Литература**

- [1] gRPC URL: <https://grpc.io/> (дата обращения 15.08.2021).
- [2] CubeSat Design Specification Rev. 13, The CubeSat Program, Cal Poly SLO URL: [https://static1.squarespace.com/static/5418c831e4b0fa4ecac1bacd/t/56e9b62337013b6c063a655a/1458157095454/cds\\_rev13\\_final2.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5418c831e4b0fa4ecac1bacd/t/56e9b62337013b6c063a655a/1458157095454/cds_rev13_final2.pdf) (дата обращения 15.08.2021).
- [3] *Балескин В. А. Косинов А. Н. Романов Л. А. Мотайленко И. А.* Клиент-серверная реализация в решении задачи моделирования полёта малого космического аппарата на околоземной орбите // Материалы межвуз. научно-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов имени Е. В. Арменского. 2021.
- [4] Baleskin V., Kosinov A., Romanov L., Motajlenko I. Client-Server Implementation in Solving the Problem of Modeling the Small Spacecraft Flight at Low-Earth Orbit // 2021 International Seminar on Electron Devices Design and Production (SED). 2021. P. 1–5, DOI: 10.1109/SED51197.2021.9444519.

## КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

Ю. Н. Романов

Детский технопарк Кванториум ДДТ им. Ф. И. Авдеевой  
Якутск, Россия, yurdel@mail.ru

В Республике Саха (Якутия) в настоящее время довольно успешно ведётся космическое образование среди подрастающего поколения. Школьники заняты в кружках космического направления, успешно работают в различных конкурсах, соревнованиях и конференциях космического направления, принимают участие в чемпионате профкомпетенций WorldSkills Russia.

Космическое образование и пропаганда космонавтики ведётся также через школьные музеи и уголки космонавтики. Самая большая по масштабу работа ведётся в селе Дюпсы Усть-Алданского улуса, где с 70-х гг. прошлого века функционирует знаменитый школьный музей космонавтики, организованный энтузиастом Иваном Даниловичем Жирковым вместе с женой Александрой Петровной Жирковой. Школьный уголок космонавтики существует в ряде школ, самой большой экспозицией располагает уголок Октемского лицея в Хангаласском улусе.

Космическое образование среди школьников ведётся в форме летних школ космического направления. Около двадцати лет ведутся занятия по космическому образованию и конструированию на базе Малой академии наук РС(Я). В последние годы, до пандемии, летняя школа по космонавтике велась на базе Национальной политехнической средней образовательной школы № 2 Якутска с привлечением специалистов из Москвы. С 2019 г. начала работать летняя космическая школа в Амгинском улусе.

Больших успехов добились кружковцы детского технопарка Кванториум, функционирующий на базе Дворца детского творчества им. Ф. И. Авдеевой г. Якутска. Открытый осенью 2017 г. Космоквантум Кванториума за время работы подготовил бронзовых финалистов российского финала (2018) чемпионата Ворлдскиллс в компетенции «Инженерия космических систем» среди юниоров [1]. В 2019 г. космоквантумцы Кванториума пробившись в финал всероссийского конкурса «Большие вызовы» в Сочи и успешно занимались наладкой лёгкого экземпляра кубсата московской частной компании «Спутникс» (sputnix.ru). 22 марта 2021 г. данный спутник класса cubesat был запущен в космос [2]. Таким образом, якутские школьники приняли участие в подготовке настоящего космического аппарата, запущенного на орбиту. Выпускник космоквантума 2020 г. Андрей Петров в 2019 г. был выбран в числе десяти юных россиян в программу обмена SOLAR, в программу по космическому обучению для российских и американских школьников, инициированной посольством США в Москве [3].

Юные якутяне успешно участвуют в чемпионате Воздушно-инженерной школы Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. Так, в 2014 и 2018 гг. учащиеся Физико-технического лицея и Национальной политехнической средней общеобразовательной школы № 2 стали призерами Высшей лиги ВИШ МГУ, а в 2019 г. космоквантовцы Кванториума удостоились диплома лауреатов чемпионата ВИШ МГУ [4]. Кансат — популярный во всем мире конкурс будущих космических инженеров.

В Региональном центре по работе с одарёнными детьми Малой академии наук РС(Я) в скором времени откроется Космическая лаборатория по спутникостроению со станцией приёма данных.

Пропаганду космонавтики среди школьников в нашей республике успешно ведёт секция Восточного регионального отделения Академии космонавтики им. К. Э. Циолковского в РС(Я). Так, по инициативе этой

общественной организации в 2019/2020 учебном году была проведена летняя космическая школа и экскурсии якутских школьников в космические центры и музеи страны.

На данный момент силами энтузиастов, вчерашних школьников, а ныне студентов Северо-Восточного Федерального университета им. М. К. Аммосова ведётся работа по разработке документации, отладке бортовой компьютерной программы лётной версии спутника стандарта Cubesat. Ими выигран грант конкурса «Умник-2020» в размере 500 000 руб. на разработку прототипа спутника класса Cubesat в течении двух лет и начата работа по освоению средств гранта. Данной группой создано ООО «Якутские аэрокосмические системы», костяк которой составляют студенты, успешно прошедшие многоэтапную подготовку по космическому образованию. ООО «ЯАС» является резидентом IT-парка «Якутия».

Таким образом, в Республике Саха (Якутия) развёрнута масштабная работа по космическому образованию и пропаганде достижений космонавтики.

## **Литература**

- [1] Учащиеся Якутии завоевали медали на World Skills в Москве. URL: <https://minobrnauki.sakha.gov.ru/news/front/view/id/2900707>.
- [2] Спутник «Сириус-ВШЭ» запустят на орбиту Земли. URL: <https://sochisirius.ru/news/4355>.
- [3] Программа обмена, посвященная юбилею стыковки космических кораблей СССР и США. URL: <https://ru.usembassy.gov/ru/education-culture-ru/apollo-soyuz-ru/>.
- [4] Воздушно-инженерная школа МГУ имени М.В. Ломоносова. URL: <http://roscansat.com>.

# НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДБОРА И РАЗРАБОТКИ КОНТЕНТА ПО ИСТОРИИ КОСМОНАВТИКИ ДЛЯ ПЛАНЕТАРИЕВ

О. М. Роменская

ГАУК ЯО «Центр имени В. В. Терешковой»  
Ярославль, Россия, olesyaromenskaya@yandex.ru

Центр имени В. В. Терешковой — многофункциональное учреждение, одним из подразделений которого является планетарий. Первоочередной ролью Центра является популяризация отечественной космонавтики и её достижений [1] — и как один из шагов к реализации этой цели в Центре проводится Международный фестиваль полнокупольных программ «Отражение Вселенной».

Данный фестиваль демонстрирует дефицит программ по истории космонавтики России и СССР. Опросы ВЦИОМ показывают высокий интерес молодёжи к космонавтике [2]. Тем не менее образовательный контент по истории отечественной космонавтики — ниша, которая слабо представлена на уровне планетариев России. В 2017–2021 гг. на фестивале «Отражение Вселенной» было представлено 10 фильмов о достижениях зарубежных космических программ и всего 2 — о российских (также было представлено два клипа продолжительностью до 10 минут с реконструкцией полёта Ю. А. Гагарина) [3–5]. Каталог дистрибьютора полнокупольных фильмов предлагает 7 фильмов о зарубежной и только 3 — о российских достижениях космонавтики и её будущем [6].

Дефицит программ по истории космонавтики может быть связан как со сложностями разработки полнокупольной графики, так и с необходимостью более тесного сотрудничества со специалистами космической отрасли. Для подготовки визуализации необходимы 3D-модели космических аппаратов, архивные фото- видео- и аудиоматериалы. Для подготовки сценария полнокупольной программы необходимы консультации и наставничество со стороны специалистов. Также большой проблемой является финансирование и распространение полнокупольных фильмов.

Однако полнокупольный контент — это не только фильмы, но и живые лекции в сопровождении кадров в формате 360 градусов. Сотрудничество планетариев и лекторов-популяризаторов космонавтики может быть более широким и успешным, если сопровождать выступление заранее подготовленной презентацией, подготовленной в полнокупольном формате.

## Литература

- [1] Тихомирова Е. Н., Иродова И. А. Дополнительное астрономическое образование в культурно-просветительском центре имени В. В. Терешковой // Физика в школе. М., 2020. № 4. С. 56–64.
- [2] Российская газета. URL: <https://rg.ru/2019/06/03/vciom-molodezh-mechtaet-o-kosmose-bolshe-chem-pokolenie-gagarina.html>.
- [3] Отражение Вселенной: Программа 3-го Международного фестиваля научно-популярных полнокупольных программ, посвященного полёту в космос первой женщины-космонавта, Героя Советского Союза Терешковой Валентины Владимировны. Ярославль, 16–18 июня 2017 / сост. Е. Н. Тихомирова, И. Н. Трофилева, А. В. Лобанов. Ярославль: Изд-во Индиго, 2017. 52 с.
- [4] Отражение Вселенной: Программа 4-го Международного фестиваля научно-популярных полнокупольных программ, посвященного полёту в космос первой женщины-космонавта, Героя Советского Союза Валентины Владимировны Терешковой. Ярославль, 14–16 июня 2019 / сост. О. М. Роменская, Е. Н. Тихомирова, И. Н. Трофилева, А. В. Лобанов. Ярославль: Индиго, 2019. 48 с.
- [5] Отражение Вселенной: Программа 5-го Международного фестиваля научно-популярных полнокупольных программ, посвященного полёту

в космос первой женщины-космонавта, Героя Советского Союза Валентины Владимировны Терешковойю Ярославль, 16–19 июня 2021 / сост. О. М. Роменская, Е. Н. Тихомирова, И. Н. Трофилева, А. В. Лобанов. Ярославль: Индиго, 2021. 60 с.

- [6] Общество сферического кино. URL: [http://www.fulldomefilm.org/wp-content/uploads/2018/05/CAtalogue\\_templateRU\\_web\\_15\\_02\\_2018.pdf](http://www.fulldomefilm.org/wp-content/uploads/2018/05/CAtalogue_templateRU_web_15_02_2018.pdf).

# THE ARCHIVE OF PLANETARY MAPS AS A MUSEUM AND EDUCATIONAL BASE

V. A. Rotaru<sup>1</sup>, M. A. Ishchenko<sup>2</sup>, N. A. Kozlova<sup>1</sup>, M. M. Kolenkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Moscow State University of Geodesy and Cartography  
Moscow, Russia, vladimrotaru@yandex.ru

<sup>2</sup> Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

The archive of planetary maps is an important source of data, the potential of which is not being fully used at the moment. During the analysis of planetary maps and their systematization by the team of Extraterrestrial Laboratory of Moscow State University of Geodesy and Cartography (MExLab), several dozens of domestic and foreign maps were found as a valuable and promising source of information.

Analogue planetary maps, which were mostly created in the XX century, are rarely used in educational and scientific activities, since there is no single information or digital base for them. They can be useful for cartographers, as well as other specialists whose work depends on the use of maps — geomorphologists, geologists, photogrammetrists, etc. In order not to lose these materials, they should be used, focusing on modern technologies and the needs of science and education [1].

Cartography, taught at the Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK), is divided into a number of disciplines: general theory, mathematical cartography, cartographic methods of image. Also, the list of disciplines is supplemented by design, cartographic research method, geoinformatics, cartographic toponymy, cartometry, etc. In fact, the same disciplines, some of which will be discussed below, can be projected onto planetary cartography. This will help you understand how analogue planetary maps are useful, as well as how to read them and use the information from them in the future.

## Planetary cartography

As for the Earth, planetary cartography of other objects of the Solar System includes such sections as: mathematical cartography, design, design and use of maps of extraterrestrial objects, cartographic informatics and toponymy. Within the framework of planetary cartography, thematic areas are studied, for example: geological, geophysical, geochemical, landscape mapping of planets, as well as comparative planetary and atlas mapping for a wider audience [2]. These thematic maps were systematized by us in the archive of the Extraterrestrial Laboratory.

The methods of planetary cartometry, morphometry and mathematical cartographic modeling using GIS are actively developing. When converting analog maps into digital form, these methods can help in their analytical processing in order to supplement the already available data on cosmic bodies.

## The history of planetary cartography

Planetary maps began to be created long before the launches of spacecraft to the planets and their satellites. Previously, scientists created them based on what they saw in their powerful telescopes and how they calculated the size of objects and distances to them, based on mathematical and physical laws. These maps were accompanied by a beautiful artistic design, but their reliability strongly depended on the quality of instruments, calculations and the human factor [3].

With the development of technologies, inaccuracies in observations were minimized, which made it possible for cartographers not only to depict details of the surfaces of bodies, but also to conduct more in-depth studies on the physical, chemical, and geological parameters of planets together with scientists. This made it possible to create thematic maps. The work on their creation is currently being carried out in order to visualize the work done by Soviet and Russian scientists on the study of space bodies.



One of the examples of such work is the map of the Lunar surface area, compiled in 2016 by Extraterrestrial Laboratory along the route of the Soviet Lunokhod-2 mission on the basis of materials, maps and diagrams of that mission.

## Mathematical cartography

For planetary maps, the choice of a mathematical basis depends on many factors, starting from the shape of the cosmic body and ending with the size of the mapped area. Most of the planets and satellites that are currently being mapped have the standard shape of an ellipsoid of rotation. For these bodies, the surface of relativity is determined using geodesic and mathematical formulas, which makes it easier to choose projections, since they can be chosen like with terrestrial ones [4].

However, now there is an increasing interest in studying smaller cosmic bodies, such as asteroids, comets, dwarf planets, which, as a rule, have a non-standard shape. As an example, we can cite a map compiled by MIIGAiK specialists on the surface of the Martian satellite Phobos.

Mapping Phobos is a difficult scientific and technical task due to its small size and irregular shape. At first, the surface of this satellite was depicted rather schematically, since scientists could not get detailed images from spacecraft until almost the end of the 1970s. In the future, improving the quality of the incoming material allowed Soviet cartographers, in particular L. M. Bugaevsky and K. B. Shingareva, to develop in 1987 two new projections for a triaxial ellipsoid: a normal equiangular cylindrical projection, on the basis of which the equi-equatorial region of Phobos is made up to latitudes  $\pm 60^\circ$ , and an equi-intermediate azimuthal projection for the polar regions [5].

These two projections allowed cartographers to create the first domestic maps of the Martian satellite with minimal distortion. They were kept in the archive for a long time, until the team of the Extraterrestrial Laboratory created an atlas of Phobos based on those maps.

In the future, this example can be taken into account when mapping other small bodies of the Solar System, since currently methods of working in mathematical cartography continue to be improved. For example, the emergence of global positioning systems has led to the emergence of a new direction in mathematical cartography — satellite positioning.

## Cartographic methods of the image

There are systems of symbols used when creating maps to show the spatial placement of objects, phenomena, processes, their combinations, connections and development. For this purpose, numerous and diverse cartographic symbols are used, which are divided according to the methods of image [1]. For example:

*The method of linear signs* is used to depict objects of linear extension that are not expressed in width on the map scale: faults, cracks, ridges and furrows.

*The method of isolines*, sometimes accompanied by layer-by-layer coloring to enhance their visibility, is used to convey the quantitative characteristics of continuous and gradually changing phenomena in space: relief, gravitational fields and anomalies.

*The method of localized diagrams* allows you to depict changing, dynamic indicators obtained with the help of spacecraft or modules on the planets themselves, for example, graphs of changes in monthly temperatures, winds.

*The method of ranges* is used to show the area of distribution of a continuous or dispersed phenomenon, in planetary cartography, these are most often the territories of suspected water ice deposits.

*The method of motion signs* displays the directions and speeds of movement of phenomena, for example, the movement of constant winds on a planet or the trajectory of a planetary rover.

Since there is now a tendency to increase the objects of research on the planets and satellites of the Solar System, thematic image methods will be used more and more often, as researchers go beyond just terrain maps.

## Planetary cartographic toponymy

Planetary nomenclature, like terrestrial nomenclature, is used to identify an object on the surface of a planet or satellite, so that the object can be easily found and described in the future. This system contains detailed information about all the names of topographic and albedo elements on planets and satellites that the International Astronomical Union (IAU) has named and approved since its foundation in 1919.

The system of names of Solar system objects and details of their relief is based on certain logical connections. The names of the satellites of the planets must in one way or another be associated with the name of the planet itself. The names of many details of the relief of celestial bodies are chosen in accordance with the name, the history of discovery or any features of this celestial body. In most cases, the rules for naming relief details do not depend on their size. The only exceptions are the valleys of Mars and Venus and the craters of the Moon, Mars and Venus [6].

Since the quality of incoming materials has been improving in recent decades, many other objects on the surface of planets will probably be discovered in the future, which will have to start being named within the existing system.

## Cartographic research and using map

Planetary maps are the final product of measurements and studies of planets and their satellites, which are visualized for visual presentation to a wide range of readers. These readers can be scientists who can conduct new research based on these maps.

For example, we can give a map of the thermal properties of the lunar surface from the Extraterrestrial Laboratory archive, which was developed by MIIGAiK employees, who took the maps of the lunar surface as a basis. In turn, this map of the surface was developed on the basis of images from Soviet orbital probes.

The maps created by scientists, provided they are placed in open access, can be useful for students of such specialties as geomorphologists, geologists, who can visually study the types of relief, its genesis, and so on. Planetary maps will also be useful for cartographer students, for whom these maps are an example of the quality of work performed.

It will also be useful to use planetary maps when creating school atlases for reviving astronomy lessons in schools. These astronomy lessons can revive the interest of schoolchildren in space topics and help them decide on their future profession. This is also influenced by educational activities, for example, All-Russian and international conferences on the history and prospects of space exploration, popular science lectures.

Museum exhibitions could also contribute to the enlightenment. For example, in the Memorial Museum of Cosmonautics in Moscow or the museum at the Lavochkin Research and Production Association in the city of Khimki, quite a lot of models of spacecraft and their parts are exhibited. At the same time, it is rare to find the results of those missions in the form of the same satellite images from these apparatuses or maps that were created later by scientists on the basis of these images.

It would be interesting for museum visitors and other person to understand why we are studying outer space, what kind of research is being conducted. And by themselves, space images and planetary maps can be works of art that are simply pleasant to look at.

## References

- [1] Savinykh V. P., Polyantseva I. B., Ilyushina T. V., Altynov A. E., Karachevtseva I. P., Kozlova N. A., Kolenkina M. M. Scientific approaches and modern technologies for the preservation of historical heritage in space research // *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodeziya i aerofotos"emka* [News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography]. 2019. V. 63. No. 2. P. 5–12.
- [2] Berlyant A. M., Vostokova A. V., Kravtsova V. I., Lurie I. K., Svatkova T. G., Serapinas B. B. *Kartovedenie* [Cartography]. M.: Aspect Press Publ., 2003. 447 p.

- [3] Fizicheskie ogranicheniya na tochnost' astronomicheskikh nablyudenij [Physical limitations on the accuracy of astronomical observations]. URL: <http://www.astronet.ru/db/msg/1170612/node18.html> (accessed 14 September 2021).
- [4] *Vakhrameeva L. A., Bugaevsky L. M., Kazakova Z. L.* Matematicheskaya kartografiya [Mathematical cartography]. M.: Nedra Publ., 1986. 281 p.
- [5] *Karachevtseva I. P., Konopikhin A. A., Kokhanov A. A., Rodionova Zh. F., Kozlova N. A.* Atlas Fobosa [Atlas of Phobos]. M.: MIIGAiK Publ., 2015. 220 p.
- [6] IAU Rules and Conventions. URL: <https://planetarynames.wr.usgs.gov/Page/Rules> (accessed: 14 Sept. 2021).

# ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСТАНЦИОННОМУ ЗОНДИРОВАНИЮ ЗЕМЛИ В ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Д. М. Рыжиков

Юношеский клуб космонавтики им. Г. С. Титова  
Санкт-Петербургского городского Дворца творчества юных  
Санкт-Петербург, Россия, ryzhikov89@yandex.ru

Дистанционное зондирование Земли — Earth Remote Sensing (ДЗЗ) — наблюдение поверхности Земли авиационными и космическими средствами при помощи различных видов съёмочной аппаратуры, т. е. без вступления в непосредственный контакт. Технологии, методы и материалы ДЗЗ на сегодняшний день используются для решения задач лесного и сельского хозяйства, энергетики и коммуникаций, экологии картографии, метеорологии и других. ДЗЗ относится к категории перспективных космических технологий.

ДЗЗ с каждым годом всё чаще применяется в различных сферах человеческой деятельности, способствуя решению разноплановых задач с наибольшей эффективностью и наименьшими затратами. Ежегодно растёт количество функционирующих на орбите нашей планеты спутников ДЗЗ, и имеющих целью съёмку поверхности Земли.

Цель доклада: обосновать значимость изучения ДЗЗ в рамках дополнительного школьного образования и показать взаимосвязь данной учебной дисциплины с изучаемыми в общеобразовательной школе предметами.

Образовательная программа «Дистанционное зондирование Земли» разработана в 2012 г. и включена в Комплексную образовательную программу Юношеского клуба космонавтики им. Г. С. Титова (ЮКК) Санкт-Петербургского городского Дворца творчества юных. ДЗЗ изучается на последнем третьем году обучения в ЮКК, возраст учащихся 14–18 лет.

ДЗЗ является мультидисциплинарной программой и включает в себя элементы различных базовых школьных предметов (рис. 1), при этом, в рамках изучения данного курса, обучающиеся используют и применяют на практике знания, полученные по другим дисциплинам, изучавшимся ими в ЮКК, а именно: астрономии, спутниковой навигации, авиация и др.



Рис. 1. Связь ДЗЗ с фундаментальными науками

Для изучения ДЗЗ требуются знания по физике, в частности о видах и теории распространения электромагнитного излучения. Так как съёмка поверхности Земли из космоса осуществляется преимущественно в видимом, инфракрасном и радио диапазонах, на занятиях рассматриваются элементы оптики и радиофизики.

Данные дистанционного зондирования — спутниковые снимки — представляют собой пространственные данные, имеющие географическую привязку. Неотъемлемой частью освоения предлагаемого предмета является изучение географических наук. К основополагающим знаниям относятся системы координат, картографические проекции, форма Земли, объекты подстилающей поверхности. На занятиях рассматриваются такие

природные явления как лесные пожары, тропические циклоны, цунами, наводнения, а также возможность проведения их мониторинга с использованием материалов ДЗЗ.

Для просмотра и анализа спутниковых снимков используется специализированное программное обеспечение — геоинформационные системы (ГИС). Первым этапом работы с данными ДЗЗ на занятиях является визуальное дешифрирование — просмотр спутниковых снимков в ГИС без применения алгоритмов обработки данных. Данные ДЗЗ представляют собой многомерные массивы геопространственных данных, отобразить которые полностью на мониторе компьютера невозможно. Обучающиеся строят различные RGB-композиции (синтез изображения из трех компонент исходного спутникового снимка) и анализируют их на предмет информативности для поиска каких-либо объектов или решения определенных задач. Далее учащиеся применяют алгоритмы обработки данных для получения собственных слоёв геопространственной информации.



Рис. 2. Программно-аппаратный комплекс приёма спутниковых данных



Рис. 3. Интерфейс программы Orbitron

Таким образом, изучая дисциплину ДЗЗ учащиеся знакомятся как с элементами вышеназванных наук, так и с их взаимосвязью друг с другом.

Важной особенностью работы с данными ДЗЗ, является необходимость предварительного изучения объекта исследования. Так, например, при рассмотрении объектов растительности — лесной и сельскохозяйственной сфер — требуется исследовать биологические особенности растительности, влияние хлорофилла на внутренние процессы и внешний

облик растений, характеристики отражения электромагнитных волн. При изучении водных объектов: морей, рек, озёр — требуются знания о каждом исследуемом водоёме, его географическом положении и особенностях. Например, площадь озера Ильмень в течении года меняется в несколько раз, что определяет необходимость тщательнее подбирать исходные спутниковые снимки. Рассматривая изучаемый объект комплексно, можно проводить его анализ и мониторинг из космоса.

С 2016 г. в ЮКК функционирует программно-аппаратный комплекс приёма спутниковых данных (рис. 2).

Учащиеся имеют возможность в режиме реального времени при помощи программы Orbitron (рис. 3) отслеживать текущее положение спутников ДЗЗ на орбите и принимать данные со спутников серии NOAA.

Учащиеся, изучающие ДЗЗ в ЮКК, ежегодно участвуют во всероссийских конкурсах по данному направлению, например, «Живая карта»/«Земля из космоса», Terra Notum и др. Научные и научно-практические доклады, выполненные по ДЗЗ представляются учащимися на городские и всероссийские конференции. Темы исследований, выполняемых школьниками в рамках направления ДЗЗ, различаются по объекту исследования, применяемым подходам и алгоритмам, используемому программному обеспечению.

По результатам проведения занятий по ДЗЗ в ЮКК с 2012 г. по настоящее время можно сделать следующие выводы:

- 1) изучение дисциплины «Дистанционное зондирование Земли» помогает старшеклассникам по-новому взглянуть на уже знакомые школьные предметы;
- 2) выбор профиля «Дистанционное зондирование Земли» в качестве направления научно-исследовательской деятельности подразумевает исследование и решение мультидисциплинарных задач, находящихся на стыке общеобразовательных дисциплин;
- 3) использование передовых технических и программных средств усиливает интерес школьников к процессу обучения и научно-исследовательской деятельности.



# ПРОБЛЕМЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ НА ПУТИ МОЛОДОГО СПЕЦИАЛИСТА

Е. С. Савцов

МАИ, Москва, Россия, efimsavtcov@mail.ru

Ракетно-космическая отрасль России включает в себя около сотни предприятий, на которых трудятся более 200 тысяч человек. Большинство из этих предприятий являются наследниками достижений Советского Союза. После распада СССР космическая промышленность впала в глубокий кризис, пик которого пришёлся на конец 1990-х гг. Тогда финансирование космических программ сильно сократилось, в результате чего промышленность потеряла большую часть рабочей силы, в том числе и наиболее квалифицированной.

Я не застал распад Советского Союза, но я застал последствия этого распада. Исследуя период двух последних десятилетий, нельзя не уделить внимание нормативно-правовой базе, регламентирующей космическую деятельность в России, в частности, Федеральной космической программе (ФКП). В целом мероприятия ФКП и Госпрограммы «Космическая деятельность России на 2013–2020 гг.» выполняются в плановом режиме, однако степень и эффективность с точки зрения фактически выполненных мероприятий по отношению к запланированным не идеальна и составляет около 83 %.

Пилотируемая отечественная космонавтика до прихода космического корабля Илона Маска чувствовала себя отлично и штатно выполняла свои обязательства по доставке интернациональных экипажей на МКС. Однако теперь Россия не является монополистом в пилотируемых миссиях, что уже отражается потерей значительной доли космического рынка, в том числе и дополнительного внебюджетного финансирования отрасли. Это означает потерю лидирующих позиций на рынке космических пусков и ставит возвращение России под большой вопрос, так как не решаются коренные проблемы, которые к этому привели.

Распад СССР повлёк за собой переход «Байконура» к Казахстану и его последующую аренду. Это привело к необходимости тратить и без того ограниченные ресурсы не только на аренду «Байконура», но и на создание нового космодрома «Восточный», строительство которого происходит, к сожалению, с постоянными коррупционными скандалами. А потеря украинских коллег привела к необходимости в «пересоздании» уже существующих ракетных комплексов вместо прогнозируемого и планомерного движения вперёд.

В сравнении с НАСА и ЕКА средняя зарплата инженера в отрасли в разы ниже. Это влияет на мотивацию работать у оставшихся кадров и на производительность их труда, а также замедляет формирование нового технологического уклада. Также низкая заработная плата сильно влияет на слабый приток молодых специалистов, видящих более хорошие условия и перспективы в других сферах деятельности.

Малое количество денег — проблема не только инженеров, но и ФКП в целом. По различным причинам финансирование программы с течением времени только сокращалось, что повлекло за собой отодвигание «на потом» наименее приоритетных планов и оптимизацию оставшихся в ранее утверждённых сроках. В условиях недостаточного финансирования главному космическому агентству страны следовало бы более качественно подходить к информационной политике, чтобы СМИ не «культивировала» низкую репутацию отрасли. Следует регулярно выдавать в СМИ информацию о людях в ракетно-космической промышленности, которые в неимоверно сложных условиях ежедневно продолжают создавать задел для будущих достижений. На сегодня отрасль имеет много проблем, для решения которых требуется комплексный подход с привлечением специалистов из различных областей.

## **КАФЕДРА КОСМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ МФТИ — ИСТОРИЯ, РАЗВИТИЕ И БУДУЩЕЕ**

**А. М. Садовский, Л. М. Зеленый**

ИКИ РАН, Москва, Россия, a.sadovski@cosmos.ru

Сегодня, когда космические исследования бурно развиваются и в традиционных, и в новых направлениях, особенно важной становится подготовка новых поколений специалистов для реализации новых амбициозных космических проектов. Эта ситуация очень похожа на ту, что существовала во время создания кафедры. Через 12 лет после запуска Первого искусственного спутника и вскоре после образования ИКИ АН СССР, была создана специализированная кафедра космической физики тогда на факультете аэрофизики и космических исследований Московского физико-технического института, которая впоследствии стала частью факультета проблем физики и энергетики. Сегодня кафедра входит в состав «Физтех-школы физики и исследований им. Ландау».

Перед кафедрой была поставлена задача подготовки высококвалифицированных специалистов, занимающихся исследованиями космоса с помощью ракетных зондов, спутников Земли и планет, а также межпланетных космических аппаратов.

За более чем 50 лет существования на кафедре космической физики подготовлено более 400 выпускников, из которых более 150 человек работает в ИКИ РАН. В 2016 г. к кафедре космической физики была присоединена кафедра нелинейных и динамических процессов в астрофизике и геофизики, базовым институтом для которой был ИНАСАН.

Среди выпускников кафедры докторскую степень имеют 10 выпускников кафедры, 200 имеют степень кандидата наук, 7 выпускников кафедры стали профессорами.

Рассматриваются вопросы, связанные с преподаванием, результатами работы кафедры, привлечение студентов, взаимоотношение с МФТИ и другие.

# ТЕМА ПРОСВЕЩЕНИЯ В СФЕРЕ АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОВЕСТКЕ РЕГИОНАЛЬНОГО СМИ НА ПРИМЕРЕ ГАЗЕТЫ «ОБЛАСТНАЯ» (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е. Д. Скарднева, Д. Г. Люстрицкий

Институт филологии, иностранных языков и медиакоммуникации  
Иркутского государственного университета  
Иркутск, Россия, e\_skaredneva@mail.ru, lustr@bk.ru

Согласно данным опросов ВЦИОМ, астрономия и изучение космоса входит в пятерку научно-популярных направлений, которыми интересуются россияне, занимая второе место после медицины (27 % против 38% соответственно) [1]. Темы космоса, астрономии, научной и просветительской деятельности, связанной с этими направлениями, характерны не только для федеральных, но и для региональных средств массовой информации.

По данным компании «Медиалогия», в топ-20 самых цитируемых СМИ Иркутской области во втором квартале 2021 г. входят 7 интернет-изданий, 8 информационных агентств, 2 телекомпании и 3 газеты [2]. Общественно-политическая газета «Областная», являющаяся официальным печатным органом правительства и Законодательного Собрания Иркутской области, занимает девятое место в этом рейтинге, обгоняя региональное издание «Комсомольской Правды» и старейшую в регионе газету «Восточно-Сибирская Правда».

## Характеристики анализируемого издания

Газета «Областная» издаётся с 2005 г. Её учредителями являются правительство и Законодательное Собрание Иркутской области. Издание освещает деятельность правительства и Законодательного Собрания, а также политическую, экономическую, социальную и культурную жизнь региона. Газета также является официальным публикатором правовых актов органов государственной власти Иркутской области. В настоящее время «Областная» выходит один раз в неделю, объём номера составляет 24 полосы, тираж — 22 500 экземпляров. Кроме того, два раза в неделю публикуются выпуски, состоящие исключительно из правовой информации — различных нормативно-правовых актов Иркутской области, тираж каждого такого выпуска составляет 1200 экземпляров. Газета распространяется бесплатно в органах государственной власти Иркутской области, областных государственных учреждениях и предприятиях, а также по подписке (она бесплатна — оплачивается только доставка до адресата).

«Областная» также имеет онлайн-версию — сайт [ogirk.ru](http://ogirk.ru), на котором также находится официальный интернет-портал правовой информации Иркутской области. Количество уникальных посетителей — 26 238 в неделю, по данным на 6 сентября 2021 г. Почти половина аудитории — экономически активные граждане в возрасте 35–44 и 25–34 лет (24,4 и 23,8 % соответственно), доля читателей в возрасте 55 лет и старше составляет 21,3 %, 45–54 лет — 17,4 %, 18–24 лет — 7,85 %, моложе 18 лет — 5,24 %.

Издание активно использует возможности новых медиа:

1. YouTube канал «Областная газета»: открыт в феврале 2016 г., 1,54 тыс. подписчиков (по данным на 6 сентября 2021 г.).
2. Сообщество «Областная газета» в социальной сети «Одноклассники», 1859 участников.
3. Телеграмм-канал «Областная. Главное», создан в 2020 г., 169 подписчиков.
4. Аккаунт [@ogirk.ru](https://www.instagram.com/ogirk.ru) в социальной сети Instagram, 2022 подписчика.
5. Страница «Официальные новости Иркутской области» в социальной сети Facebook, создана в 2011 г., 2002 подписчика.

б. Группа «Областная газета» в социальной сети ВКонтакте, 2674 участника.

### **Космическое просвещение на страницах «Областной газеты»**

Мы провели контент-анализ публикаций газеты «Областная» за январь 2020 г. — сентябрь 2021 г., чтобы представить место темы космического просвещения в общей информационной повестке газеты. За это время в свет вышло 84 еженедельных номера, сайт обновлялся практически ежедневно.

За обозначенный период в печатной версии газеты вышло 15 материалов, посвящённых темам космоса и астрономии (в среднем, один материал на шесть номеров), на сайте — 63 материала (в среднем, один материал в неделю).

Главными ньюсмейкерами для материалов в печатной версии газеты являются Иркутский планетарий и Иркутский государственный университет (по 5 публикаций), а также ИРАО — Иркутское региональное астрономическое общество (4 публикации). Необходимо отметить, что Иркутский планетарий и ИРАО практически всегда выступают в качестве ньюсмейкеров совместно. Два материала приходятся на Институт солнечно-земной физики СО РАН. Кроме того, за год газета дважды публиковала интервью с матерью космонавта Анатолия Иванишина, уроженца Иркутска.

Среди текстов, вышедших в онлайн-версии газеты, ньюсмейкеры распределены следующим образом: Иркутский планетарий (33 публикации), ИРАО (18 публикаций, большей частью совместно с планетарием), Иркутский государственный университет (7 публикаций), пресс-служба правительства Иркутской области (5 публикаций), Роскосмос (3 публикации, связанные с деятельностью иркутского космонавта Анатолия Иванишина), пресс-служба администрации Иркутска (3 публикации), интервью с матерью Анатолия Иванишина (2 публикации), пресс-служба Иркутского областного краеведческого музея (2 публикации). По одной публикации приходится на Российское общество дружбы с Кубой, Институт солнечно-земной физики СО РАН, пресс-службу образовательного центра «Персей» и «Тинькофф-журнал».

Прослеживается тенденция роста частоты публикаций на тему космоса и астрономии в 2021 г., по сравнению с 2020 г: если за весь 2020 г. в печатной версии газеты вышло всего 5 таких текстов, а в онлайн-версии — 28, то за восемь месяцев 2021 г. (1 января — 1 сентября) — 10 и 35 текстов соответственно. Это объясняется двумя факторами: во-первых, пандемия COVID-19 в 2020 г. и связанные с ней ограничения значительно снизили деловую и общественную активность в регионе, что не могло не сказаться на количестве информационных поводов. Во-вторых, 2021 г. — год 60-летия первого полёта человека в космос: к этой важной дате было запланировано много мероприятий. К тому же и научные, и просветительские организации, и учреждения культуры за год адаптировались к «ковидным» ограничениям и освоили новые форматы работы.

Среди публикаций в печатной версии газеты преобладают жанры репортажа и корреспонденции, в том числе, по материалам пресс-конференций, чуть реже встречается интервью, в жанре новостной заметки решена только одна небольшая публикация по материалам пресс-службы Иркутского планетария. В онлайн-версии газеты, напротив, подавляющее большинство рассмотренных нами текстов относится к жанру новостной заметки — как правило, это рерайт пресс-релизов.

Если рассматривать публикации в печатной и онлайн-версии газеты как единый массив текстов, можно отметить, что большинство материалов посвящены анонсам просветительских мероприятий — таких, как публичные астрономические наблюдения (например, наблюдения частных фаз кольцеобразного солнечного затмения, метеорных потоков, объектов глубокого космоса), лекции, конкурсы, концерты, выставки, викторины и т. п. — а также итогам таких мероприятий. Важная со-

ставляющая информационных поводов — социальные проекты в сфере астрономического просвещения, в частности, проекты «Телескопы для сибирских деревень» и «Телескопы для всех», реализуемые Иркутским планетарием и Иркутским региональным астрономическим обществом при поддержке Международного астрономического союза. Газета также уделяет внимание масштабным проектам иркутских учёных — гамма-обсерватории TAIGA Научно-исследовательского института прикладной физики ИГУ, Байкальскому глубоководному нейтринному телескопу (совместному проекту Объединённого института ядерных исследований, ИГУ и ряда зарубежных институтов), Саянской солнечной обсерватории Института солнечно-земной физики СО РАН. На страницах издания присутствует не только региональная, но и федеральная информационная повестка в сфере космонавтики: в 2021 г. внештатный корреспондент «Областной» присутствовал на **Международной конференции по исследованию космического пространства GLEX-2021 в Санкт-Петербурге**, в газете были опубликованы корреспонденция и информационная заметка по данному мероприятию.

### **Космическое просвещение в новых медиа «Областной газеты»**

Необходимо отметить, что в период ограничений, связанных с противодействием распространению COVID-19 в условиях удалённой работы газете удалось реализовать привлекающие внимание аудитории проекты в коллаборации с немедийными просветительскими организациями (*Люстрицкий Д. Г., Скарднева Е. Д.* Особенности работы регионального печатного СМИ в условиях пандемии COVID-19 на примере газеты «Областная» [3]. 3 апреля 2020 г. YouTube канал общественно-политической газеты «Областная» стал площадкой для трансляции наблюдений в рамках Всемирной ночи тротуарной астрономии — ежегодной просветительской акции.

Иркутск был первым городом России, который присоединился к ней в 2007 г. и с тех пор ни разу не пропускал это мероприятие. Региональные организаторы — Иркутский планетарий и Иркутское региональное астрономическое общество (ИРАО) — выносили телескопы на улицы городов и поселков области и проводили бесплатные наблюдения Луны для всех желающих.

В 2020 г. из-за сложной эпидемиологической ситуации акция впервые проходила онлайн. Трансляцию на канале «Областной» посмотрели более трёх тысяч пользователей. После этого сотрудничество газеты, Иркутского планетария и ИРАО продолжилось — в мае состоялась трансляция наблюдений с телестемом из немецкого города Хильдесхайм, в июне — наблюдений солнечного затмения, в сентябре — Всемирной ночи наблюдений Луны.

Особенно стоит отметить трансляцию наблюдений частного солнечного затмения 21 июня 2020 г. — она набрала рекордное количество просмотров: более 46 тысяч в первые сутки и более 50 тысяч за все время. Наблюдения с крыши Иркутского планетария смотрели пользователи из Германии, Японии, Южной Африки, Аргентины, Мексики, США, Австралии и даже сотрудники станций российского Арктического и Антарктического научно-исследовательского института. Необходимо отметить, что после трансляции заметно увеличилось количество подписчиков YouTube канала газеты «Областная».

В декабре 2020 г. Иркутское региональное астрономическое общество начало вести трансляции на собственном YouTube-канале. «Областная» продолжила анонсировать эти мероприятия в своих социальных сетях.

### **Выводы**

Резюмируя вышеизложенное, мы приходим к выводу, что тема просвещения в сфере астрономии и космонавтики на страницах газеты «Областная» присутствует на регулярной основе. В 2021 г. наблюдается рост интереса к этой тематике, обусловленный отчасти повышенным

вниманием к 60-летию полёта первого человека в космос. Наиболее активными ньюсмейкерами в информационном пространстве Иркутской области в сфере астрономии и космонавтики являются Иркутский планетарий — частная просветительская организация — и Иркутское региональное астрономическое общество, которые организуют просветительские мероприятия: лекции, астрономические наблюдения, события в сфере культуры, конкурсы. Газета также уделяет достаточное внимание научно-исследовательским проектам, в которых участвует Иркутский государственный университет.

## **Литература**

- [1] ВЦИОМ. Новости: Наука в России, её значение и ценность для общества. 2021. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/ nauka-v-rossii-ee-znachenie-i-cennost-dlja-obshchestva> (дата обращения 06.09.2021)
- [2] Медиалогия. Иркутская область: рейтинг СМИ за II квартал 2021. URL: <https://www.mlg.ru/ratings/media/regional/8555/> (дата обращения 06.09.2021)
- [3] Иркутская область // Журналистика в 2020 году: творчество, профессия, индустрия: сб. мат. междунар. научно-практ. конф. М.: Фак. журн. МГУ, 2021. С. 259–260



## РАДИОТЕЛЕСКОП НА БАЗЕ ШКОЛЬНОГО ЦЕНТРА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЁТАМИ

А. С. Соколов<sup>1</sup>, А. Д. Бобырев<sup>2</sup>, С. А. Неделько<sup>3</sup>, И. С. Царьков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «Яндекс», Москва, Россия, alexander.velikiu@gmail.com

<sup>2</sup> МОУ СОШ № 29, Подольск, Россия

<sup>3</sup> МАУ ЦДО, Славянск-на-Кубани, Россия

Астрономический комплекс школы № 29 г. о. Подольск известен многим, кто интересуется астрономией. Журнал «Физика в школе» не раз публиковал материалы по этой теме [1, 2]. За предшествующие годы астрономический комплекс активно развивался, в его составе появился цифровой планетарий, центр космического мониторинга, школьная обсерватория стала удалённой и управляется через интернет вещью, что позволяет учащимся любых школ России пользоваться её инструментами и заниматься астрономическими исследованиями [3].

В 2018 г. в составе астрономического комплекса была создана лаборатория спутникостроения с целью разработки собственных космических спутников. В январе 2019 г. начат проект «Школьный космический телескоп», цель которого создать спутник формата Cubsat 3U с полезной нагрузкой на борту в качестве оптического телескопа для ведения с его помощью школьниками проектной деятельности непосредственно со спутника. В техническом задании на разработку предусмотрено создание школьной сети приёмных станций для получения астрофотографий высокого разрешения. Приёмные станции по интернету связаны с единым центром управления полётами (ЦУП), на серверах которого происходит накопление и обработка информации получаемой с космического спутника.

Приёмные станции включают в свой состав приёмно-передающие устройства, работающие в двух диапазонах радиоволн — УКВ- и X-диапазон. Получение телеметрии со спутника и управление ориентацией, стабилизацией и работой телескопа происходит в УКВ-диапазоне на частотах 145 и 433 МГц, для этого используются две линейные антенны. Приём большого объёма данных, каковыми являются астрофотографии, проходит в X-диапазоне на частоте 5,6 ГГц на параболическую антенну диаметром 2,5 м. Все три антенны управляются одним поворотным устройством, которое установлено на специальной платформе на крыше школьного здания. Приём данных со спутника происходит во время нахождения аппарата в окне видимости, по времени это составляет максимум десять минут для спутников, вращающихся на полярных орбитах с большой полуосью порядка 600 км. Именно на такую орбиту мы планируем вывести наш космический телескоп.

Линейные антенны можно использовать в свободное время для принятия или передачи данных на другие спутники, находящиеся на орбите, параболическая антенна X-диапазона работает только на приём астрофотографий со своего спутника, остальное время она не используется. И вот тут появилась мысль, а что если принимать данные не со спутника, а смотреть звёздное небо на других частотах электромагнитного спектра, на которых из Вселенной поступает активное радиоизлучение, тогда наша параболическая антенная превращается радиотелескоп.

Мы запускаем в космос оптический телескоп, чтобы не зависеть от состояния земной атмосферы и времени суток, а радиоизлучение не экранируется ни облаками, ни осадками и мы имеем возможность круглосуточно наблюдать небо в радиодиапазоне. Идея казалась очень заманчивой и школьная команда приступила к её реализации.

Итак, что представляет из себя, наш радиотелескоп: он состоит из антенного поста и блока управления, который находится в ЦУП. Антенный пост имел приёмную параболическую антенну диаметром 2,5 м. Чтобы иметь возможность смотреть небо на разных частотах, кроме

частоты 5,6 ГГц, на которой происходит приём информации от космического телескопа, в фокусе параболической антенны, мы установили оборудование ещё для трех частот: 1,2 ГГц — для получения карты «радионеба», на этой частоте излучает электромагнитные волны нейтральный водород, основной элемент Вселенной, 3 ГГц — частота, на которой наблюдают вспышки на Солнце и 10,5 ГГц — частота для наблюдения пульсаров и других релятивистских объектов.

Было решено, что измерения в диапазоне 1–6000 МГц будут выполняться с помощью двухканального SDR приёмника «bladerf». При этом измеряется мощность шума, а так же измеряется его спектр путем аппаратного переноса принимаемой частоты на более низкие частоты. При работе в диапазоне от 10 до 15 ГГц детекторным приёмником измеряется только мощность шума. Так же в фокусе антенны установлен «верхний блок», содержащий в себе фильтры, малошумящие усилители, SDR приёмник, аналогово-цифровой преобразователь, измеритель мощности и одноплатный компьютер. Планируется так же установить акселерометр и магнитометр для более точного позиционирования антенны.

Антенный пост имеет поворотное устройство, позволяющее поворачивать антенны в двух плоскостях: по азимуту на 360° и по вертикали на 90°. В ЦУП находится контроллер поворотного устройства, трансивер Icom ic-9700 и сервер с управляющим софтом.

В режиме детектора сигнал от параболической антенны фокусируется в точке, где расположен «верхний блок» и подаётся на его вход. Входной усилитель на микрополосковых линиях выделяет полосу частот свободных от паразитных сигналов. Отфильтрованный сигнал проходит через малошумящий усилитель, усиливаясь в 100 раз. Далее сигнал поступает на логарифмический детектор, в котором мощность сигнала преобразовывается в постоянное напряжение, пропорциональное мощности сигнала. После чего это напряжение оцифровывается 32-битным аналого-цифровым преобразователем. Цифровой код с него через оптопарную развязку поступает на одноплатный компьютер, софт которого управляет эти данные по сети в ЦУП.

Программное обеспечение на сервере обеспечивает взаимодействие с пользователем, контроллером поворотного устройства, и «верхним блоком». На экране сервера отображается сетка звёздного неба. Можно управлять антенной в ручном режиме или запустить сканирование неба автоматически. Трек, пройденный антенной, отображается различными цветами на экране монитора, в зависимости от мощности сигнала, принятого антенной с конкретного направления.

В августе 2021 г. мы поменяли параболическую антенну и поворотное устройство, увеличив в 2,5 раза площадь тарелки (диаметр 3,7 м) и уменьшив в 10 раз шаг сканирования (0,06 мм). Кроме того новое поворотное устройство может совершать элевацию на 180°, что позволяет принципиально иначе выполнять режим сканирования неба. Первый радиоскан с новой антенной был получен уже в августе 2021 г.

Поскольку для проекта «Школьный космический телескоп» создаётся сеть приёмных станций, в состав которых входит параболическая антенна X-диапазона, получает дальнейшее развитие и проект «Школьный радиотелескоп». В настоящий момент идёт монтаж аналогичного антенного поста в городе Славянске-на-Кубани. Параболические антенны на всех приёмных станциях будут объединены в единую систему и начнут работать в режиме радиоинтерферометра. Сигналы, принимаемые антеннами, рассматриваются как сигналы от одного радиотелескопа, и синхронизируются между собой по атомным часам. Такая схема называется радиоинтерферометр со сверхдлинной базой и позволяет приблизить низкое разрешение радиотелескопа к разрешению оптического телескопа, у которого длина волны в десятки тысяч раз меньше. Происходит это за счёт увеличения условного диаметра антенны. Будущие приёмные станции расположатся, кроме Подольска и Славянска-на-Кубани, в школах Иркутска и Петропавловска-Камчатского, и мы получим условный диаметр антенны порядка 8000 км.

Подобный интерферометр, с названием РСДБ сеть «Квazar – КВО» работает на территории России. РСДБ сеть «Квazar – КВО» состоит из трёх радиотелескопов РТ-32, расположенных в п. Светлое (Приозерский район Ленинградской области), вблизи станицы Зеленчукская (Карачаево-Черкесская Республика) и урочище Бадары (Республика Бурятия).

После окончания отладки комплекса наши школьники из конструкторов, монтажников и строителей превратятся в исследователей и будут выполнять различные проекты на новом астрономическом инструменте.

## **Литература**

- [1] *Царьков И. С.* Преподавание курса астрономии при возможности астрономических наблюдений // *Физика в школе.* 2008. № 8.
- [2] *Царьков И. С.* Автоматизированная школьная обсерватория — муниципальный ресурс по астрономии // *Физика в школе.* 2009. № 3. 2009.
- [3] *Колодкин И. В., Царьков И. С., Чеботарев П. Н.* Школьный астрономический комплекс // *Земля и Вселенная.* 2010. № 2.

## ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «КОСМИЧЕСКОЕ ПРАВО» БУДУЩИМ БИЗНЕС-ЮРИСТАМ

Л. В. Сокольская

Государственный гуманитарно-технологический университет  
Орехово-Зуево, Московская обл., Россия, cokol4512@yandex.ru

Актуальность выбранной темы исследования вызвана тем, что в обозримом будущем космическая деятельность будет осуществляться не только на госкорпорациями, но и посредством деятельности частных резидентов (юридических и физических лиц). Частные компании и негосударственные организации с целью получения коммерческой прибыли все активнее исследуют космос, обеспечивают телекоммуникации, ведут разведку полезных ископаемых, организуют космический туризм, разрабатывают проекты космических поселений на орбитальных станциях и т. д. Эти процессы требуют адекватного правового реагирования как на внутригосударственном, так и международном уровнях. Так в 2012 г. в Берлине было принято первое международное соглашение по частному праву, регулирующее отдельные финансовые вопросы, связанные с коммерческой космической деятельностью.

Однако нормы действующего международного космического права (как публичного, так и частного) не в полной мере учитывают противоречивые интересы и космические амбиции частных резидентов ведущих держав. Поэтому при неукоснительном соблюдении основополагающих принципов международного космического права необходимо обратиться к национальному праву тех государств, которые успешно сегодня осваивают космическое пространство и имеют опыт в регулировании частно-правовых отношений в сфере космической деятельности. Например, в США приняты некоторые законодательные акты, позволяющие и даже поощряющие начало разработок природных ресурсов небесных тел (комет и астероидов) частными компаниями. В России, по мнению члена правления СЭЦ «Модернизация» А. Юдкина, национальное регулирование космической деятельности «...с позиции предпринимательских отношений появится ближе к концу XXI века, причём оно не будет различать стран, но отдельные государства станут соревноваться в предоставлении льготных режимов для космических предпринимателей» (12 вопросов о настоящем и будущем правового регулирования космоса // СПС Гарант. URL: <https://www.garant.ru/article/1190513/> (режим доступа: 23.08.2021)).

Можно только частично согласиться с данным положением, так как, по мнению автора статьи, уже через 15–20 лет решение проблемы регулирования правовых отношений в сфере космического предпринимательства станет жизненно важным. Более того, в России допускается деятельность частных субъектов. Так, Федеральный закон «О космической деятельности» 1993 г., который дополнен рядом нормативных и подзаконных актами, регулирует вопросы лицензирования, сертификации, экспортного контроля в отношении товаров и технологий двойного назначения, отчасти страхования рисков в этой области и вопросы ответственности. Поэтому уже сегодня желательно приступить к изучению правовых основ организации и функционирования предпринимательской деятельности в данной сфере.

В ст. 2 ГК РФ закреплено, что в качестве предпринимательской деятельности принято рассматривать самостоятельную, осуществляемую на свой риск деятельность, направленную на систематическое получение прибыли от пользования имуществом, продажи товаров, выполнения работ или оказания услуг. Предпринимательская деятельность регулируется нормами предпринимательского права, которое изучается студентами во всех юридических вузах и факультетах в рамках обязательной базовой дисциплины по направлению подготовки «Юриспруденция».

А вот дисциплина «Космическое право» включена в рабочие планы только некоторых университетов для студентов юристов-международников (например, в Российском университете дружбы народов, Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения и др.).

Исходя из вышеизложенного презюмируем, что в связи с развитием коммерческой деятельности в космосе необходимо уже сегодня начать подготовку специалистов в сфере правового регулирования космического предпринимательства. Это можно осуществить если ввести в учебные планы факультативную дисциплину «Космическое 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».

Прежде чем рассматривать проблему, связанную с преподаванием дисциплины «Космическое право» для студентов юридических вузов и факультетов, обучающихся по профилям подготовки «Гражданское и предпринимательское право», «Правовое обеспечение предпринимательской деятельности», «Юрист в сфере бизнес-права» и др. необходимо обозначить сферу их практической ориентированности в будущем.

Бизнес-юрист — это юрист, работающий в сфере предпринимательства (бизнеса). Это профессионал, который «способен обеспечить юридическое сопровождение осуществления предпринимательской деятельности — как в полном объёме, от создания бизнеса до его ликвидации, так и на любом из её этапов» (*Мюерхольд А. А.* Особенности преподавания предмета конституционного права в рамках профиля «Юрист в сфере бизнес-права» // *Актуальные проблемы российского права.* 2018. № 12(97). С. 218–224), он обеспечивает ведение бизнеса в соответствии с действующими нормами национального и международного законодательства. Более половины абитуриентов выбирают профиль подготовки один из перечисленных выше, так как набор компетенций, полученных во время обучения, пользуется спросом на рынке труда. Этим студентам охотно берут на государственную службу, в корпорации и финансовые организации на руководящие должности. Подобное юридическое образование также пригодится, если после окончания университета выпускник принимает решение открыть свой бизнес, заняться предпринимательской деятельностью. Успешное ведение бизнеса напрямую зависит от предпринимательских и организационно-управленческих навыков будущего специалиста в области правового сопровождения бизнеса, знаний в сферах права, экономики и менеджмента. Профессиональный бизнес-юрист разбирается в вопросах бухгалтерского учёта, тонкостях аренды помещений, особенностей банковских продуктов и платёжных систем, наряду со многими другими нюансами, необходимыми для успешного сопровождения предпринимательской деятельности. Для этого предполагается углублённое изучение таких дисциплин как инвестиционное право, правовое регулирование рынка недвижимости, право интеллектуальной собственности, корпоративное право, банковское право, семейное право, наследственное право, правовое регулирование несостоятельности (банкротства) и др. (Онлайн-интервью с заместителем руководителя департамента правового регулирования экономической деятельности Финуниверситета при Правительстве РФ, доцентом, преподавателем предпринимательского права О. Н. Васильевой // СПС КонсультантПлюс. URL: [http://www.consultant.ru/edu/news/interview/vybor\\_profilya\\_v\\_sfere\\_economiki\\_i\\_prava/yuridicheskiy\\_profil/vasilieva/](http://www.consultant.ru/edu/news/interview/vybor_profilya_v_sfere_economiki_i_prava/yuridicheskiy_profil/vasilieva/) (режим доступа: 23.08.2021)).

Исходя из того, что сегодня в российских вузах не осуществляется подготовка специалистов по правовому сопровождению предпринимательской деятельности в космосе, попробуем проанализировать опубликованные учебники и учебные пособия по «Космическому праву»

с целью их актуализации к новому виду деятельности будущих специалистов, а также обозначим ряд вопросов по правовому регулированию коммерческой деятельности в космосе, которые желательно рассмотреть в процессе преподавания космического права будущим бизнес-юристам.

В настоящее время опубликовано не более пяти учебников и учебных пособий по космическому праву. Среди них можно назвать учебник С. П. Малкова «Космическое право: курс лекций» — СПб ГУАП, 2007 г., Международное космическое право: учебник для бакалавриата и магистратуры / под ред. Г. П. Жукова, А. Х. Абашидзе. М.: Изд-во Юрайт, 2018, учебник для бакалавриата и магистратуры *Солнцев А. М.* Международное космическое право». М.: Юрайт, 2018 и учебное наглядное пособие для проведения практических занятий *Кученина В. С.* Международное космическое право. М.: Изд-во «Бук», 2018. Из данного списка учебной литературы только в учебнике Г. П. Жукова и А. Х. Абашидзе есть глава посвящённая правовому регулированию коммерческого использования космоса, где рассмотрены имущественные права в космическом праве, правовой режим природных ресурсов Луны и других небесных тел, лицензирования космической деятельности, страхование космической деятельности.

По мнению автора статьи для подготовки узкопрофильного бизнес-юриста в сфере космической предпринимательской деятельности при преподавании дисциплины космическое право можно 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;
- административные правонарушения и административная ответственность за нарушение правил эксплуатации и регистрации космической техники, нарушения лицензионных требований к различным видам коммерческой деятельности в космосе;
- охрана правопорядка на естественных и искусственных космических объектах и их защита;
- правовая защита космических производств, энергетических, информационных систем, космической техники в разных космических условиях и ситуациях;
- уточнение действующих режимов доступа к информации и её защиты в коммерческих организациях и предприятиях в сфере космической деятельности;
- стимулирование всех видов деятельности (в том числе инвестиционной), связанных с космической сферой и выгодностью участия в ней частного капитала для развития государственно-частного партнёрства;
- вопросы налогообложения всех видов космической деятельности (добыча, переработка полезных ископаемых на астероидах и планетах с использованием робототехники с различной степенью её автономии);
- правовое регулирование механизма привлечения иностранных и частных инвестиций в наукоёмкие технологии в крупные международные проекты по освоению космоса, а также вопросы софинансирования проектов, осуществляемых в режиме государственно-частного партнёрства;
- нормы гражданского законодательства по взаимодействию физических и юридических лиц (в том числе инвесторов) между собой в космической деятельности, о совместных космических предприятиях, о сроках, месте исполнения гражданско-правовых договоров;
- правовое регулирование космического транспорта, космического недропользования, космической промышленности;



- гражданско-правовое регулирование частной собственности на космические аппараты и станции, их блоки, узлы, части и фрагменты на разных стадиях их использования;
- правовые вопросы по передаче и обмену технологиями и технической информацией, страхованию космической деятельности, разграничению ответственности при кооперации в производстве и эксплуатации космической техники, формам и субъектам отчетности о космической предпринимательской деятельности, заключению и исполнению договоров в сфере космической предпринимательской деятельности;
- устранение юридических коллизий в точках пересечения международного публичного и частного права, международного и национального права, а также актов разных отраслей права и т. д.;
- правовое регулирование космического туризма, отношений между участниками договора, вопросов безопасности туристов и ответственности организаторов, порядок заключения индивидуальных договоров с космическими туристами;
- регулирование телекоммуникационных правоотношений по ограничению деятельности монополистов в данной сфере;
- разработка нормативных правовых актов, принимаемых в соответствии с международным космическим правом о разведке, добыче, разработке, использовании полезных ископаемых на космических телах (например, на Луне, астероидах и ближних планетах);
- регистрация прав в космическом недропользовании, объектов собственности и общего пользования на космических телах (на их поверхности, под поверхностью) и в открытом космическом пространстве;
- нормативные правовые акты о проверке доставляемых грузов на автоматических и пилотируемых космических кораблях, о биологическом, медицинском и экологическом контроле, о космическом таможенном контроле за космическими перевозками, грузами, за прибывающими на Землю материалами;
- регулирование трудовых правоотношений в космической деятельности: режим, формы и охрана труда, вахтовая работа в космосе, время, место работы и отдыха, особенности трудовых прав, медицинского обслуживания, социального обеспечения занятых в этой сфере лиц;
- правовое регулирование труда в открытом космосе, на космических станциях, в космических поселениях, при добыче ископаемых на астероидах и других планетах, о совместном труде людей и роботов, в том числе роботов с высоким уровнем искусственного интеллекта;
- правовая защита новых природных объектов за пределами Земли, а также охрана экологии Земли, животного и растительного мира от её загрязнения и повреждения новыми мощными техническими средствами;
- регулирование запрета определенных видов деятельности в тех или иных зонах космического пространства или космических объектов, наносящих вред жизни и здоровью человека;
- уголовная ответственность за нарушение правил и регламентов использования космической техники, проверки и контроля за её состоянием при причинении значительного ущерба отдельным людям, компаниям, государствам, человечеству, его архитектурным, экологическим, культурным и историческим ценностям и сокровищам и т. д.;
- процессуальные формы и институты, связанные с расширением пространственных и временных границ действия права и особыми условиями, особенности реализации судебных процедур в экстремальных космических условиях, при ограничении пространства, пригодного для жизнедеятельности людей в космосе и т. д. (см.

*Ударцев С. Ф.* Правовая политика и космическая деятельность: взгляд в обозримое будущее // Государственно-правовые исследования. 2019. № 2. С. 13–30).

Помимо актуализации содержания курса «Космическое право» целесообразно уделить внимание интерактивным способам и методам преподавания. Применение электронных космических технологий, информационных технологий будут способствовать формированию междисциплинарного мышления студентов, овладению ими узкопрофильными практико-ориентированными знаниями и навыками коммерческой деятельности в космосе.

## **О ПРЕПОДАВАНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО В ЦЕНТРЕ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ ИМЕНИ Ю. А. ГАГАРИНА**

**И. В. Супрун**

Научно-исследовательский испытательный Центр подготовки космонавтов (ЦПК) имени Ю. А. Гагарина  
Звёздный Городок, Московская обл., Россия, ivsoopr@mail.ru

С 1978 г. Научно-исследовательский испытательный Центр подготовки космонавтов (ЦПК) имени Ю. А. Гагарина осуществляет активную деятельность в области пилотируемых международных программ. Уже несколько десятилетий в ЦПК имени Ю. А. Гагарина проходят подготовку к космическому полёту иностранные специалисты. Поэтому Программа подготовки иностранцев к космическому полёту в ЦПК была дополнена дисциплиной «Русский язык». С 1978 по 1983 г. в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина по программе «Интеркосмос» было осуществлено 9 пилотируемых полётов с участием иностранных космонавтов. Совместно с советскими космонавтами принимали участие в полётах на советских космических кораблях и работали на орбитальных станциях военные лётчики из социалистических стран (Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, Чехословакии и Вьетнама) [1]. До 1980 г. вопрос подготовки по русскому языку данной категории иностранцев не стоял остро, поскольку они «либо хорошо помнили его (русский язык) ещё со школы, либо успешно изучали русский в учебных заведениях Советского Союза» [2].

Первый западноевропейец, французский астронавт Жан-Лу Кретьен и его дублёр Патрик Бодри, которые также работали в ЦПК по программе «Интеркосмос», изучали русский язык с нуля, активно занимаясь с преподавателем и самостоятельно. Ситуация с французским астронавтом заставила руководство ЦПК имени Ю. А. Гагарина подумать о серьёзном подходе к подготовке по русскому языку иностранных членов экипажей советских космических кораблей и орбитальных станций.

В том же 1980 г. под руководством Алексея Архиповича Леонова, в то время заместителя начальника ЦПК, и заведующей кафедрой русского языка Российского университета дружбы народов (РУДН) Мотиной Екатерины Ивановны была организована интенсивная подготовка космонавтов по русскому языку. Занятия, общим объёмом около 2500 часов, проводились с представителями Венгрии, Болгарии, Индии, Сирии, Афганистана, Кубы, Монголии, Румынии, Вьетнама, ГДР, Франции, Чехословакии [2].

Подготовка по русскому языку преподавателями РУДН способствовала реализации других международных программ, таких, как «Мир—НАСА», «Евромир», МКС. На этот раз список их учеников пополнился представителями Великобритании, Германии, Австрии, Словакии, Японии, а также США. К августу 1999 г. в Центре были подготовлены к полёту на советских кораблях и к работе на орбитальных станциях 33 иностранных космонавта из 20 стран.

20 ноября 1998 г. запуском ФГБ «Заря» начался новый этап развития международной космонавтики — создание международной космической станции (МКС). С тех пор МКС является уникальной научно-технической базой для проведения космических экспериментов и исследований силами многонациональных экипажей. В связи с решением международных партнёров об увеличении с 2009 г. членов экипажа МКС с трёх до шести человек со второй половины 2009 г. в Центре начали проходить подготовку к выполнению космических полётов на транспортном пилотируемом корабле (ТПК) «Союз ТМА» и по программе основных экспедиций МКС экипажи, в состав которых входили российские космонавты, астронавты НАСА (США), астронавты Европейского космического агентства (ЕКА) и астронавты ДжАКСА (Япония).

Включение в состав экипажа корабля «Союз-ТМА» иностранцев потребовало систематического привлечения преподавателей русского языка как иностранного; создания программы по дисциплине, а также учебно-методических материалов, обеспечивающих подготовку по русскому языку иностранных членов экипажа. Для решения этих задач было продолжено сотрудничество с РУДН, а именно с профессорско-преподавательским коллективом, имеющим большой опыт работы по преподаванию русского языка иностранцам.

Языковая подготовка астронавтов по программе МКС, по сравнению с прошлыми проектами, имела свои особенности. Например, перед тем как приступить к технической подготовке, астронавт изучал русский язык в своём агентстве. Некоторые астронавты проходили трёхмесячный курс русского языка, проживая несколько недель в русской семье, методом так называемого погружения. Такое обучение предполагало закрепление изученного материала и расширение лексико-грамматических знаний социально-культурной тематики [2]. В программу подготовки к полёту Центра были включены и регулярные занятия по русскому языку. Также в рамках программы МКС несколько человек получили возможность слетать в космос в качестве туристов.

Подготовка по русскому языку по программе МКС была организована и проведена коллективом специалистов РУДН, во главе которого стояла д.ф.н. профессор Новикова М.Л. Данному коллективу преподавателей удалось привить участнику космического полёта (космическому туристу) навыки русского языка, в объёме, достаточном для того, чтобы он смог самостоятельно выполнять свои задачи, обеспечивать свою безопасность и жизнедеятельность на борту ТПК «Союз» и космической станции [2].

За последние пять лет в ЦПК ситуация по подготовке по русскому языку иностранцев изменилась. С 2016 г. к подготовке иностранцев по русскому языку не стали привлекать преподавателей РУДН, и занятия по русскому языку проводились силами преподавателей ЦПК имени Ю.А. Гагарина. Также к участникам подготовки к полёту по программе МКС (астронавтам из НАСА, ЕКА и ДжАКСА) присоединились представители «молодых», недавно созданных космических агентств. Сразу предполагалось, что эти специалисты не владеют русским языком.

За последнее пятилетие обучение в ЦПК проходили следующие специалисты, не владеющие русским языком: астронавты из Объединённых Арабских Эмиратов (ОАЭ) по программе подготовки борт-инженера в составе экипажа; группа лётчиков из Индии по программе общей космической подготовки; космические туристы (представитель СМИ из Японии, британская певица; два бизнесмена из Японии).

Экскурс в историю подготовки международных экипажей в ЦПК имени Ю.А. Гагарина позволил определить категории иностранцев, осуществляющих подготовку в ЦПК, с точки зрения обучения их русскому языку. Первая категория иностранных обучаемых — члены экипажа, имеющие определённый уровень подготовки по русскому языку приблизительно от Novice Mid/High до Intermediate Low/Mid/High. Вторая — члены экипажа с нулевым уровнем знаний по русскому. Третья — не члены экипажа, специалисты без знания русского языка, проходящие подготовку по определённой программе. Четвёртая категория обучаемого контингента — космические туристы, в основном не специалисты, не знающие русский язык.

В течение указанного выше периода подготовки иностранных специалистов в ЦПК к космическому полёту методика преподавания русского языка как иностранного совершенствовалась, менялась с учётом уровня владения русским языком у обучаемых, целей и задач курса обучения. Преподаватели РУДН видели конечную цель языковой подготовки иностранцев в том, чтобы «обеспечить членам экипажа Международной космической станции достаточный уровень подготовки по русскому языку для успешного понимания и завершения всей программы. <...> Задача, которая стоит перед преподавателями русского

языка, очень ответственна — за короткое время подготовить астронавтов к слушанию лекций, к бытовому и профессиональному общению на русском языке, работе на космической орбите» [3]. Определяя цели и задачи обучения русскому языку в ЦПК, Новикова М.Л. назвала основные аспекты работы, объединяющие лексико-грамматический материал, необходимый для общения в различных сферах и подсферах. Первый аспект — это бытовое общение, которое должны вести астронавты с учётом образа жизни в Звёздном городке. Этот аспект реализовывался в основном на интенсивных трёхмесячных курсах на базе РУДН.

Второй аспект — профессиональное общение. Обучение профессиональному общению проводилось в два этапа. На первом этапе целью обучения было так называемое заданное профессиональное общение. Это означало, что астронавт «заранее знает тему речевой коммуникации» при восприятии теоретического материала на лекции, имея конспект, таблицы в учебном пособии. Второй этап обучения профобщению предполагал обучение обсуждению проблем, возникающих в процессе практической подготовки к полёту. В этой речевой ситуации у астронавтов не было строгого плана общения, тема и форма общения выбираются спонтанно. Поэтому у них возникала потребность в новой языковой, терминологической информации [3].

Согласно такой методической концепции учебный материал занятий по русскому языку на первом этапе обучения профессиональному общению включал лексико-грамматические конструкции научного описания предмета, явления, процесса, определение их, описание состава, строения, функции, сравнения предметов и явлений и т. д. [3]. На втором этапе отрабатывались смыслообразующие средства русского языка, именные и глагольные словоизменения, словообразование и типы синтаксических конструкций и т. д. Автор данной методической концепции обучения русскому языку астронавтов М.Л. Новикова подчёркивала важность осуществления индивидуального подхода к обучению и к подготовке материалов и заданий [3].

О необходимости вариативного подхода к организации занятий по русскому языку в ЦПК говорил и преподаватель И. В. Меркулов, проработавший в Центре не один десяток лет. По его мнению, количество учебных часов определялось «не столько нуждами русского языка, сколько расписанием основных дисциплин, тренировок и сроками полётов» и варьировалось от 500 до 152. Разработанный им проект программы был рассчитан на 196 — 220 часов и включал 15 уроков [4].

Преподаватели РУДН рассматривали как приоритетную задачу устное общение астронавтов в ходе подготовки их в ЦПК и на орбите, поскольку обучаемые были обеспечены конспектами по специальным дисциплинам и на русском, и на английском языках. Учебный материал этого периода преподавания представлял собой чтение инструкций и сообщений из интернета. Предъявлялись и учебные тексты, дающие возможность для устной беседы, как на профессиональные темы, так и на бытовые, исходящие из повседневного взаимодействия членов экипажа.

При отборе учебного материала по специальности возникали проблемы, так как русисты РУДН работали в ЦПК по трудовому контракту в качестве «почасовиков» и не имели возможности пользоваться учебными пособиями или присутствовать на занятиях по специальности. Анализ содержания фрагментов проекта программы подготовки иностранцев по русскому языку в ЦПК (автор преподаватель И. В. Меркулов) показал отсутствие в учебных материалах терминологической лексики, частотных синтаксических конструкций, составляющих языковую основу коммуникативной компетенции участника речевого общения во время подготовки к полёту и в орбитальном полёте. Данная ущербность учебного материала, возникающая по независимой от преподавателей причине, не могла не сказаться на качестве подготовки обучаемых русскому языку.

А. Г. Ларин, научный сотрудник ЦПК и преподаватель-инструктор, утверждал, что «значение языковой подготовки, её объём и содержание определяются степенью использования (востребованности) русско-

го языка при выполнении членами экипажа своих профессиональных обязанностей, а также при достижении цели и решении задач профессиональной подготовки астронавтов». Он назвал два основных направления повышения эффективности языковой подготовки иностранцев: взаимосвязь программ подготовки астронавтов по русскому языку и программ профессиональной подготовки, использование на занятиях русского языка технических терминов и аббревиатур [5].

В целях обеспечения взаимосвязи программ подготовки иностранных специалистов по специальности и по русскому языку преподаватели русского языка Центра провели анализ реального общения иностранцев на русском языке во время подготовки в ЦПК. В результате этого исследования были определены следующие типы речевых ситуаций учебно-профессионального общения: лекция по специальной дисциплине; семинар, консультация; зачёт или экзамен; практическое занятие по подготовке к тренировке на тренажёре (так называемое занятие-инструктаж); практическое занятие на тренажёре под руководством инструктора; тренировка на тренажёре, имитирующая работу экипажа во время полёта [6]. В рамках этих ситуаций были определены также формы коммуникативной деятельности обучаемых и приоритеты в формировании требуемых навыков и умений видов речевой деятельности (ВРД), а именно аудирование, говорение, чтение, письмо.

На основе результатов выше названного исследования в 2013 г. преподавателями русского языка ЦПК имени Ю. А. Гагарина была составлена программа дисциплины «Русский язык», которая в 2016 г. была скорректирована и переиздана. В данной программе был определён реестр коммуникативных потребностей обучаемых и в соответствии с ним отобран учебный материал, позволяющий реализовывать коммуникативные потребности в условиях реального общения.

За последние три года преподаватели русского языка решали задачу организации подготовки по русскому языку иностранных обучаемых с нулевым уровнем знаний. Главная цель обучения их русскому языку — это обеспечение профессионального общения во время орбитального полёта. С этой целью нужно было скорректировать задачи и цели существующей программы с учётом заданных условий — нулевого уровня владения языком и минимального учебного времени. Скорректированная программа включает, помимо целей, задач, методов, тематического плана, и планы практических занятий. В плане каждого занятия представлены две темы — грамматическая и лексическая.

В настоящее время идёт работа по созданию учебного пособия «Сборник текстов, упражнений и заданий по русскому языку (для иностранных специалистов с нулевым уровнем владения русским языком)». Это пособие включает две части: «Элементарный вводный фонетико-грамматический курс» (часть I) и «Элементарный лексико-грамматический курс» (часть II). Содержание пособия соответствует объёму элементарного уровня, представленного в Государственном образовательном стандарте. Часть I учебника позволяет получить элементарные знания по фонетике и грамматике русского языка. В части II предполагается знакомство с основами грамматического строя русского языка и отработка предположительно-падежной системы, системы видовременных форм глагола. На взгляд авторов, этого будет достаточно для формирования необходимых речевых навыков и умений.

Главная цель подготовки иностранных специалистов по русскому языку при обучении их в ЦПК имени Ю. А. Гагарина — это обеспечение коммуникативной деятельности, адекватной типовым речевым ситуациям учебно-профессионального общения. Авторы учебного пособия «Сборник текстов, упражнений и заданий по русскому языку (для иностранных специалистов с нулевым уровнем владения русским языком)» провели тщательный отбор лексико-грамматического материала, включив в него не только общеупотребительную, но и специальную лексику. Упражнения, задания по фонетике, словообразованию, грамматике включают слова, словосочетания, используемые в текстах/дискурсах



лекций, практических занятий, бортовой документации. Следующий этап методических изысканий коллектива преподавателей русского языка ЦПК — разработка пособия для обучения иностранных специалистов учебно-профессиональному общению на русском языке при их подготовке к космическому полёту в ЦПК.

## Литература

- [1] *Батурин Ю. М., Иванова Л. В., Кричевский С. В.* Ассоциация участников космических полётов: история и проблемы развития (Часть 1) // Пилотируемые полёты в космос. 2021. № 1(38). С. 133.
- [2] *Циблиев В. В.* История и перспективы взаимоотношений и сотрудничества между ЦПК и РУДН в рамках международных космических программ // Материалы научно-практ. конф. «Русский язык и космос: традиции и перспективы»: сб. тез. и докл. М.: Российский ун-т дружбы народов, 2007. С. 2–3.
- [3] *Новикова М. Л.* О языковой подготовке астронавтов в аспекте межкультурной коммуникации // Материалы научно-практ. конф. «Русский язык и космос: традиции и перспективы»: сб. тез. и докл. М.: Российский ун-т дружбы народов, 2007. С. 32–34.
- [4] *Меркулов И. В.* Из опыта работы в ЦПК. Планирование учебного материала // Материалы научно-практ. конф. «Русский язык и космос: традиции и перспективы»: сб. тез. и докл. М.: Российский ун-т дружбы народов, 2007. С. 18–22.
- [5] *Ларин А. Г.* Значение и роль языковой подготовки (обучение русскому языку) астронавтов в успешном выполнении экипажами международной космической станции программы полёта // Материалы научно-практ. конф. «Русский язык и космос: традиции и перспективы»: сб. тез. и докл. М.: Российский ун-т дружбы народов, 2007. С. 16–17.
- [6] *Супрун И. В.* Лингвометодические основы подготовки астронавтов по русскому языку в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина // Пилотируемые полёты в космос. 2017. № 1(24). С. 107–113.

## КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ В КУЛЬТУРНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОМ ЦЕНТРЕ ИМЕНИ В. В. ТЕРЕШКОВОЙ

Е. Н. Тихомирова

Государственное автономное учреждение культуры Ярославской области «Культурно-просветительский центр имени В. В. Терешковой»  
Ярославль, Россия, en\_tihomirova@mail.ru

Культурно-просветительский центр имени В. В. Терешковой (далее — Центр) открытый в 2011 г. в Ярославле, включает в себя звёздный зал (планетарий), экспозиционно-выставочный зал «История космонавтики», Интерактивный класс, Астрономическую обсерваторию [1]. Неслучайно, знаковый объект 1000-летнего юбилея города Ярославля, Центр, названный в честь знаменитой землячки — первой женщины-космонавта В. В. Терешковой, начал свою деятельность именно в Год космонавтики в России.

Центр ведёт обширную культурно-просветительскую работу по многим направлениям, обеспечивая популяризацию астрономии и космонавтики не только в Ярославской области и других регионах страны, но и по всему миру.

Регулярная просветительская работа по астрономии и космонавтике с населением различных возрастных и социальных групп реализуется в Центре в форматах полнокупольных программ и лекций (в планетарии), интерактивных уроков и мастер-классов естественнонаучной тематики, астрономических наблюдений, экскурсий и квест-игр, а также лекционных и практических выездных занятий и выставок на площадках муниципальных районов и городских образований.

В Центре организуются ежегодные общественно-значимые мероприятия, проекты, посвящённые, в том числе юбилеям космонавтики и астрономии и направленные на популяризацию и распространение естественнонаучных знаний. Примерами могут служить Региональные, Всероссийские и Международные мероприятия по астрономии и космонавтике, такие как: Международная конференция «Планетарий XXI века», Всероссийская научно-практическая конференция, посвящённая Юбилею первой женщины-космонавта Валентины Владимировны Терешковой «Космонавтика и общество: проблемы и решения» (2012), Всероссийская научно-практическая конференция, посвящённая 50-летию полёта в космос первой женщины-космонавта Валентины Владимировны Терешковой «Космонавтика и культура нации» (2013). По итогам мероприятий выпущены и распространены среди заинтересованных лиц сборники трудов конференций. С 2020 г. в учреждении ежегодно проводится Международная научно-практическая конференция «Чтения имени В. В. Терешковой», посвящённая космическим исследованиям в России и мире и инновационным путям развития [1, 2].

Особые форматы просветительских мероприятий организуются для молодёжи. Региональный детский творческий конкурс фотографий «Небо и Земля» заставляет детей оторваться от экранов электронных гаджетов и взглянуть на окружающий мир, прочувствовать его красоту и осознать своё место в космическом пространстве. Межрегиональная конференция школьников «Дорога к звёздам» стала традиционной и ежегодно встречает юных исследователей космоса в Звёздном зале Центра в предпоследнюю пятницу апреля. Цель конференции: выявление и поддержка одарённой молодёжи, привлечение к этой деятельности преподавателей вузов и учителей общеобразовательных школ. С 2020 г. конференция расширила свои форматы: присоединились участники из других стран, появилась онлайн секция. [1, 3]. Несомненно, реализация просветительских, поисково-исследовательских проектов помогает в воспитании и формировании гармоничной, инициативной и креативной личности.

С 2016 г. на базе Центра имени В. В. Терешковой действует Отряд юных космонавтов. Для Отряда юных космонавтов используется комплексная программа, адресованная представителям подрастающего поколения, интересующимся изучением космонавтики и астрономии, ведётся планомерная работа по организации поисково-исследовательской деятельности школьников и участия в олимпиадах по астрономии. Программа ориентирована на формирование молодого человека, обладающего знаниями, умениями и навыками, необходимыми для будущих научных изысканий в космической отрасли.

Всемирная неделя космоса ежегодно с 4 по 10 октября объединяет тех людей, кому небезразличен вклад космической науки и техники в улучшение благосостояния человека. Традиционно Центр им. В. В. Терешковой организует уникальные просветительские мероприятия в течение этих дней. Участниками становятся сотрудники Института космических исследований РАН, Института астрономии РАН и других научных и образовательных организаций, педагоги, учащиеся, творческая интеллигенция, представители средств массовой информации, общественных организаций из различных городов России, жители области и соседних регионов.

В наши дни процесс просвещения активно развивается и принимает разнообразные формы, как очные, так и дистанционные. В 2020 г. в связи со сложившейся эпидемиологической ситуацией в России, просветительская деятельность Центра имени В. В. Терешковой вынужденно перешла из очного режима в интернет-пространство и оказала значимую поддержку образовательному процессу. Изменившиеся условия вдохновили сотрудников на оперативную разработку и проведение уникальных учебных и просветительских видео-лекций по астрономии и космонавтике, онлайн-наблюдений из астрономической обсерватории, регулярных астрономических видео-обзоров, трансляций оригинальных мастер-классов, конкурсов, викторин, космических онлайн-экскурсий, подготовку ответов на вопросы подписчиков. Например, большой интерес у юных подписчиков социальных сетей Центра вызвали лекции и экскурсии в новом формате: серия «Нескучные уроки по космонавтике» покорила сердца наших зрителей, а читателям пришлось по душе Новости космонавтики. За короткий срок Центр организовал большое количество оригинальных конкурсов. Так, в космическом месяце апреле конкурс под названием «Назад в прошлое» позволил каждому, находясь у себя дома, обратить внимание на объекты с космической атрибутикой (ёлочные игрушки, статуэтки, открытки, газеты и даже вырезки из газет, книги) сфотографировать их и представить в социальных сетях Центра [4].

Важной составляющей космического просвещения населения всегда было и остаётся увековечивание памяти о героях-покорителях космического пространства. 16 июня 2013 г. в рамках торжественных мероприятий, посвящённых 50-летию полёта в космос первой женщины-космонавта Валентины Владимировны Терешковой, нашей землячки, на площади перед Центром была открыта Аллея космонавтов. Церемония закладки новых именных звёзд в честь великих современников стала для Центра имени В. В. Терешковой доброй традицией.

Аллея космонавтов объединяет славное прошлое и космическое будущее, и благодаря ей, перед глазами молодёжи, посещающий Ярославский планетарий, всегда будут имена героев — пример, которому хочется подражать [5].

## Литература

- [1] Тихомирова Е. Н., Иродова И. А. Дополнительное астрономическое образование в Культурно-просветительском центре имени В. В. Терешковой // Научно-метод. журн. «Физика в школе». 2020. № 4. С. 56–64.
- [2] Чтения имени В. В. Терешковой. URL: <http://yarplaneta.ru/mer/chtenia/>.
- [3] 9-я Межрегиональная конф. школьников «Дорога к звёздам», посвящённая 60-летию Центра подготовки космонавтов. URL: [http://yarplaneta.ru/shkolam/http://yarplaneta.ru\\_shkolam\\_doroga\\_k\\_zvezdam-7/](http://yarplaneta.ru/shkolam/http://yarplaneta.ru_shkolam_doroga_k_zvezdam-7/).

- [4] Чтения имени В. В. Терешковой: сб. материалов 1-й Международной научно-практ. конф. Ярославль, 16 июня 2020 / сост. Тихомирова Е. Н., Перов Н. И., Роменская О. М. Ярославль, 2020. 140 с. URL: <http://yarplaneta.ru/upload/fest/2020/SBORNIK.pdf>.
- [5] Пост-релиз торжественной церемонии закладки именных звёзд на «Аллее космонавтов», посвящённой 55-летию полёта первой женщины-космонавта, Героя Советского Союза Валентины Владимировны Терешковой. URL: <http://yarplaneta.ru/news/2018-09/news693.html>

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРЕПОДАВАНИЯ АСТРОНОМИИ СРЕДИ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

А. В. Травин

МБОУДО ДЮЦКО «Галактика», Калуга, Россия, a89106052663t@yandex.ru

Интерес к астрономии и космосу в современном мире непрерывно растёт.

Недавно наша страна отмечала 60-летие первого полёта человека в космическое пространство. В те времена почти каждый человек мечтал стать космонавтом.

Теперь, не смотря на то, что космические технологии прочно вошли в нашу повседневную жизнь в виде прогноза погоды, навигации, связи, спутников и др. популярность космических профессий среди молодёжи не велика.

Опыт подсказывает, что во всех делах очень важна мотивация и во время заложенный интерес.

По моему глубокому убеждению мотивация к космосу должна выработаться, а *лучше сказать поддерживаться и развиваться*, с раннего детского возраста. Не в 10–11-м классе, когда интересы человека уже сформированы и он думает по большей части о своей будущей жизни и профессии, а значительно раньше — в средней и особенно в младшей школе, когда такой интерес естественен.

Однако подача астрономического и космического материала на этом уроне имеет свои особенности, связанные с особенностями возраста. Восприятие другое. Может быть нужно меньше цифр, формул и знаменательных дат. А больше эмоций, историй-биографий и примеров для подражания. Если наука — то лучше опыты и эксперименты. Подкрепление теории практической деятельностью, проектной и исследовательской работой. Как малой — в пределах одного занятия, так и длительной- для последующих конференций.

Всё это и происходит на площадках дополнительного образования и нашего объединения «Уроки космоса». Важным компонентом становится использование современных технологий и оборудования. Например: мультимедиа, интерактивные доски, проекторы и экраны, персональные компьютеры, планетарии. Теперь есть и замечательные программы инсталляции самой планеты Земля (Google Планета Земля), инсталляции звёздного неба (Stellarium), которые могут много помочь в наглядности космического учебного процесса.

Иногда вопросы астрономии изучают на занятиях по окружающему миру, но учитель начальных классов может и не знать космическую тематику в каких-то подробностях. И тогда целесообразно пригласить специалиста-лектора, популяризатора. Но этот «знающий» должен не только знать, но и правильно подать данный материал детям младшего школьного возраста. К сожалению методические разработки по популяризации астрономии среди детей находятся в стадии начальной разработки. И каждый популяризатор зачастую разрабатывает их сам.

Считаю, что необходима космическая образовательно-педагогическая среда, где опыт работы одних педагогов, популяризаторов космоса, помогал бы другим.

Выручают семинары, повышающие квалификацию педагога в области астрономии. Хорошей площадкой являются:

- Астротесты, которые проводятся и в Москве и в других городах.
- Семинары «Школы лекторов планетариев».
- Экскурсии на астрономические площадки- обсерватории и музеи.
- Дистанционные и реальные встречи с учёными, космонавтами, специалистами космических производственных площадок. Для нашей организации это, например, НПО им. С.А. Лавочкина, НИЛАКТ, встречи с космонавтом А. И. Лазуткиным и др.

## Воспитательный процесс и современные технологии

Времена изменились. В основное и дополнительное образование пришли современные технологии, которые можно использовать в проектной деятельности.

Телескопы, станки лазерной резки, 3D-принтеры. Примеры инженерной педагогики с детьми на хорошем оборудовании — кванториумы — теперь стали не такой редкостью. Но за этой технологией нельзя утратить и **человека-ребёнка**. А это значит воспитательный процесс. Нравственные и общечеловеческие качества. Опора на положительное в человеке, на сильные стороны его личности. Для меня, как педагога, это наиболее важный компонент деятельности.

### Уметь использовать междисциплинарные ресурсы

Многое новое можно создать на стыке уже существующих форм методов и направлений. На занятиях по космосу можно использовать ресурсы и педагогические технологии смежных направлений таких как: космос и робототехника, робоконструкторы, электронные конструкторы. «Хайтек» — работа на министанках. Фото-видеосъёмка на космическую тематику. Все это требует от педагога — астронома непрерывного образования, с освоением новых смежных специальностей.

*О западной школе.* Можно учиться и у «Запада» методикам и самим методам. «Четыре К»-компетенциям. Таким как: коммуникация, критическое мышление, креатив, команда. Другим замечательным наработкам «кванторианской» методики и многому другому. Но почему бы не называть их на русском языке.

Можно опираться на новые современные технологии, но почему не заниматься при этом широким творчеством. Не связанным с требованиями узкой профориентации.

У детей более младшего возраста это более естественно и возможно. *Детство не нужно лишать непосредственности и радости творчества.* Многие воспринимают детство, как подготовку к взрослой жизни — это не так. Детство является частью нашей жизни. Иногда наиболее светлой частью. Пусть на современном оборудовании, современными методиками, детство должно развивать и поддерживать непосредственность, живой интерес, свободу фантазии и творчество. Все это в будущем пригодится и в профессии, но потом. А сейчас — у ребёнка детство.

Это и будет современным, а вернее сказать, классическим подходом к педагогической профессии.

## Выводы

*Первое.* Космосом можно и нужно заниматься с детьми более раннего возраста. Это требует особых педагогических приёмов и методов. Их нужно осваивать. Необходим настрой педагога на непрерывное обучение новым методикам, новым смежным направлениям, новому оборудованию.

*Второе.* Воспитательный процесс в современном мире принимает, по мнению передовых педагогов, более значимое значение, чем технологии. Сейчас в мире развивается кризис ценностей на которые можно направить человеческое устремление. У нашей страны есть те ценности на которые можно опираться. Мы — педагоги должны их утвердить.

Мудрецы говорят, что человек рождён для познания и совершенствования этого мира, на основах законов гармонии и созвучия. Эти законы нужно изучать и применять в жизни и педагогике.

Все вышесказанное является опытом работы моим и моих коллег на площадке центра космического образования «Галактика» г. Калуги по популяризации астрономических и космических знаний.

### *Материал и методы*

Материалом для настоящей работы является опыт работы педагога дополнительного образования Травина А. В. по популяризации астрономических и космических знаний на площадке МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» г. Калуга.



## Литература

- [1] *Амонашвили Ш. А.* Здравствуйте, дети! : Пособие для учителя / предисл. А. В. Петровского. М., 1983.
- [2] *Амонашвили Ш. А.* Воспитательная и образовательная функция оценки учения школьников. М., 1984.
- [3] *Сурдин В. Г.* Астрономия: Популярные лекции. М.: Изд-во МЦНМО, 2019. 352 с.
- [4] *Лапина И. К., Сурдин В. Г.* Школа юного астронома. 3–4 классы: учебное пособие для школы. 3-е изд. М.: Просвещение, 2021. 96 с.
- [5] *Гомулина Н. Н., Сурдин В. Г.* Введение в астрономию. 5–7 классы: учебное пособие для школы. 2-е изд. М.: Просвещение, 2020. 109 с.

# AMADEOS: СТУДЕНЧЕСКАЯ ШКОЛА-СОРЕВНОВАНИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МИССИЙ В ДАЛЬНИЙ КОСМОС

С. П. Трофимов

Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН  
Москва, Россия, sertrofimov@yandex.ru

Российская космическая программа — особенно научная её часть — переживает не лучшие времена. В условиях хронического недофинансирования отрасли и отсутствия чётких планов развития академическим институтам, университетам и промышленным предприятиям крайне непросто на систематической основе привлекать к задачам исследования и освоения космоса наиболее талантливых студентов, что лишь усугубляет насущную проблему старения кадров. Вместе с тем было бы непростительной ошибкой ожидать изменения внешних обстоятельств и не использовать сохраняющийся в отдельных вузах приличный уровень образования вкпе с естественной любознательностью и стремлением молодых людей открывать неизведанное.

В данном докладе речь пойдёт об идее и результатах реализации нового учебно-игрового формата студенческой школы, которая проводится впервые в сентябре — октябре 2021 г. под эгидой Института прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН (далее — ИПМ) и кафедры математического моделирования и прикладной математики (ММиПМ) Московского физико-технического института (МФТИ). В основе идеи школы, которая получила звучное название AMADEOS (от первых букв слов Advanced Mission Analysis, Design, and Optimization School), лежали несколько вполне очевидных предпосылок:

1. В сильных вузах (к коим безусловно относится МФТИ), особенно на аэрокосмических факультетах, интерес к космосу достаточно велик и при этом удовлетворяется слабо.
2. Для привлечения внимания студентов лучше всего подходит challenge-формат — вызов, который заключается в проверке их способности решить сложную, интересную задачу в условиях ограниченного времени. Задача проектирования научной миссии в дальний космос как нельзя лучше удовлетворяет этим критериям.
3. Командная форма работы студентов над задачей оптимальна со всех точек зрения. Во-первых, это соответствует современным условиям проектирования реальных научных миссий профессионалами космических агентств и корпораций разных стран мира. Во-вторых, распределение студентов на несколько команд позволяет органично внедрить в творческий процесс проектирования миссии соревновательный элемент. Кроме того, важнейшее значение в процессе получения студентом знаний имеют самообразование и наставничество (менторство), т. е. передача знаний от студентов более старших и опытных к студентам-младшекурсникам. В качестве первых выступили обучающиеся на базовой кафедре ММиПМ студенты магистратуры и аспиранты-кураторы команд, а в качестве вторых — прочие студенты разного возраста с шести основных физтех-школ (и даже из других вузов!), которые проявили интерес к школе AMADEOS. Грамотное распределение ребят по командам — обязательное условие хорошей работы механизма наставничества.
4. Разумеется, необходимо организовать и традиционную передачу знаний в лекционном формате от профессионалов в разных областях триады «наука — технологии — прикладная математика», задействованных в проектировании космических миссий.

Исходя из этих предпосылок, было принято решение сформировать программу школы в виде трёхнедельной работы команд над сложным,

очень амбициозным проектом миссии в систему Нептуна, чему предшествуют три дня лекций от специалистов ИПМ, Института космических исследований РАН, НИИ ядерной физики им. Д. В. Скобельцына МГУ, частной космической компании «Спутникс», Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга МГУ и Самарского национального исследовательского университета им. С. П. Королёва.

Отметим, что интерес к школе AMADEOS со стороны студентов Физтеха превзошёл все самые смелые ожидания организаторов: приём заявок в участники даже пришлось завершить досрочно, так как за первую неделю регистрации записались более 70 человек. Поскольку не все студенты могут и готовы участвовать в напряжённой работе над проектом на протяжении нескольких недель, помимо статуса участника школы был также введён статус наблюдателя, предоставляющий его обладателю полный доступ к внутренней кухне творческого процесса всех команд и их промежуточным еженедельным отчётам перед организаторами.

В финале работы школы, намеченном на знаменательный для космических исследований день 4 октября, все команды должны будут защитить свои проекты перед конкурсным жюри. О результатах этого интересного научно-педагогического эксперимента докладчик — куратор, идейный вдохновитель и председатель программного комитета школы — надеется рассказать участникам конференции «Дорога в космос».

## **АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ МАИ: ОПЫТ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ОТРАСЛИ**

**О. В. Тушавина, В. А. Заговорчев, Э. Р. Садретдинова**

Московский авиационный институт, Москва, Россия, [dekan6@mai.ru](mailto:dekan6@mai.ru)

Московский авиационный институт один из ведущих вузов страны по аэрокосмическому образованию. В институте № 6 «Аэрокосмический» МАИ реализовано более 40 основных образовательных программ по различным направлениям и специальностям необходимых для ракетно-космической отрасли как в России, так и зарубежом. Целью образовательных программ является подготовка специалистов, бакалавров и магистров в области ракетно-космической техники, конкурентоспособных на рынке труда. Существующие кафедры, преподавательский состав и материально-техническая база позволяют вести обучение студентов по всему жизненному циклу ракетно-космической техники.

Для соответствия текущим запросам отрасли в сотрудничестве с российскими работодателями проводится ежегодная актуализация образовательных программ с учетом замечаний и рекомендаций основных потребителей, конъюнктуры рынка труда, востребованности выпускников, требований к профессиональным компетенциям, предъявляемым потенциальными работодателями. Представители ведущих профильных предприятий ракетно-космической отрасли участвуют в государственной итоговой аттестации выпускников в качестве председателей и членов государственной экзаменационной комиссии.

К примерам такого взаимодействия можно отнести совместную работу с ФГБУ НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина. В результате которой созданы образовательные программы бакалавриата и магистратуры по направлению «Ракетные комплексы и космонавтика». Образовательная деятельность ведётся совместно со специалистами Центра подготовки космонавтов (ЦПК) на площадках МАИ и ЦПК. В основе совместной инициативы лежит идея, которую диктует время: важно начинать готовить космонавтов прямо в университете, с учётом новых профессиональных стандартов, а не после того, как они окончат вуз. Программа обучения позволяет проводить углублённую подготовку профессионалов своего дела в области космической техники.

Перспективным направлением развития института является выход на международный рынок образовательных услуг. Для реализации целого ряда международных образовательных проектов в рамках исполнения договорных обязательств по контрактам между Московским авиационным институтом и партнёрами из КНР, Малайзии, Вьетнама и др. созданы и успешно реализуются полностью англоязычные образовательные программы бакалавриата и магистратуры по направлению «Ракетные комплексы и космонавтика». Подобные программы весьма востребованы. Как правило, студенты проходят обучение как в МАИ, так и в зарубежном вузе партнёре, что позволяет расширить свои знания и получить на выходе два диплома об окончании.

В 2021 г. ряд программ бакалавриата и магистратуры Аэрокосмического института прошли международную профессионально-общественную аккредитацию, подтверждающую высокий уровень их качества на национальном и мировом уровне. Решение аккредитационного совета было утверждено Правлением Ассоциации инженерного образования России (АИОР). Выпускники аккредитованных программ имеют возможность сертифицироваться в международных регистрах профессиональных инженеров и заниматься профессиональной деятельностью в разных странах, не подтверждая каждый раз свои компетенции. Результаты аккредитации АИОР признают в 32 странах мира.

Большое внимание при обучении уделяется практической работе студентов. Одной из задач института является вовлечение студентов

в проектную деятельность, которая позволяет приобрести на практике профессиональные и командные навыки при этом решая текущие актуальные задачи. Традиционно проектирование малых космических аппаратов является одним из приоритетных направлений. Ещё в 1978 г. студентами, сотрудниками и преподавателями в студенческом космическом конструкторском бюро (СККБ) «Искра», впервые в мире был создан в негерметичном исполнении первый университетский искусственный спутник Земли «Радио-2». В 1982 г. студенческие спутники «Искра-2» и «Искра-3» впервые в мире успешно выведены на околоземную орбиту с борта другого материнского космического объекта, орбитальной космической станции. За последний период при непосредственном участии студентов был создан космический аппарат «Искра-МАИ-85», формата Cubesat 3U. Для обеспечения штатной работы бортовых систем был выполнен ряд научных исследований, а также проведены тепловакуумные, вибрационные и электрические испытания прототипов. Большая и ответственная работа по созданию космического аппарата была выполнена успешно, объект был выведен на орбиту с космодрома Байконур 14 июля 2017 г., управление функционированием космического аппарата на околоземной орбите и приём телеметрической информации осуществлялось студентами и преподавателями из Центра управления полётом, развёрнутого в МАИ.

Преподаватели и студенты института № 6 «Аэрокосмический» участвовали в подготовке и проведении совместно с экипажами космических орбитальных станций ряда экспериментов в реальных условиях космического полёта, в том числе, экспериментов на борту Международной космической станции: МАИ-75, «Радиоскаф», «Тень-Маяк» и других.

Таким образом можно сказать, что подготовка кадров в Аэрокосмическом институте МАИ ведётся в тесной кооперации с предприятиями ракетно-космической отрасли по программам соответствующим международным критериям, а у студентов имеются возможности для реализации на практике своего потенциала и воплощения своих проектов.

## Литература

- [1] *Панасенко Е.* Малые космические // Облако. Корпоративный журн. 2019. № 2(11). С. 14–19. URL: <https://mai.ru/cloud/2019/2-11/>.
- [2] *Панасенко Е.* Альма-матер для космонавтов // Облако. Корпоративный журн. 2019. № 2(11). С. 20–23. URL: <https://mai.ru/cloud/2019/2-11/>.
- [3] Роскосмос на дне открытых дверей в МАИ. URL: <https://www.roscosmos.ru/27981/>.
- [4] *Тушавина О. В.* Во Вселенную — первыми // Крылья Родины. 2021. № 1–2. С. 192–194. URL: <http://www.kr-magazine.ru/archive/2021/krylya-rodiny-1-2-za-2021-god.html>.

# ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ

**О. С. Угольников**

Институт космических исследований РАН

Москва, Россия, ougolnikov@gmail.com

Центральная предметно-методическая комиссия по астрономии  
Всероссийской олимпиады школьников

Начало 2020-х гг. ознаменовалось сразу несколькими практически одновременными факторами, существенно изменившими условия проведения Всероссийской олимпиады школьников вообще и олимпиады по астрономии в частности. Вспышка коронавирусной инфекции сделала невозможным проведение заключительного этапа олимпиады в 2020 г. и наложила существенные ограничения на систему проведения в 2021 г. Изменения претерпела система проведения регионального этапа, а первые два этапа (школьный и муниципальный) в большинстве регионов России проводились с привлечением средств информационно-коммуникационных технологий, фактически — в удалённом режиме.

Помимо этого, на финале Всероссийской олимпиады по астрономии назрели изменения, очевидные уже в 2019 г., до начала пандемии. Формальные критерии к подведению итогов этапа, предусмотренные Порядком проведения Всероссийской олимпиады как в предыдущей редакции (2015 г. с последующими дополнениями), так и в текущей, вступившей в силу в 2021 г., делали необходимым проведение тестового тура, финализирующего итоги олимпиады. С 2016 г. финал олимпиады по астрономии проводился в три тура вместо двух, что существенно усилило нагрузку на участников олимпиады. Это негативно сказывалось на их результатах и итоговом числе победителей и призёров. В 2021 г. подобная система не соответствовала бы и пандемическим ограничениям, так как она требовала большое число очных мероприятий с взаимным контактом участников.

Исходя из сложившихся условий, было решено провести финал олимпиады 2021 г. в два тура, первый из которых состоял из «классических» заданий теоретического и практического плана, а второй был тестовым и оценивался формально. Участники выполняли оба тура в два последовательных дня, после чего уезжали с места проведения олимпиады. Самые сложные мероприятия единственного не-тестового тура (разбор заданий, показ работ, проведение апелляций) можно было провести в течение двух дней в удалённом режиме, после чего объявлялись результаты тестового тура и всей олимпиады. Финал олимпиады 2021 г., состоявшийся в Самаре, характеризовался рекордным числом как участников, так и победителей и призёров. Олимпиада прошла без существенных организационных сложностей и конфликтов и при этом полностью соответствовала режиму антиковидных ограничений, случаев заражения на олимпиаде зафиксировано не было.

Двухтуровая система проведения финала Всероссийской олимпиады по астрономии предполагается и в ближайшие годы



## **«МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ КЛАСТЕР СТРАН БРИКС» НА ПЕРВОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ДОРОГА В КОСМОС»**

**В. Ф. Фатеев, М. Г. Стройков**

ИКРАН, Москва, Россия, [generalfat@mail.ru](mailto:generalfat@mail.ru)

«Международный научно-исследовательский и образовательный космический кластер стран БРИКС» реализуется на основе научно-образовательных малых космических аппаратов (НОКА) и наземной инфраструктуры при поддержке Российского Центра ЮНИДО (специализированное учреждение ООН по промышленному развитию).

Проект был одобрен всеми участниками видеоконференции руководителем государственных космических агентств БРИКС, организованной ГК Роскосмос при активной поддержке выступлениями представителей Китая, Индии и ЮАР.

Проект соответствует целям и задачам отечественного проекта Минобрнауки России «Содействие развитию системы подготовки высококвалифицированных кадров для базовых отраслей экономики» (Russian Advance Engineering Schools).

В соответствии с концепцией Проекта, речь идёт о развитии важного сегмента общего образовательного, научно-исследовательского пространства и делового сотрудничества в сфере высоких технологий стран БРИКС. Проект может быть использован в качестве инструментальной общественной экологической экспертизы в рамках Парижского соглашения по климату.

Главной целью проекта является повышение качества научной и учебной работы студентов, аспирантов и школьников стран БРИКС в области ДЗЗ на основе методов «проектного обучения» и углубления знаний о космической технике, физике околоземного пространства, природно-климатических и антропогенных явлений.

В докладе рассмотрена космическая и наземная инфраструктура проекта, включающая орбитальные группировки стран-участниц проекта, а также наземные Центры, входящие в состав университетов и школ: Центры управления полётом (ЦУП), Центры космической информатики, Центры проектирования научно-образовательных малых КА (НОКА), Центры оптического наблюдения.

Рассмотрены предложения по созданию новых орбитальных университетских систем, в частности, обнаружения признаков землетрясений на борту НОКА методом радиопросвечивания ионосферы сигналами GNSS; дистанционного зондирования элементов космического мусора на низких орбитах; зондирования параметров гравитационного поля Земли на основе бортового лазерного интерферометра, а также экспериментов в области лазерных гравитационно-волновых антенн и др. Предложен ряд экспериментов на борту обитаемых космических станций.

Изложена структура Консорциума, управляющего Проектом.

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ SPACE-П

**А. В. Хохлов**

ГК «Геоскан», Санкт-Петербург, Россия, a.khohlov@geoscan.aero

В 2020 г. в рамках программы «Дежурный по планете» стартовала новая образовательная инициатива «Космический проект Space-п», организатором которой выступил Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд содействия инновациям — группа ВЭБ.РФ) при поддержке Госкорпорации «Роскосмос», Фонда «Талант и успех», Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Сколтеха, Российского движения школьников и других организаций.

Space-п — научно-образовательный проект по разработке, производству малых космических аппаратов (формата CubeSat) на отечественных спутниковых платформах и формировании в течение нескольких лет на орбите группировки около 100 штук кубсатов 3U для создания инфраструктуры по вовлечению молодёжи школьного возраста в научно-техническое творчество в области космических технологий.

Стандарт CubeSat был разработан в 1999 г. Калифорнийским политехническим и Стэнфордским университетами. Унификация конструкции, а также информационных и электрических интерфейсов позволила упростить проектирование образовательных наноспутников. К тому же, использование недорогих COTS-микросхем, которые выдерживают условия работы в негерметичном исполнении на низкой околоземной орбите, значительно уменьшает их стоимость. На сегодняшний день действует уже 14-я версия стандарта. Габаритные размеры кубсатов соответствуют внутренним отсекам транспортно-пусковых контейнеров, которые используются для вывода спутников на рабочие орбиты.

Размеры самого простого базового 1U-кубсата — примерно 10×10×10 см с массой не более 1,33 кг, а дальше идут аппараты «сложенные» из базового кубика до 24U (20×30×40 см), в зависимости от размеров бортовых систем и полезной нагрузки (научного или прикладного оборудования). Габариты кубсатов соответствуют внутренним отсекам транспортно-пусковых контейнеров, которые используются для доставки спутников на рабочие орбиты. Обычно их устанавливают на внешней поверхности разгонного блока, то есть на верхней ступени ракеты-носителя.

В качестве полезной нагрузки для наноспутников можно использовать камеры дистанционного зондирования Земли, приёмники автоматических идентификационных систем морских судов или малогабаритные научные приборы (среди них — геодезические приёмники и детекторы космических лучей). Научные приборы на кубсатах предназначены для мониторинга потоков электронов, протонов и ядер, ультрафиолетовых квазистационарных и транзиентных свечений, гамма-излучения в верхних слоях атмосферы Земли, а также для проведения биологических экспериментов.

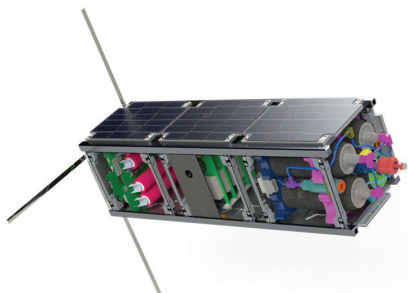
Для проекта Space-п в первую очередь используются спутниковые платформы формата CubeSat 3U, разработанные российскими производителями (Сколтех, ГК «Геоскан», «Спутник», Юго-Западный государственный университет, НИИЛАКТ ДОСААФ).

Фонд содействия инновациям осуществляет конкурсную грантовую поддержку (<https://fasie.ru/press/fund/prodlen-dpp6/>) производства бортовых систем российских кубсатов, развития инфраструктуры проекта Space-п и создания университетских образовательных спутников для стимулирования научной, инновационной активности и проектной деятельности среди молодежи школьного возраста.

Созданные космические аппараты будут выводиться на полярные орбиты высотой около 550 км попутной нагрузкой при пусках ракет-

носителей «Союз-2» с разгонными блоками «Фрегат», осуществляемых компанией «Главкосмос пусковые услуги» с космодромов Восточный и Байконур. Активный срок службы кубсатов планируется до 3-5 лет.

Первые 3 кубсата проекта Space-π были запущены 22 марта 2021 г. на ракете-носителе «Союз-2.1а» с космодрома Байконур в составе кластерного запуска 38 спутников из 18 стран. Аппараты успешно вышли на орбиту.



Пример компоновки наноспутника формата CubeSat 3U

Для административного и методического сопровождения «Космического проекта Space-π» создан образовательный проектный офис, который разработает веб-портал «Проект Space-π» (<https://space-π.ru/>) и сформирует пул экспертов и наставников на базе университетов, организаций, предприятий, участвующих в проекте, для организации процесса отбора и сопровождения школьных экспериментов. Планируется создать механизм участия школьников в работе над космическими миссиями в виде онлайн-занятий и стажировок в университетах, научно-исследовательских институтах и профильных отечественных компаниях.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В КАПЛЕ ЖИДКОСТИ В УСЛОВИЯХ НЕВЕСОМОСТИ

В. В. Чеверда<sup>1</sup>, О. А. Кабов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, Новосибирск, Россия, slava.cheverda@gmail.com

<sup>2</sup> Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Обзор литературы показывает, что огромная исследовательская работа была проведена по многим аспектам испарения сидящей капли из-за её применения в сельском хозяйстве, медицине, микроэлектронике, микрофлюидике, нанесение красок, охлаждение распылением и многие другие аспекты [1].

В настоящее время наблюдается интенсивное освоение космического пространства и в связи с этим является перспективным исследование процессов, происходящих при испарении капли жидкости в условиях невесомости. Эти знания могут быть использованы при проектировании капельных холодильников, при работе двигателя, при работе спрейной системы охлаждения. В условиях отсутствия ускорения свободного падения доминирующей силой является поверхностное натяжение. В лаборатории данное условие затруднительно задать. Существует несколько способов создания условий невесомости. Это башня сбрасывания, параболические полёты, исследовательская ракета, на борту космических аппаратов (спутники и Международная космическая станция — МКС) [2].

Эксперименты по испарению капли в условиях невесомости проводились на борту исследовательской ракеты Европейского космического агентства (ЕКА) совместно со студентами. Жидкость HFE-700 подавалась в ячейку. С помощью ИК-камеры сверху снималось распределение температуры по поверхности капли. Для изучения процессов испарения использовался интерферометр Маха — Цендера. Для изменения формы капли было возможным включать электростатическое поле высокой напряжённости. Запуск осуществлялся из г. Кируны в Швеции. Высота подъёма ракеты составила 245 км, масса ракеты 406,1 кг, время невесомости составило 6,4 мин. На борту ракеты осуществлялись ещё три эксперимента.

Получены экспериментальные данные о скорости испарения капли в зависимости от условий эксперимента совместно с преподавательским составом и студентами из разных Европейских университетов.



Запуск исследовательской ракеты в г. Кируна, Швеция

## **Литература**

- [1] *Erbil H. Y.* Evaporation of pure liquid sessile and spherical suspended drops: a review // *Advances in Colloid and Interface Science*. 2012. V. 170. P. 67–86.
- [2] *Ferranti F., Del Bianco M., Pacelli C.* Advantages and Limitations of Current Microgravity Platforms for Space Biology Research // *Applied Sciences*. 2021. V. 11(1). 17 p.

# **НОВЫЕ ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРАВА В ЦЕНТРЕ МЕЖДУНАРОДНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРАВА РУДН ИМЕНИ ПРОФ. Г. П. ЖУКОВА**

**И. А. Черных**

Российский университет дружбы народов, кафедра международного права, Москва, Россия, chernykh-ia@rudn.ru

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 укреплении научно-образовательного потенциала кафедры международного права УДН/РУДН в сфере международного космического права внесли свой вклад такие учёные как проф. В. С. Верещетин (судья Международного Суда ООН, 1995–2006), проф. И. П. Блищенко (заведующий кафедрой международного права с 1981 по 2000 г.), проф. А. С. Пирадов (представлял СССР при ЮНЕСКО), доцент В. Г. Эмин и проф. М. Н. Копылов.

Центр был создан в 2011 г. по инициативе проф. А. Х. Абашидзе и проф. Г. П. Жукова. После ухода из жизни проф. 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 А/АС.105/С.2/2021/CRP.11\*. Р. 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 рамках Центра 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. руководитель старший преподаватель, канд. юрид. наук А. А. Дементьев).
- Сравнительно-правовой анализ национального законодательства государств по использованию, добыче и освоению ресурсов



небесных тел (научный руководитель старший преподаватель, Д. А. Гугунский).

- Группировки спутников: международно-правовые аспекты (научный руководитель старший преподаватель, кандидат юридических наук И. А. Черных).

Студенты обозначенных групп апробировали результаты исследований и выступили 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», посвящённой 60-летию полёта Юрия Гагарина в космос, проводимая совместно с Башкортостанским отделением Ассоциации Юристов России и Башкортостанским региональным отделением федерации космонавтики России) и в Московском государственном университете имени М. В. Ломоносова (Первый космический форум).

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 планирует 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 является 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 ДПО: «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 9 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 7 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 23.12.2014 г. 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 войдут 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 1-й выпуск сетевого журнала на английском языке Space Law Research для исследователей в области международного права. Тематика Журнала охватывает такие направления, как: 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 д-р юрид. наук, проф. Ястребов Олег Александрович. Заместитель главного редактора — заведующий 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 Российской академии наук), Зеленцов Александр Борисович (Российский университет дружбы народов), Исполинов Алексей Станиславович (Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова), 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 Ван дер Дунк (Университет Небраски-Линкольна, США), Кай-Уве Шрогль (президент Международного института космического права, Франция), Стивен Фрилэнд (Университет им. А. Бонда, Австралия), Тания Массон-Зваан (Лейденский университет, Нидерланды), Юнь Чжао (Гонконгский университет, Китайской Народной Республики). Ответственный секретарь — старший преподаватель кафедры международного права РУДН Черных Ирина Алексеевна.

# **РАЗРАБОТКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ «ЗАПРОГРАММИРУЙ КОСМИЧЕСКУЮ БАЗУ. КОЛОБОТ»**

**А. Г. Черняев**

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева», Самара, Россия, [dungeonlords789@yandex.ru](mailto:dungeonlords789@yandex.ru)

В настоящее время космические технологии уже используются во многих сферах жизнедеятельности человека. Актуальность пилотируемой космонавтики постоянно падает, за пределы Земли все чаще отправляют роботов. Принципиально роботы для космоса не всегда отличаются от роботов, которые могли бы быть созданы для работы на планете. Более того, известные космические аппараты, которые умышленно были созданы из потребительских компонентов. Интенсивная экспансия искусственных помощников в нашу повседневную жизнь требует, с одной стороны, понимающих принципы работы пользователей, с другой стороны — инженеров и исследователей, работающих на стыке наук. Это позволит развивать новые, умные, безопасные, экологичные и более продвинутые автоматизированные и роботизированные системы. А для претворения в жизнь такого сценария призвана разрабатываемая общеобразовательная программа.

Разрабатываемая программа имеет минимальный порог вхождения. Программа опирается на использование свободного программного обеспечения Colobot Gold и объединяет в своём составе следующие междисциплинарные области:

1. Программирование (обучение составлению программ на учебном языке программирования, схожим с языком C, Java);
2. Инженерия космических систем (приобретения понятий о космической технике, способах маневрирования в безвоздушном пространстве, полезных ископаемых, которые могут находиться на других планетах);
3. Математика (выявление закономерностей игрового мира с помощью строгих математических законов для реализации задуманных задач);
4. История науки (образ жизни и отношение общества к отцам-основателям космонавтики).

Учащиеся приобретают умение проводить на основе анализа результатов правильный выбор наилучшего решения.

Отличительной особенностью предложенной программы является наличие элементов дистанционного обучения в учебном процессе, что помогает учащимся развивать навыки саморегуляции, самостоятельной работы по поиску информации. Кроме того, дистанционное образование позволяет снизить затраты на образовательный процесс, повысить качество обучения, использовать современные коммуникативные технологии.

Для определения результативности реализации программы учащимся проводится мониторинг развития личностных и метапредметных результатов и мониторинг предметных результатов обучения.

Была создана общеобразовательная программа «Запрограммируй космическую базу. Колобот». В 2020–2021 гг. общеобразовательная программа была апробирована в МБУ ДО «Центр детского творчества «Металлург» г. о. Самара и была показана достаточная эффективность. Учащиеся заинтересовались темой космоса и были подготовлены к освоению более сложных учебных программ, таких как «Спутники формата кубсат» (ЦДТ «Металлург»).

## 5 ЛЕТ ПРОЕКТУ ASTRODISTANT.RU

Н. Е. Шатовская

Школа № 179 г. Москвы, Москва, Россия, shatovskaya@gmail.com

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 молодёжи г. о. Балашиха Московской области и школы № 179 г. Москвы, где автор статьи вела очные занятия. Затем, по мере освоения технологии, пришло понимание, что сайт можно использовать более широко — для проведения интеллектуальных соревнований и реализации массовых образовательных программ.

\*\*\*

Учебные курсы [astrodistant.ru](http://astrodistant.ru) реализованы на платформе moodle. Курс «Основы астрономии в задачах» адресован учащимся 8–11-х классов и содержит теоретические материалы и подборки задач по классической астрономии и астрофизике (от 12 до 25 тем, в зависимости от возраста учеников). На освоение темы планируется одна неделя. Сдав задание на проверку преподавателю, ученик получает оценку и замечания, которые должен проработать. Такую форму обучения используют те учащиеся кружка, кто по какой-то причине не может посещать очные занятия. Во время пандемии эта форма стала основной и позволила нашим ребятам не прерывать занятия в период карантина.

Весной 2020 г. [astrodistant.ru](http://astrodistant.ru) использовался в качестве технической площадки для проведения двух олимпиад по занимательной астрономии — олимпиады «Малая Медведица» для школьников 5–7-го класса и олимпиады наукоградов (ОННЦ) для школьников старше 7-го класса. Это стало возможным благодаря тому, что команда проекта к тому времени уже имела некоторый опыт организации соревнований на платформе moodle. Сама идея проведения соревнований в дистанционной форме, конечно, не нова, но на [astrodistant.ru](http://astrodistant.ru) появился новый формат подобных мероприятий — тематический дистанционный марафон.

Формат марафона предполагает:

- продолжительное (месяц-полтора) соревнование с поэтапной публикацией заданий;
- широкий диапазон возраста участников (обычно это 4–11-е классы);
- разнообразие номинаций (не только классические задачи и тесты, но также вопросы историко-культурной тематики, практические и творческие задания);
- возможность выбора участником номинаций и уровня сложности заданий;
- подведение итогов отдельно по номинациям и в многоборье.

Задания «Космического марафона–2017» можно посмотреть на сайте [astrodistant.ru](http://astrodistant.ru), задания марафонов «Луна-2019» и «МАРС: миссия выполнима» — на открытом портале школы № 179 <http://open.179.ru>.

Подробнее об учебных курсах и дистанционных марафонах можно узнать из доклада «Дистанционная работа по астрономии со школьниками», опубликованного в материалах конференции «Дорога в космос» 2019 г. За прошедшие два года получили развитие два других направления работы портала дистанционной поддержки астрономического образования — тренировочный курс «Астростарт» и практикоориентированный курс «Астротурнир-онлайн». Оба этих курса представляют собой открытые массовые образовательные программы.

Не секрет, что во многих регионах массовую работу по астрономии наладить пока не удаётся. Интересующиеся космосом школьники найдутся в любой школе, но далеко не везде есть кружки и факультативы. Поэтому даже школьный этап всероссийской олимпиады по астрономии собирает относительно немного участников, а на следующем, муниципальном этапе участники, не получившие необходимую подготовку, проваливаются. Между тем новая методическая программа ВСОШ по астрономии, утверждённая в 2019 г., чётко структурирована по возрастам участников и этапам олимпиады. Для успешного участия достаточно последовательно и в определённые сроки осваивать эту программу. Практика показывает, что, используя дистанционные технологии, заинтересованный ученик способен сделать это без помощи учителя.

Курс «Астростарт» имеет две принципиальных особенности, отличающие его от известных автору дистанционных учебных курсов. Во-первых, он воспроизводит диагонально-уровневую структуру программы олимпиады, что позволяет школьнику любого возраста подготовиться к отборочным этапам ВСОШ «с нуля». Во-вторых, он состоит из большого числа обучающих тестов, благодаря чему ученик может осваивать курс самостоятельно и в своём темпе. Выполняя задания, ученик осознаёт, есть ли у него устойчивый интерес к предмету и готов ли он изучать астрономию на более высоком уровне.

В настоящее время курс содержит 36 обучающих 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. Есть и значимые результаты: двое старшеклассников из числа выполнивших курс полностью в 2021 г. стали победителями и пятеро — призёрами заключительного этапа ВСОШ по астрономии.

Что же такое обучающий тест и почему такая форма заданий позволяет усваивать материал? Сначала отметим, что, хотя элемент курса в настройках moodle и называется «тестом», сам термин неудачен: слово «тест» означает «проверка», тогда как тесты «Астростарта» представляют собой тематические подборки упражнений. В ходе выполнения упражнений ученик поэтапно осваивает материал, применяет свои знания и приобретает новые. Автоматическая обработка ответов обеспечивает обратную связь: 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).

В качестве примера опишем простой тест «Звёздное небо разных широт» (7-й класс и старше). Внутри теста вводится один новый элемент теории — теорема о высоте полюса мира. Ученик должен применить её в разных ситуациях. В упражнении № 1 требуется выбрать из списка страны, со всей территории которых можно видеть Полярную звезду. В упражнениях № 2, 3 и 4 нужно сравнить высоту Полярной звезды в разных пунктах наблюдения. В упражнении № 5 — обратная задача: расположить пять фотографий звёздного неба в порядке перемещения наблюдателя с севера на юг. На фотографиях показаны суточные треки звёзд и видно, что часть звёзд не заходит за горизонт. В упражнениях № 6 и 7 ученик использует новое понятие «незаходящие звёзды», а в упражнениях № 8 и 9 анализирует видимость разных звёзд и созвездий с северного полюса Земли. Последнее, десятое упражнение — это занимательная задача: предлагается выбрать из списка те созвездия, которые герои Жюль Верна не могли наблюдать в ходе путешествия по тридцать седьмой параллели южной широты. Работая над тестом, ученик закрепляет новый материал, применяет звёздную и географическую карту. Приведённый пример показывает, что упражнения с автоматической проверкой могут быть разнообразными и интересными, стимулировать учебную деятель-

ность, активировать межпредметные связи. Дополнительную мотивацию для ученика создаёт элемент соревнования: на сайте публикуется рейтинг достижений.

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.

\*\*\*

Другой новый проект, который важно представить коллегам — это «Астротурнир-онлайн» — практикоориентированный учебный курс, структурированный как круглогодичная игра для наблюдателей. Подавляющее большинство дистанционных курсов по астрономии предлагает слушателям теорию и тесты, иногда задачи, но никакой практики. Между тем наблюдения — не просто важная часть астрономии как учебной дисциплины, но методологическая основа астрономии как науки. Научиться наблюдениям без наставника нелегко, но если помочь ученику освоить простейшие приёмы и выработать главное качество наблюдателя — привычку смотреть на небо, — он сможет дальше продвигаться самостоятельно. Нам кажется, мы нашли формат учебной работы, подходящий для этих целей.

В разделе «Астротурнир-онлайн» на [astrodistant.ru](http://astrodistant.ru) ежемесячно размещается комплект практических заданий, адресованных школьникам 7–9-го класса. 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.).

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 шести-восьми 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. 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 и серебристых облаков. 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.

Есть ещё один важный аспект нашей новой идеи. 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).

## КОСМИЧЕСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ДОЗОР

М. А. Шахраманьян, А. А. Рихтер

Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга  
«Аэрокосмос» Минобрнауки России и РАН, Москва, Россия, 7283763@mail.ru

«С голубого ручейка начинается река,  
ну а свалка начинается с бумажки»

В настоящее время одной из самых острых экологических проблем человечества является проблема несанкционированного замусоривания окружающей природной среды твёрдыми коммунальными (ТКУ) и промышленными отходами. **Эта проблема особенно актуальна будет в будущем для северных территорий и зон вечной мерзоты, так как неизбежное замусоривание из-за деятельности человека окружающей природной среды однозначно приведёт к ускорению процессов таяния, в том числе из-за увеличения поглощения земной поверхности солнечного излучения.**

Твёрдые бытовые и промышленные отходы негативное воздействие на состояние почвы и растительности. Фильтрат (вода, пропитанная через тело мусорной свалки) содержит компоненты тяжёлых металлов, мигрирующих в природной среде и образующих комплексные соединения с органическим веществом природного и техногенного происхождения, являясь 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 обработки 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 захлампений) до больших (промышленных и городских свалок) в зависимости от пространственного и спектрального разрешения космического снимка.

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 твёрдых бытовых отходов (ТБО) в соответствие с действующими международными и национальными нормативно-правовыми документами, определять очерёдность ликвидации полигонов тех или иных полигонов ТБО 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 ТКУ и их влияния на окружающую природную среду на основе использования космических технологий.

Необходимо учитывать, что ТКУ, по существу, являются некими «реакторами» в которых бурно происходят различные физико-химические реакции, то сами по себе ТБО представляют значительный интерес для учебного и исследовательских процессов, проектной деятельности как в рамках средней, так и в рамках высшей школы. Причём многие

параметры этих физико-химических реакций в режиме времени близко-му к реальному можно контролировать методами дистанционного зондирования Земли из космоса.

Предлагается организовать проведение в учебных заведениях во внеурочное время серию проектных работ по выявлению на территории РФ несанкционированных объектов захоронения твёрдых коммунальных отходов (мусорных свалок) с использованием данных дистанционного зондирования Земли из космоса, а также наладить выпуск мультипликационных мультфильмов по проблеме замусоривания окружающей природной среды с участием школьников и студентов для экологического просвещения населения. Начало этой деятельности уже положено. Мультфильм «Земляникины-жители Земли» на [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

- [1] Шахрамьян М. А., Казарян М. Л. и др. Космический мониторинг состояния окружающей природной среды для развития системы дополнительного экологического образования // Современные проблемы науки и образования». 2015. № 3.
- [2] Шахрамьян М. А., Бондур В. Г., Рухтер А. А. Разработка алгоритма оценки степени деградации почвы по мультиспектральным изображениям // Изв. ЮФУ. Технические науки. 2012. № 6(131).
- [3] Шахрамьян М. А., Рухтер А. А., Казарян М. Л. 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.
- [4] Schahramanian M. A., Richter A. A., Kazaryan M. L. Pattern recognition algorithm using descriptors combined radio and visible spectra // Proc. SPIE. V. 10221. Mobile Multimedia/Image Processing, Security, and Applications. 2017. Art. No. 1022107. DOI: 10.1117/12.226287.
- [5] Shakhramanyan M. A., Kazaryan M. L., Voronin V. The automated space-monitoring system of waste disposal sites. // Proc. SPIE Remote Sensing, Proceedings. V. 10793. Remote Sensing Technologies and Applications in Urban Environments III. 2018. Art. No. 1079318. DOI: 10.1117/12.2500059.
- [6] Шахрамьян М. А., Казарян М. Л., Рухтер А. А. Методика построения 3D-модели объектов правильной формы по одному изображению и его применение в задаче космического мониторинга объектов захоронения отходов // Информация и космос. 2018. № 2. С. 76–81.
- [7] Richter A., Ignatiev V. Y., Kazaryan M., Voronin V., Shakhramanyan M. Method of Constructing a Space-Time Grid of Variable Size Images and its Application in Image Processing of Landfills // Serbian J. Electrical Engineering. 2019. V. 16. No. 1. P. 123–136. DOI: <https://doi.org/10.2298/SJEE1901123R>.
- [8] Шахрамьян М. А., Казарян М. Л., Рухтер А. А. Матричный и символический калькуляторы и их применение в цифровой обработке космических изображений // Информация и космос. 2019. № 3. С. 64–73.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО АСТРОНОМИИ**

**Н. В. Шац**

ГБОУ ДО Республики Крым «Малая академия наук «Искатель»,  
Юношеская астрономическая обсерватория им. В. В. Мартыненко  
Симферополь, Крым, n.shats@yandex.ua

Симферопольское общество любителей астрономии (СОЛА) существует более 70 лет. За это время юные астрономы приняли участие во многих программах наблюдений как всесоюзного, так и международного уровней (Международный геофизический год, Международный год спокойного Солнца и др.). Накоплен архив наблюдений Солнца, метеоров, Луны и планет, фотоматериалы. Педагогами обсерватории предыдущих поколений на основе многолетних наблюдений была разработана уникальная методика наблюдений метеоров, которая используется и по сей день.

В процессе изучения астрономии на первый план выступают приёмы формирования навыков научно-исследовательской деятельности, под которыми понимают владение учениками методами познавательной работы в естественно-научных исследованиях, знаниями алгоритмов наблюдений, проведения исследований, фиксирования результатов, а также умение обрабатывать и анализировать полученные данные.

Лучше всего эти навыки формируются в процессе выполнения практических работ и наблюдений. Наблюдения ближайших к Земле небесных тел (Солнца, Луны, планет), явлений в атмосфере и околоземном пространстве (метеоры, ИСЗ и др.) способствуют пониманию физической природы наблюдаемых объектов, дают представление о применении теории к практике, а также являются одним из обучающих методов, способствующих усвоению учащимися знаний и приобретению умений.

В Юношеской астрономической обсерватории им. В. В. Мартыненко на основе многолетней практики педагогами разработаны различные методические материалы, которые позволяют руководителям астрономических кружков, учителям астрономии и просто любителям астрономии разных возрастов проводить наблюдения с минимальным запасом специального оборудования (телескоп, угломерные инструменты) или вообще без него, изготавливать самостоятельного простейшие инструменты для проведения наблюдений. Например, в астрономическом практикуме «Движение и фазы Луны» предлагаются визуальные наблюдения и зарисовки изменения положения Луны среди звёзд с последующим анализом и простейшими расчётами, которые помогают глубже понять значение терминов «лунные фазы», «лунный месяц». Методическая разработка «Наблюдения частного солнечного затмения» предлагает наблюдения не только фаз затмения при помощи специальных фильтров, но и наблюдения за параметрами атмосферы, за изменениями в живой природе. Такие системные наблюдения формируют у школьников целостное представление о происходящих явлениях, позволяют понять взаимосвязь между космическими и земными событиями. Приборы для таких наблюдений найдутся в любом школьном кабинете или даже дома (термометр, барометр, пластина с отверстиями, флюгер). Традиционными в обсерватории являются наблюдения солнечной активности с использованием проекции на экран. Систематические зарисовки солнечных пятен наглядно демонстрируют динамичность процессов, происходящих в фотосфере нашего светила. Особо усидчивые учащиеся обрабатывают наблюдения за несколько десятков лет и наглядно представляют изменение солнечной активности с течением времени, изменение расположения солнечных пятен по отношению к солнечному экватору. Ежегодно учащиеся участвуют в астрономических школах и метеорных экспедициях. Городская засветка, загруженность в школе

часто не позволяют провести полноценные наблюдения. Поэтому для того, чтобы учащиеся почувствовали глубину и загадочность Космоса, имели возможность собственными глазами наблюдать удивительный мир небесных светил и явлений, познакомились с работой учёных-астрономов, организовываются астрономические школы в ФГБУН «Крымская астрофизическая обсерватория РАН». Педагогами, которые участвуют в организации поездок, разработана методика проведения таких мероприятий: подробное описание возможных наблюдений, организация и подготовка к наблюдениям, организация и режим астрошколы (методическое пособие «Организация летней астрономической школы»).

Используя современные фотоаппараты и даже мобильные телефоны учащимся доступны фотонаблюдения. Например, можно наблюдать изменение положения созвездий в течение ночи, оптическую либрацию Луны, изменение положения планет по отношению к близлежащим звёздам.

Результаты научно-исследовательской деятельности учащихся Юношеской астрономической обсерватории представлены в более 70 статьях, опубликованных в научных и научно-популярных отечественных и зарубежных изданиях.

Естественно, что для выполнения практических заданий и наблюдений очень важно изучить теоретические материалы, хорошо знать звёздное небо, уметь пользоваться звёздными картами, держать в голове много названий и параметров. Чтобы получение теоретических знаний не превращалось в рутинное зазубривание, применяются игровые технологии. Например, на основе игр лото, домино, «третий лишний», «найди пару» разработаны игры астрономического содержания для запоминания греческого алфавита, названия созвездий, названия звёзд, звёздных величин и т.д. Огромный банк ребусов, кроссвордов, сканвордов и других головоломок помогают систематизировать полученные знания. Так, незаметно и весело, игровая форма заданий способствует усвоению большого объёма знаний, необходимых для практических работ и при астрономических наблюдениях.

Прошло несколько десятилетий с момента постройки здания Юношеской астрономической обсерватории в Симферополе, сменилось не одно поколение преподавателей и учащихся. Несколько выпускников работают в нашей обсерватории, многие трудятся в разных обсерваториях мира, кто-то избрал своей профессией не астрономию. Но их всех объединяет звёздное небо, волшебные ночи наблюдений, интерес к удивительному и загадочному миру под названием Вселенная.

## МУЗЕЙ КОСМОНАВТИКИ ГИМНАЗИИ № 3 г. ЗЕЛЕНОДОЛЬСКА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Н. В. Шашина, Л. И. Колесникова, С. В. Сунцова

Гимназия № 3 ЗМР РТ, Зеленодольск, Татарстан, shasnatalya@yandex.ru,

Музей космонавтики гимназии № 3 города Зеленодольска Республики Татарстан был образован 12 апреля 1980 г. На протяжении 40 лет музей является центром воспитательной работы, фундаментальным стержнем дополнительного образования. Главной задачей музея является изучение истории космонавтики, судеб людей, связанных с освоением космоса, воспитание чувства патриотизма и гордости за свою страну, первой проложившей путь к изучению Вселенной. Работа музея формирует активную жизненную позицию обучающихся, воспитывает любовь к Родине, повышает образованность, расширяет кругозор, развивает познавательные способности детей. В работе музея участвовало 20 поколений учеников, что является прекрасным свидетельством роли музея в формировании личности школьников, их дальнейшего профессионального самоопределения.

Музей космонавтики гимназии № 3 имеет свою историю и богатый, интересный фонд. В его копилке 3423 экспоната основного фонда, 497 экземпляров книжного фонда, 10 экспозиций, редкие снимки с автографами космонавтов и известных людей, связанных с космонавтикой, 12 писем от космонавтов, 34 автографа космонавтов из них 2 иностранных и др. Фонды музея пополняются в результате поездок, экскурсий и поисковой работы всех учащихся школы. Возникает вопрос — почему в небольшом городке, на первый взгляд, не связанном с космонавтикой, возникла идея подобного музея? Ответ прост: в нашей гимназии дети активно увлекаются математикой, физикой, многие поступают в Казанский авиационный институт. Символично и то, что гимназия находится на улице Космонавтов.

Историю создают личности — инициативные, творческие, смотрящие далеко вперед. Именно такие люди стояли у истоков создания музея — это бывший директор школы Проценко В. А., учителя математики Колесникова Л. И. и Хохлова Л. М., сегодняшний директор Ильина М. А. приняла эстафету и продолжает традиции сохранения музея. По крупицам собирался материал, имеющий отношение к истории космонавтики. За один год было найдено столько документов, что школа вправе была открыть настоящий музей. Постепенно школьный музе, обогащаясь экспонатами, стал превращаться в культурно-просветительский центр, пропагандирующий достижения Родины в освоении космоса.

В музее несколько экспозиций, которые рассказывают об истории возникновения космонавтики. Один из стендов называется «На заре космонавтики», он повествует о группе изучения реактивного движения в Москве (ГИРД). В экспозиции помещена переписка с гирдовцами Андреевым В. А., Матысыком Е. М., Александровой В. В. и др., а также материалы, присланные ими. Следующая экспозиция — «Утро космической эры». Здесь собраны материалы о Королёве С. П. и людях, кто создавал первые искусственные спутники Земли. Особое место занимают экспозиции, посвящённые К. Э. Циолковскому и Ю. А. Гагарину. Интересные фотографии из жизни Циолковского, книги, написанные им и о нём, медали, значки, фото, буклеты — все эти материалы помогают раскрыть его талант, описать его жизнь. О жизни Ю. А. Гагарина могут рассказать такие экспонаты, как фотографии, переписка с его учителем и другом, фотографии встреч с его мамой Анной Тимофеевной Гагариной. Множество редких открыток, значков, марок, писем, плакатов, газет, журналов о Ю. А. Гагарине собрано в музее. Экспозиция «Интеркосмос» даёт возможность рассказать о совместных полётах наших космонавтов с космонавтами других стран — фотографии болгарского космонавта



Александрова, присланные из Болгарии, письма из ГДР с автографом З. Иена и много других. Большая экспозиция «Лётчики-космонавты СССР», их портреты и запись, рассказывающая о них. В витринах интересные экспонаты — пища космонавтов, зубная щётка, земля и кусочек бетона с космодрома Байконур после взлёта ракеты и др. Экспозиция «Женщины в космосе» рассказывает о наших женщинах-космонавтах. Целый раздел занимают подарки гостей музея, друзей из Калуги, Баку, Кишинёва, Рязани и др. Одной из интересных экспозиций музея является «Художники космосу». Здесь есть репродукции Леонова, Соколова и др. Художник из Саратова Савельев подарил музею 2 картины, выполненные шариковой ручкой, профессор МГУ Фоменко прислал 5 фотографий из своих работ, а московский художник К. Д. Хренков подарил копии медали «Союз-Аполлон» и др. В разделе «Филателия и космос» собраны марки, связанные с данной темой. Имеются в музее экспонаты тренировочного костюма космонавтов, модель первого искусственного спутника Земли, переписка с космонавтами и людьми, связавшими свою жизнь с космосом, очень много журналов, газет, имеющих отношение к истории космонавтики. Но самое главное, что необходимо отметить, все эти экспонаты, подготовленные в течение десятка лет, не просто выставочные экземпляры. Они работают на поколение сегодняшних детей. Музей проводит экскурсии, рассказывает об освоении космоса и людях, сыгравших немаловажную роль в покорении космоса. В музее сегодня три секции: поисковая, техническая, экскурсионная. Ребята, которые совместно с педагогом работают по этим направлениям, заинтересованы в результатах своей деятельности. С каким интересом и воодушевлением они знакомят посетителей музея с его экспонатами! Формы работы музея разнообразны. Наряду с экскурсиями проводятся в гимназии школьные чтения, посвящённые К. Э. Циолковскому, Ю. А. Гагарину, космические пресс-конференции и брейн-ринги, выставки рисунков и поделок на космическую тематику, викторины, праздники. Члены музея принимают участие во Всероссийских конкурсах, выступают с докладами на аэрокосмические темы на всех уровнях — от школьных до Всероссийских конференций.

Ярким достижением музея было выступление с докладами на Российском конкурсе «Космос» в г. Королёве, в котором ребята осветили работу С. П. Королёва в Казани в годы войны, докладчик Гребнев стал лауреатом этого конкурса. В нашем Зеленодольском районе есть Обсерватория им. В. П. Энгельгардта. В 2003 г. ей исполнилось 100 лет. В результате поисковой работы о её деятельности был написан интересный доклад. Этот же ученик, будучи членом музея, написал доклад «Узник таинственного острова» о Девятаеве. Ковальчук С. за эти доклады был поощрён путёвкой в лагерь «Орлёнок» и медалью «Юный Гагаринец». 11 раз члены музея становились лауреатами конкурса «Космос». В 1996 г. нашему музею была предоставлена возможность провести конференцию школьных музеев Космонавтики России. Много было гостей: космонавты Зудов В. и Мальшев Ю., правнучка Циолковского К. Э. Тимошенко Е., дублёр В. Терешковой — Кузнецова Т. Делегации были из Краснодара, Ижевска, Калуги, Омска и др. Музей имеет множество Грамот, Дипломов, Благодарственных писем, медалей за вклад в развитие образования в области космонавтики.

Таким образом, дело, которое было начато 40 лет назад, продолжает жить, работать, приносить новые знания в области космонавтики молодому поколению учеников, а задача педагогов, работающих в музее, формировать у обучающихся познавательный интерес к советской и российской космонавтике, развивать творческое воображение обучающихся, расширять их кругозор и любознательность, поощрять их интерес к научному творчеству, изобретательству, воспитывать высоконравственную личность.

# ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ДЕТЬМИ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В УЧРЕЖДЕНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

С. Н. Шепелева

МБОУ ДО ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги, Калуга, Россия, svelnikolas@mail.ru

Тема организации исследовательской деятельности в образовательных организациях нашей страны весьма актуальна и активно обсуждается в педагогических кругах. На форсайт-сессии «Исследовательская деятельность учащихся; взгляд в будущее» в рамках Всероссийского форума «Педагогическая инициатива», который состоялся с 14 по 16 апреля 2021 г., работники образования со всех уголков нашей необъятной Родины активно штурмовали ведущих — Ляшко Льва Юрьевича, Сенкевич Виктора Сергеевича своими идеями о перспективах исследовательской деятельности с детьми. Около десяти творческих групп пытались отразить в схематических рисунках основную концепцию и содержание исследовательской деятельности с детьми в свете будущих перспектив развития. Учитывая, что проблема осуществления образовательной практики работы с детьми школьного возраста исследовательской деятельностью содержит ряд аспектов: философский, психолого-педагогический, социальный, методический, организационный. Это симбиоз творческой активности, самостоятельности, социальной ответственности, способности анализировать ситуацию и выбирать оптимальные решения выстраивая коммуникации, раздвигая границы стереотипного мышления, умение видеть скрытые возможности, генерировать нестандартные идеи, инновационно мыслить.

Нельзя не учитывать современные тенденции активного движения общества к экономической свободе, культурной и информационной открытости, востребованности личного потенциала во всех сферах жизни. Успешность цивилизованного развития общества зависит от системы ценностей сформированных у подрастающего поколения, их готовности включиться в общественно-экономические отношения.

Рост активности в области исследовательской деятельности способствует ускорению и обновлению информации, это один из возможных путей её обновления и эффективным ресурсом преобразования информации становится самообразование. В современном образовательном пространстве актуальным является поиск инновационных форм работы с детьми исследовательской деятельностью и создание педагогических условий, учитывая региональный компонент. Именно поэтому в МБОУДО ДЮЦКО «Галактика» Калуги организован детский технопарк «Кванториум», как современный формат дополнительного образования, возрождающий престиж инженерных и научных профессий, создающий будущие высококвалифицированные кадры. Проекты учащихся технопарка «Кванториум» презентуются в рамках мероприятий, организованных предприятиями-партнёрами, выстроено тесное сотрудничество с городскими и региональными организациями. Результаты обучения школьники представляют на выставках Министерства цифрового развития Калужской области («Умный дом», «Умное зеркало», «Метеостанция», «Нейросети», «Полка добра»). Все проекты носят социально-значимый характер. С Министерством природных ресурсов и экологии Калужской области реализуются совместные проекты, направленные на сохранение экологии и популяризации экологической безопасности.

Основной платформой создания педагогических условий для осуществления исследовательской деятельности является синергетический, социокультурный, системный, аксиологический подходы в образовании.

Нестабильная ситуация позволяет ребёнку научиться быть устойчивым в динамической системе, открывая свой потенциал в области

исследовательской деятельности в сотрудничестве с другими. Но в процессе работы с детьми исследовательской деятельностью необходимо учитывать, что поведение и деятельность человека характеризуют ценностные ориентиры.

### **Литература**

- [1] *Обухов А. С.* Исследовательская позиция личности // Исследовательская работа школьников. 2006. № 1. С. 61–73.
- [2] *Ситаров В. А.* Дидактика: учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / под. ред. В. А. Слостенина. 2-е изд., стереотип. М.: Изд. центр «Академия», 2004. 368 с.
- [3] *Философский словарь* / под ред. И. Т. Фролова. 5-е изд. М.: Политиздат, 1986. 590 с.
- [4] *Философский словарь* / под ред. И. Т. Фролова. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Политиздат, 1991. 560 с.

# МАЛЫЕ КОСМИЧЕСКИ АППАРАТЫ ДЛЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАМКАХ КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «РАДИОСКАФ»

А. Н. Щитов<sup>1</sup>, Е. А. Титенко<sup>1</sup>, Е. А. Шиленков<sup>1</sup>, О. Г. Артемьев<sup>2</sup>,  
С. Н. Самбуров<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Юго-Западный государственный университет

Курск, Россия, a.n.schitov@mail.ru, johntit@mail.ru, ub3wcl@yandex.ru

<sup>2</sup> НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина

Звёздный Городок, Московская обл., Россия

<sup>3</sup> РКК «Энергия», Королёв, Московская обл., Россия, rv3dr@mail.ru

Создание наноспутников формата CubeSat представляет перспективное развитие космонавтики, которая имеет выгодные экономические показатели запусков и вывода на орбиту малых космических аппаратов (МКА) по сравнению с макроспутниками и космическим станциями [1–4]. Среди перспективных направлений применения наноспутников выделяются задачи дистанционного зондирования Земли, организации глобальной системы связи непрерывного мониторинга целевых объектов и территорий. Современные МКА по массогабаритным показателям (вес до 10 кг) имеют ограниченные возможности оценки и определения собственного местоположения, что не позволяет решать задачи космического зондирования объектов Земли в любых точках околоземной орбиты. Применяемые МКА в большинстве случаев не имеют активной системы стабилизации и системы передачи координат, поэтому они не в состоянии определять своё местоположения по картам звёздного неба или по снимкам земной поверхности. Вместе с тем МКА потенциально в состоянии принимать координаты от подвижных объектов (воздушных судов или космических станций), передаваемые с помощью датчиков системы автоматического зависящего наблюдения-вещания АЗН-В.

Среди основных научно-исследовательских направлений Юго-Западного государственного университета в части разработки МКА и проведения экспериментов выделяются:

- изучение прикладных вопросов передачи и приёма видео- и речевой информации (передача позывных, приветствий на различных языках);
- проведение измерений физических характеристик космоса или характеристик особых участков Земной поверхности (электрическая проницаемость, магнитная напряжённость);
- разработка модулей и узлов обнаружения и анализа сигналов радиотехнических средств и определения их местоположения.

В 2021 г. планируется к запуску МКА ЮЗГУ-55, имеющий расширенные функциональные возможности:

- адаптивная модель энергообеспечения МКА, позволяющая изменять режим работы аппарата в зависимости от объёма накопленной энергии;
- система активной ориентации;
- добавление блоков приёма-передачи сигналов в формате АЗН-В.

Данные функциональные возможности послужили основой планирования или проведения космических экспериментов (КЭ) по синхронной передаче данных в наземный центр и организации ретрансляционной передачи данных между МКА, распределённых в космическом пространстве.

В программе полёта экипажей МКС есть три космических эксперимента (КЭ), связанных с радиолюбительской деятельностью, в том числе с привлечением обучающихся (школьники, студенты).

Третий КЭ «РадиоСкаф» заключается в разработке и запуске малых космических аппаратов, несущих в своём составе модули полезной

нагрузки по приёму-передаче данных. В современных условиях обеспечения безопасности полётов воздушных судов (ВС) особенный интерес представляют модули полезной нагрузки, обеспечивающие приём и дешифрирование сигналов АЗН-В с воздушных судов на борту МКА с целью обеспечения безопасности воздушных полётов.

Постоянно передаваемые координаты, скорость и курс ВС являются важнейшими лётными характеристиками ВС, используемыми в информационно-технических системах обеспечения безопасности полётов. Кроме того, сигналы АЗН-В могут приниматься и обрабатываться не только в наземном пункте управления, но и на борту другого ВС или космического аппарата. Тем не менее, в настоящее время оригинальных отечественных схем и алгоритмических решений, полноценно использующих систему АЗН-В с учётом ограниченных вычислений на борту малых космических аппаратов нет, что делает третий КЭ «РадиоСкаф» весьма значимым на практике.

Главный замысел и актуальность исследования связаны с разработкой структурной схемы модуля определения местоположения малых космических аппаратов на основе сигналов АЗН-В. Совмещение процессов приёма, декодирования сообщений и накопления данных от АЗН-В передатчиков, а при необходимости — передачи данных о ВС в наземные пункты управления позволяет существенно повысить использования МКА.

Таким образом, разработка МКА и экспериментальная проверка возможностей приёма-передачи сообщений АЗН-В является дальнейшим шагом развития космического эксперимента «РадиоСкаф».

## Литература

- [1] Атакищев О. И., Шиленков Е. А., Фролов С. Н., Титенко Е. А., Щитов А. Н., Зарубин Д. М. Автономная интеллектуальная группировка малых космических аппаратов — космический эксперимент «РадиоСкаф-5» // Изв. Ин-та инженерной физики. 2020. № 1(55). С. 42–48.
- [2] Расстояние от точки до точки: формулы, примеры, решения. URL: <https://zaochnik.com>.
- [3] Артемьев О. Г., Самбуров С. Н., Шиленков Е. А., Фролов С. Н., Щитов А. Н. Результаты автономного космического полёта интеллектуальной группировки МКА в рамках космического эксперимента «РадиоСкаф» // Радио. 2020. № 4(163). С. 25–34.
- [4] Frolov S., Chadrina O., Titenko E., Shitov A., Andrey Kh., Dmitry T., Andrey G. Development of a method to determine the location of a nanosatellite using ADS-B // Revista Tecnica de la Facultad de Ingenieria Universidad del Zulia. 2020. V. 43. No. S1. P. 48–55.

# ДИСТАНЦИОННЫЙ КУРС «ОСНОВЫ АСТРОНОМИИ» ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 10–11-Х КЛАССОВ

Н. С. Шлык

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН (ИЗМИРАН), Москва, Троицк, Россия, nshlyk@izmiran.ru  
Школа № 2006, Москва, Россия

## 1. Дистанционные курсы и образовательные онлайн-платформы

Дистанционное обучение (ДО) — образовательный процесс с применением совокупности телекоммуникационных технологий, имеющих целью предоставление возможности обучаемым освоить основной объём требуемой им информации без непосредственного контакта обучаемых и преподавателей в ходе процесса обучения [2]. Несмотря на то, что дистанционное образование подразумевает под собой взаимодействие учителя и учащихся на расстоянии, грамотно выстроенный дистанционный курс содержит основные присущие традиционному учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения), только реализуется специфичными средствами, например, интернет-технологий.

В XXI веке доступность компьютеров и интернета делает дистанционное обучение ещё более простым, а его распространение более быстрым. Появилась возможность общаться и получать обратную связь от любого ученика, где бы он ни находился. В России началом официального развития дистанционного обучения можно считать 1997 г., когда вышел первый приказ, позволяющий проводить эксперимент дистанционного обучения в сфере образования, который впоследствии был продлён и расширен. Сейчас дистанционное обучение занимает всё большую роль в модернизации образования.

В 2020 г. пандемия коронавирусной инфекции — COVID-19 привела к временному закрытию большого количества школ по всему миру. Многие школы перешли на дистанционное онлайн-обучение с помощью таких платформ, как Zoom, Google Classroom, Microsoft Teams и др. В период пандемии COVID-19 Министерство образования и науки Российской Федерации разработало, опубликовало и направило в регионы методические рекомендации по организации дистанционного обучения.

Однако, многие школы и университеты начали внедрять в образовательную практику дистанционные курсы ещё задолго до начала пандемии, для того чтобы учащиеся и студенты смогли правильно распланировать учебный процесс и максимально воспользоваться всеми предлагаемыми образовательной организацией курсами. Одной из популярных, бесплатных и удобных в использовании платформ, является Moodle (сокр. от *англ.* Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) — система управления обучением или виртуальная обучающая среда. Она представляет собой свободное (распространяющееся по лицензии GNU GPL) веб-приложение, предоставляющее возможность создавать сайты для онлайн-обучения. Первая её версия была написана ещё в 2002 г. Платформа предоставляет пространство для совместной работы учителей и студентов. В Moodle доступны различные возможности для отслеживания успеваемости учащихся (задания с развёрнутым ответом, тесты и пр.), а также есть поддержка массовой регистрации с безопасной аутентификацией [1].

## 2. Астрономия в школе

Астрономия как никакая другая область знаний, объединяет и активно использует современные достижения естественных наук и способствует формированию естественнонаучного мировоззрения. В тоже время,



астрономия — прикладная наука, которую может понять каждый, и на её примере легко знакомить детей с основными методами научных исследований.

Первые знания по астрономии в школе учащиеся получают ещё на уроках «Окружающий мир». Начиная с 5-го класса, появляются новые перспективы для изучения астрономии, сначала в связи с изучением географии и истории Древнего мира, а затем и физики. В старших классах учащиеся переходят к более строгому и научному восприятию мироздания. Полученные выпускниками школы астрономические знания должны завершать их естественнонаучное и философское образование, расширять кругозор выпускника до понимания космической сущности экологических проблем, осознания заинтересованности человечества в дальнейшей развитии наблюдательной астрономии и космонавтики.

К сожалению, в течение достаточно долгого периода астрономия была исключена из перечня обязательных школьных дисциплин, однако, в 2017/2018 учебном году астрономия официально вошла в список обязательных школьных предметов. При этом возникло немало проблем, связанных с тем, как правильно включить дополнительный час в неделю в учебное расписание, какими учебниками пользоваться и пр. Школа № 2006 Москва оказалась одной из немногих, готовой к подобным изменениям в учебном плане. Автором (учителем физики) был составлен дистанционный курс астрономии для старших школьников на платформе Moodle, на основе учебника В. М. Чаругина «Астрономия, 10–11 класс» (М.: Просвещение, 2018) [4]. Выбор пал именно на этот учебник, поскольку он представляет собой адаптированную для учащихся гуманитарной или социально-экономической направленности версию, наполнен красочными изображениями, интересными фактами, но при этом содержит не только основные понятия и определения, но и базовые математические модели и описания астрономических явлений. Также в нем уделено внимание практическому применению астрономии в реальной жизни и усилена межпредметная интеграция.

Изучение астрономии на базовом уровне среднего (полного) общего образования направлено на достижение следующих целей [3]:

- объяснение причин астрономических явлений, которые наблюдаются в повседневной жизни (смена дня и ночи, смена времён года, метеоры, солнечные и лунные затмения, движение Луны, Солнца и звёзд по небу и пр.);
- иллюстрация того, как «работают» известные законы физики вне Земли, знакомство с физической картиной мира, с пространственно-временными масштабами наблюдаемой Вселенной;
- знакомство с быстро развивающейся «космической» сферой деятельности человечества (наука, экономика, оборона);
- развитие общей культуры и кругозора учащихся, формирование представления о месте Земли и Человека во Вселенной;
- удовлетворение естественной юношеской любознательности, воспитание интереса и уважения к науке.

### **3. Дистанционный курс «Основы астрономии» для учащихся 10–11-х классов на платформе Moodle**

Описываемый курс доступен для пользователей на веб-ресурсе <https://school2006moodle.ru/course/view.php?id=30>. В случае гостевого просмотра (кнопка «Зайти гостем») отображается только теоретический материал курса, при наличии зарегистрированной учётной записи (регистрация осуществляется через любой подтверждённый электронный почтовый адрес) становятся доступны разнообразные интерактивные проверочные задания, автоматические оценки и комментарии учителя. На данный момент курс полностью прошли порядка 100 учащихся.

Основное содержание курса разделено на восемь тематических блоков в соответствии с используемым учебным пособием [2], в каждом из них присутствуют как лекции, так и разные типы контрольных заданий:

1. Введение в астрономию
  - Предмет астрономии.
 Задание 1. Эссе.
2. Астрометрия
  - Звёздное небо. Небесные координаты.
 Тест 1. Небесные координаты
  - Видимое движение планет, Солнца и Луны. Календарь.
 Тест 2. Видимое движение планет и светил
  - Задание 2. Презентация
 Дополнительное задание. Наблюдение за фазами Луны
3. Небесная механика
  - Космические скорости и полёты.
 Задание 3. Доклад
  - Система мира. Законы Кеплера
 Тест 3. Небесная механика
4. Солнечная система
  - Строение Солнечной системы
  - Система Земля-Луна
 Тест 4. Солнечная система
  - Задание 4. Сообщение
5. Астрофизика и звёздная астрономия
  - Методы астрофизических исследований
  - Солнце — ближайшая к нам звезда
 Тест 5. Астрофизика. Солнце.
  - Основные характеристики звёзд. Их виды и классификация
 Задание 5. Доклад
  - Тест 6. Звёздная астрономия
6. Галактики
  - Млечный Путь — наша галактика
 Задание 6. Доклад
  - Тест 7. Галактики
7. Строение и эволюция Вселенной
  - Строение и эволюция Вселенной
 Тест 8. Строение и эволюция Вселенной
8. Современные проблемы астрономии
  - Современные проблемы астрономии
 Задание 7. Сообщение

Учащиеся могут работать с материалами курса в любое удобное им время, однако учитель при необходимости может устанавливать определенные ограничения по срокам выполнения контрольных заданий или времени, отведённому на прохождение конкретного теста/лекции, а также количеству попыток. Вся эта информация отображается у учащегося на экране при нажатии на иконку соответствующего задания.

Платформа допускает отображение результатов проверочных работ сразу в виде привычных учащимся оценок по пятибалльной шкале, а также подсчитывает итоговое набранное количество баллов за курс, которое позволяет оценить успешность прохождения курса в целом.

При выполнении заданий типа «доклад» или «презентация», учащийся загружает созданный им файл в специальное окно на соответствующей странице курса, и учитель сразу же получает уведомление о необходимости проверки и оценки задания, выставленные оценки и комментарии учителя затем отображаются у учащегося в личном кабинете. Также существует возможность обратной связи с учителем в виде личных сообщений.

Для учителя доступны различные инструменты редактирования элементов курса, изменение вида или формата заданий, а также статистика прохождения курса учащимися.

## **Заключение**

Внедрение дистанционных курсов в образовательную практику школ позволяет более эффективно настроить процесс обучения, давая возможность обучающемуся самому себе подобрать удобное время и темп обучения, повысить заинтересованность учащихся и качество обучения за счёт применения современных технологий. Разработанный дистанционный курс «Основы астрономии» является не только проверенным и успешно используемым образовательным ресурсом для изучения астрономии в старших классах, но и может быть предложен школьникам среднего звена в качестве элективного курса для расширения кругозора и воспитания критического мышления в отношении современных достижений науки и освоения космического пространства.

## **Литература**

- [1] *Анисимов А. М.* Работа в системе дистанционного обучения Moodle: учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. Харьков: ХНАГХ, 2009. 292 с.
- [2] *Полат Е. С., Бухаркина М. Ю., Моисеева М. В.* Теория и практика дистанционного обучения: учеб. пособие для студентов высш. пед. учебн. заведений / под ред. Полат Е. С. М.: Изд. центр «Академия», 2004. 416 с.
- [3] *Чаругин В. М.* Астрономия: Методическое пособие 10–11 классы. Базовый уровень: учеб. пособие для учителей общеобразоват. организаций. М.: Просвещение, 2017. 32 с.
- [4] *Чаругин В. М.* Астрономия 10–11 классы: учебн. Базовый уровень. ФГОС. М.: Просвещение, 2018. 144 с.

# ПРОЕКТ ДЕТСКОГО КОСМОБИОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «РЯСКА»: ОТ ЗАМЫСЛА ДО РЕАЛИЗАЦИИ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Т. Д. Эгнаташвили, А. В. Колосков

ГБПОУ города Москвы «Воробьёвы горы», Москва, Россия, avkoloskov@ya.ru

Летом 2019 г. космонавты Олег Дмитриевич Кононенко и Алексей Николаевич Овчинин осуществили на МКС детский космобиологический эксперимент «Ряска», прошедший долгий путь от замысла до реализации. В нём использовался один из возможных кандидатов растительного звена перспективных систем жизнеобеспечения человека — Ряска малая (*Lemna minor*). Этот эксперимент планировался как первый из серии, в ходе которой сравнивался бы рост и развитие этих растений в условиях наземной гравитации и в невесомости — с целью выяснить, насколько ряска будет эффективна в будущих биологических системах жизнеобеспечения.

Первоначально (в 2005 г.) эксперимент был назван «Изучение влияния микрогравитации на развитие ряски малой». Автор первого варианта проекта, учащийся Владимир Быстров, тогда выделил несколько аспектов эксперимента:

*Преимущества этого объекта для исследований:* малый размер, несложное строение, неприхотливость, быстрый рост и размножение.

*Теоретическое значение исследования:* выявление особенностей роста и развития в условиях микрогравитации; выяснение вопроса о возможном влиянии невесомости на закладку и дифференциацию тканей; выяснение модификационной изменчивости и приспособительных особенностей к фактору микрогравитации.

*Практическое значение:* перспектива использования ряски космонавтами в пищевых целях и для регенерации кислорода.

*Необходимое оборудование* для серии опытов: сосуд с жидкой питательной средой (типа колбы), лампа для поддержания необходимого уровня освещённости, гистотом для получения срезов, световой микроскоп с подсоединяемым фотоаппаратом.

*Особенности работы:* предлагалось проведение двух параллельных серий опытов — на Земле и на космической орбите (с одинаковыми условиями культивирования и с генетически одинаковым исходным материалом). Обработка результатов «космической» серии представлялась возможной как на борту (при условии специальной подготовки космонавтов), так и на Земле (при условии фиксации материала на орбите и доставки его на Землю).

*Рекомендуемая питательная среда* — раствор Прянишникова (универсальная питательная среда с необходимыми удобрениями для роста широкого спектра растений).

*Срок экспериментальной работы* — не менее 15 дней.

*Методика:* сравнение внешнего строения и особенностей развития экземпляров «космической» и «земной» рясок (визуально, средняя биомасса, особенности развития и жизнедеятельности); сравнение гистологических срезов различных участков листецов; попытки приготовления и дегустации блюд из ряски на орбите и на Земле.

После представления этого проекта на I Московской открытой научно-практической конференции «Эксперимент в космосе», где он был отмечен дипломом III степени, специалисты высказали ряд возражений: микроскопическое и иное изучение ряски вне герметичных сосудов сопровождается вероятностью протекания ёмкостей (что небезопасно для оборудования станции и может иметь негативные последствия для космонавтов) и слишком сложно. А фиксация и возвращение образцов ряски на Землю трудновыполнимо. Поэтому в итоговом варианте эксперимент был ограничен наблюдениями за особенностями простран-

ственного расположения листцов ряски и её развития в условиях космического полёта.

*Предположение:* поскольку условия орбитальной станции отличаются от земных (невесомость), листецы ряски могут погрузиться в толщу воды, а не оставаться на границе сред. Другая возможность — ряска «окружит» пузырь воздуха, её корешки будут направлены наружу — в толщу воды. Второе предположение оправдалось.

*Анализ итогов эксперимента:* на экспериментальную ряску действуют различные физические силы, обуславливающие её специфическое расположение в сосуде. Консультация с физиками позволила составить их вероятный перечень: архимедова сила с градиентами давления, сила поверхностного натяжения воды, гидрофильность-гидрофобность поверхностей листца. Один из физиков предположил влияние микроскопических потоков воды. Анализ физического взаимодействия ряски со средой продолжается. С биологической точки зрения рост и развитие ряски принципиально не отличались от таковых на Земле.

Таков «сухой остаток» проекта. Но с методической точки зрения для кураторов детских космобиологических работ гораздо больший интерес могут представлять перипетии истории этого эксперимента, позволяющие сделать педагогические и организационные выводы относительно современного «жизненного цикла» реализуемых на МКС исследовательских работ школьников. Поэтому проследим хронологию событий.

**9 июня 2004 г.** — состоялась встреча сотрудников Института медико-биологических проблем РАН с администрацией, педагогами и учащимися Центра экологического образования и Отдела астрономии и космонавтики Московского городского Дворца детского (юношеского) творчества. На ней обсуждались перспективы сотрудничества этих учреждений в области экспериментальной космической биологии. В частности, научный сотрудник ИМБП М. А. Левинских обратила внимание участников встречи на ряску как на возможный объект детского космобиологического проекта. Учащийся Владимир Быстров высказал предварительный вариант идеи эксперимента «Ряска», которая была одобрена и занесена в протокол встречи.

**7 октября 2005 г.** — на секции «Наука о жизни» I Московской открытой научно-практической конференции учащихся «Эксперимент в Космосе», посвящённой 48-й годовщине запуска первого в мире искусственного спутника Земли, учащиеся Центра экологического образования и биолого-химических классов лицея № 1525 «Воробьёвы горы» Антонов Евгений и Быстров Владимир успешно представили свой проект космобиологического эксперимента «Ряска». Среди членов жюри были специалисты Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С. П. Королёва, Отдела авиации и космонавтики Государственного политехнического музея и Института медико-биологических проблем РАН. На секции были представлены 20 проектов. «Ряска» была отмечена Дипломом III степени и рекомендована к реализации на борту Международной космической станции.

Примерно в то же время группа учащихся лицея № 1537 под руководством учителя физики Н. С. Дегтярёвой разработала экспериментальный сосуд для физического эксперимента «Фаза» для реализации на МКС.

**28 декабря 2005 г.** — проект «Ряска» был переработан для реализации в аналоге экспериментального сосуда «Фаза». В таком виде он прошёл долгий период предварительных рассмотрений и согласований более чем в 10 разных инстанциях.

**16 ноября 2011 г.** — специалистами разработано удовлетворяющее всем требованиям Техническое задание № 070-5/135-2011 по космическому эксперименту «Ряска». После этого пошёл второй продолжительный период утверждений и корректировок более чем в 10 разных инстанциях.

**16 февраля 2015 г.** — проект «Ряска» официально включён в «Долгосрочную программу научно-прикладных исследований и экспериментов,

планируемых на российском сегменте МКС». Несколько воспитанников Центра экологического образования и естественнонаучных классов ГБПОУ «Воробьёвы горы» начали проводить предполётные эксперименты с ряской у себя дома (пока подходил срок реализации).

**3 февраля 2018 г.** — воспитанники Центра экологического образования и естественнонаучных классов ГБПОУ «Воробьёвы горы» представили результаты своих предварительных предполётных исследований по космобиологическому проекту «Ряска» на Московской открытой научно-практической конференции учащихся «Эксперимент в космосе», проходившей в Центре управления полётами Российского университета дружбы народов. Учащийся 8Э класса Максим Ванцов был награждён дипломом II степени, а учащаяся 7Э класса Елизавета Чикина — дипломом III степени.

**16 апреля 2018 г.** — учащиеся 7-х и 8-х естественнонаучных классов ГБПОУ «Воробьёвы горы» выступили с докладами на Конференции по космической биологии, проходившей в рамках Предметной недели естественных наук в Отделении общего образования ГБПОУ «Воробьёвы горы». Они представили предварительные результаты своих предполётных исследований по космобиологическому проекту «Ряска».

**15 февраля 2019 г.** — воспитанники Центра экологического образования и естественнонаучных классов ГБПОУ «Воробьёвы горы» представили итоговые результаты своих предполётных исследований по космобиологическому проекту «Ряска» на Московской открытой научно-практической конференции учащихся «Эксперимент в космосе», проходившей в Центре управления полётами Российского университета дружбы народов. Выступления оценивались конкурсным жюри, в состав которого входили космонавты Александр Иванович Лазуткин и Сергей Николаевич Ревин, а также специалисты из Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С. П. Королёва и Института медико-биологических проблем РАН. Учащийся 8Э класса Николай Полукеев был награждён дипломом III степени.

**2 апреля 2019 г.** — группа воспитанников Центра экологического образования и учащихся 8-х и 9-х естественнонаучных классов ГБПОУ «Воробьёвы горы» получили в Институте медико-биологических проблем РАН образцы ряски и питательный раствор (вода, содержащая немного удобрений) из партии материалов, отправленных на Байконур для отправки на МКС.

**4 апреля 2019 г.** в 14:01 — старт ракеты-носителя «Союз 2.1а» с транспортным грузовым кораблём «Прогресс МС-11», доставляющего грузы для экипажа Международной космической станции. Среди них — установка, «заряженная» питательным раствором с ряской для эксперимента. В 17:22 корабль «Прогресс» пристыковался к МКС.

**5 апреля 2019 г.** в 13:20 — космонавты Олег Дмитриевич Кононенко и Алексей Николаевич Овчинин начинают эксперимент «Ряска». Синхронно с ними наземную часть эксперимента начинают учащиеся Центра экологического образования и группа учеников из 8 и 9 естественнонаучных классов ГБПОУ «Воробьёвы горы».

**18 апреля 2019 г.** — учащиеся Центра экологического образования и группа учеников из 8-х и 9-х естественнонаучных классов ГБПОУ «Воробьёвы горы» посетили Центр управления полётами (г. Королёв) и приняли участие в сеансе прямой связи с космонавтом Международной космической станции Алексеем Николаевичем Овчининим, проводящим орбитальную часть эксперимента «Ряска». Они обсудили ход эксперимента, обменялись впечатлениями.

В дальнейшем были и публикации в СМИ (ниже прилагается перечень), и выступления учащихся на очередной конференции «Эксперимент в космосе» и на XLV Городском ежегодном конкурсе исследовательских работ «Мы и биосфера» (в рамках Городской конкурсной программы «Новые вершины»). Педагоги выступали с докладами о проекте на педагогических советах, конференциях. К сожалению, организаторы Международного молодёжного научно-технического фестиваля



«От винта!» не допустили проект «Ряска» на экспозицию детского павильона Международного авиакосмического салона (МАКС) в Жуковском ни в 2019 (когда проект ещё реализовывался на орбите), ни в 2021 г. (когда все материалы уже были готовы), поэтому с ним не смог познакомиться ни Президент Российской Федерации Владимир Владимирович Путин, ни широкий круг специалистов в области космонавтики.

После краткого обзора хронологии проекта «Ряска» становится очевидной главная педагогическая проблема реализации экспериментов школьников на борту МКС: процесс доработки и согласования экспериментальных материалов занимает настолько много времени, что в его середине школьник-разработчик уже оканчивает школу, вуз, а к моменту реализации на орбите становится семейным человеком с другими интересами и стремлениями. То есть на данный момент одна из важнейших целей привлечения подрастающего поколения к исследованиям на МКС, а именно его профессиональное ориентирование на космическую отрасль, не может считаться вполне достигнутой. Необходимо изыскать возможности не только увеличить количество детских проектов на МКС, но и так оптимизировать механизм их «продвижения» туда, чтобы он занял не более 2–3 лет.

Учащиеся и сотрудники Центра экологического образования ГБПОУ «Воробьевы горы» настроены и дальше продолжать свою работу по подготовке космобиологических проектов. Они будут рады сотрудничеству со всеми заинтересованными научными центрами и учреждениями космической отрасли.

## Литература

- [1] Беркович Ю. А., Кривобок Н. М., Смолянина С. О., Ерохин А. Н. Космические оранжереи: настоящее и будущее. М., 2005.
- [2] Газенко О. Г., Шепелев Е. Я. Развитие идей К. Э. Циолковского о биологическом методе обеспечения обитаемости космических аппаратов // Тр. 6-х Чтений, посвященных разработке научного наследия и развития идей К. Э. Циолковского. 1972. С. 3–6.
- [3] Григорьев А. И., Газенко О. Г. Основные направления и результаты научных исследований Института медико-биологических проблем с 1963 по 1998 год // Авиакосм. и эколог. медицина. 1998. Т. 32. № 5. С. 4–17.
- [4] Гузенберг А. С. Регенерация и кондиционирование воздуха // Обитаемость космических летательных аппаратов. Космическая биология и медицина. Т. 2. 1994. С. 252–295.
- [5] Левинских М. А., Нефедова Е. Л., Подольский И. Г., Кузнецова Е. Е., Петров С. В., Сигалова О. Б. Научно-методическое обеспечение реализации научно-образовательного КЭ «Ряска» на РС МКС с использованием НА «Система локального освещения» // 41-е Академ. чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С. П. Королёва и других выдающихся учёных — пионеров освоения космического пространства: сб. тез. М.: МГТУ им. Н. Е. Баумана, 2017. С. 470–471.
- [6] Рыжков Е. Хроника полёта экипажа МКС // Русский космос. 2019. С. 10–15.
- [7] Синяк Ю. Е., Гайдадымов В. Б., Скуратов В. М., Зауер Р. Л., Муррей Р. У. Водообеспечение экипажей // Обитаемость космических летательных аппаратов. Космическая биология и медицина. Т. 2. 1994. С. 337–374.
- [8] Чижов С. В., Синяк Ю. Е. Водообеспечение экипажей космических кораблей // Проблемы космической биологии. М.: Наука, 1973. Т. 24. 268 с.

## Интернет-источники

1. ИА REGNUM. Космонавты посеяли на МКС ряску. URL: <https://regnum.ru/news/innovatio/2608839.html>.
2. ИА Оружие России. Алексей Овчинин: что значит быть настоящим героем. URL: <https://www.arms-expo.ru/news/kosmos/aleksey-ovchinin-chto-znachit-byt-nastoyashchim-geroem/>.
3. Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос». Блог экипажа МКС. Эксперимент «Ряска». URL: <https://www.roscosmos.ru/26299/>.

4. ЦНИИмаш. Ряска. URL: <http://www.tsiimash.ru/science/scientific-experiments-onboard-the-is-rs/cnts/experiments/ryaska/>.
5. ГБПОУ «Воробьёвы горы». Обучающиеся лица «Воробьёвы горы» и кружковцы Центра экологического образования стали кандидатами на участие в биологическом эксперименте на борту Международной космической станции. URL: <https://vg.mskobr.ru/edu-news/14959>.
6. ГБПОУ «Воробьёвы горы». Учащийся образовательного комплекса «Воробьёвы горы» стал лауреатом конкурса «Эксперимент в космосе». URL: <https://vg.mskobr.ru/edu-news/18880>.
7. ГБПОУ «Воробьёвы горы». Воспитанники образовательного комплекса сотрудничают с космонавтом в космобиологическом эксперименте на МКС. URL: <https://vg.mskobr.ru/edu-news/19828>.
8. ГБПОУ «Воробьёвы горы». Космонавт Алексей Овчинин прямо с орбиты пообщался с учащимися комплекса «Воробьёвы горы». URL: <https://vg.mskobr.ru/edu-news/20008>.
9. Официальный сайт Мэра Москвы. На околоземной орбите: столичные школьники провели биологический эксперимент. URL: <https://www.mos.ru/news/item/58067073/>.
10. Научная электронная библиотека. *Левинских М. А., Нефедова Е. Л., Подольский И. Г., Кузнецова Е. Е., Петров С. В., Сигалова О. Б.* Научно-методическое обеспечение реализации научно-образовательного космического эксперимента «Ряска» на РС МКС с использованием научной аппаратуры «Системы локального освещения». URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34950963>.
11. YouTube-канал РКК «Энергия». Планета Королёва — Ряска URL: [https://youtu.be/OKIFN1u\\_Wdk](https://youtu.be/OKIFN1u_Wdk).
12. Интернет-портал «Планета Королёва». Космический эксперимент «Ряска». URL: <https://gagarin.energia.ru/explain/302-kosmicheskij-eksperiment-ryaska.html>.
13. Сайт государственного информационного агентства ТАСС. Космонавты Конonenko и Овчинин установили аппаратуру для эксперимента «Ряска». URL: <https://tass.ru/kosmos/6340673>.
14. Сайт государственного информационного агентства ТАСС. Московские школьники приняли участие в биологическом эксперименте в космосе. URL: <https://tass.ru/moskva/6643115>.
15. Сообщение на странице ВКонтакте Государственного научного центра РФ Института медико-биологических проблем РАН. URL: [https://vk.com/wall-84925927\\_977](https://vk.com/wall-84925927_977).
16. Управа Гагаринского района города Москвы. Ученик образовательного комплекса «Воробьёвы горы» удостоился звания лауреата конкурса. URL: <https://gagarin.mos.ru/presscenter/news/detail/7904678.html>.
17. Управа Академического района города Москвы. Воспитанники Московского дворца пионеров стали участниками настоящего космического эксперимента. URL: <https://akademicheskyy.mos.ru/presscenter/news/detail/8029794.html>.
18. Префектура ЮЗАО города Москвы. Интересное космобиологическое исследование проводят учащиеся образовательного комплекса «Воробьёвы горы». URL: <https://uzao.mos.ru/presscenter/news/detail/8030490.html>.
19. Агрегатор новостей Рамблер. Ученик образовательного комплекса «Воробьёвы горы» стал лауреатом конкурса «Эксперимент в космосе» Об этом сообщает «Рамблер». URL: <https://news.rambler.ru/tech/41762811-uchenik-obrazovatel'nogo-kompleksa-vorobevy-gory-stal-laureatom-konkursak-speriment-v-kosmose/>.

## **КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ ЗА ПОЛЯРНЫМ КРУГОМ**

**Н. Г. Югай**

Сеяхинская школа-интернат, пос. Сеяха, Ямало-Ненецкий автономный округ, Россия, natali-ugai@mail.ru

Главной отличительной чертой современного мира являются высокие темпы обновления научных знаний, технологий и технических систем. Поэтому одной из ключевых составляющих новых федеральных государственных образовательных стандартов являются требования включения в образовательный процесс проектной и исследовательской деятельности, как инновационной образовательной технологии, которая служит средством комплексного решения задач воспитания, образования, развития личности в современном социуме. В МБОУ «Сеяхинская школа-интернат» в блоке дополнительного образования имеется большой опыт работы по организации исследовательской работы учащихся. Ярким примером может служить работа Клуба любителей космических исследований «Гелиос».

Работа Клуба Гелиос была организована в 2009 г., когда в Сеяху приезжал сотрудник ИЗМИРАН, д-р физ.-мат. наук А. Н. Зайцев. Между школой и ИЗМИРАН был заключён договор о сотрудничестве, в частности использование открытой региональной справочно-информационной системы о состоянии магнитного поля, ионосферы и полярных сияний по территории ЯНАО, проект «Полярная геофизика Ямала».

В рамках реализации проекта «Полярная геофизика Ямала» был налажен сбор данных магнитометров по сети интернет. Эти данные были доступны для занятий со школьниками.

В рамках проекта «Полярная геофизика Ямала» под руководством А. Н. Зайцева учитель физики Н. Г. Югай составила программу дополнительного образования «Возмущения магнитного поля на Ямале как проявление космической погоды». Основной целью образовательной программы с использованием геофизических данных стало формирование устойчивого интереса к науке, целостного представления об устройстве Вселенной, обеспечение непосредственного знакомства школьников с космосом через активное, живое изучение результатов космических исследований на основе наземных наблюдений.

В 2010 г. в Салехарде проходил Окружной Образовательный форум на котором были представлены результаты работы клуба «Гелиос», в частности доклад. «Возмущения магнитного поля на Ямале как проявление космической погоды». Доклад был представлен как опыт индивидуальной образовательной программы по физике для одарённых детей с использованием дистанционных образовательных технологий. На основании решения экспертных групп по оценке конкурсных работ проект был признан победителем и получил поддержку в виде гранта в размере 200 000 руб.

В 2011 г. Н. Г. Югай прошла стажировку в ИЗМИРАН в секторе полярных геофизических исследований ИЗМИРАН, по вопросам солнечно-земной физики, с ориентацией на проект «Геомагнитные возмущения как индикатор космической погоды». В 2011 г. Сеяхинской школе-интернату был присвоен статус муниципальной экспериментальной площадки Департамента образования Администрации муниципального образования Ямальский район, которая функционировала до 2013 г. В настоящее время клуб «Гелиос», как площадка, действует в штатном режиме школы, имеет собственный логотип и эмблему.

В дальнейшем результаты занятий в клубе «Гелиос» были представлены на Арктическом образовательном форуме «Арктика — регион инновационного образования» в виде совместного доклада А. Н. Зайцева и Т. И. Желниной, учителя физики, гимназия № 1 Салехарда. В докладе

«Использование интернет-ресурсов по солнечно-земной физике как основа программы дополнительного образования в школах Ямала» нашёл отражение опыт развития проектной программы дополнительного образования «Космическая физика, космическая связь и информатика».

В рамках проекта «Полярная геофизика Ямала» актуальным является развитие научно-образовательной программы с использованием геофизических данных, получаемых на магнитометрах на Ямале. Важным стало также участие в 2017 г. в научно-практическом семинаре «Арктическая медицина, биология, экология», организованным ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Темой доклада было обсуждение результатов наблюдений за здоровьем жителей пос. Сесяха, «Участие коренных жителей Ямала в магнитометрических и магнитобиологических исследованиях в северной части п-ва Ямал».

В настоящее время клуб «Гелиос» принимает активное участие во Всероссийской школьной неделе высоких технологий и технопредпринимательства при поддержке четырёх компаний — Фонда инфраструктурных и образовательных программ (РОСНАНО) (оператор проекта АНПО «Школьная лига», программа «Школьная лига РОСНАНО» [www.schoolnano.ru](http://www.schoolnano.ru)), Государственной корпорации РОСКОСМОС и Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», и ПАО Сбербанк под эгидой Министерства просвещения РФ. В работе используются инновационные технологии и научные приборы. В частности, магнитометр ЦМВС установленный в пос. Харасовэй. Выборкой и анализом данных занимаются учащиеся 9–11-х классов. Используя компьютерное оборудование, школьники преобразуют цифровой формат, который выдаёт магнитометр, в формат графический. Графики вариаций магнитного поля Земли позволяют легко определить состояние космической среды. В итоге участники клуба «Гелиос» стремятся принять участие в доступных всероссийских исследовательских конференциях, на которых представляют свои работы. Такая деятельность позволяет учащимся оценить свои возможности, набраться опыта, познакомиться с интересными научными проблемами и выбрать дальнейший путь образования.

# **ИННОВАЦИОННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ МУЛЬТИМЕДИА ПОСОБИЕ С МЕТОДИЧЕСКИМИ РЕКОМЕНДАЦИЯМИ «СОЛНЦЕ И ЖИЗНЬ ЗЕМЛИ. ЗАЯВКА № 20-2-022239**

**С. А. Язев, А. В. Лобанов**

Ассоциация планетариев и лиц, содействующих их развитию  
Москва, Россия, info@planetariums.ru

## **Направление**

Космическое образование для школьников: кружки и уроки астрономии.

## **Актуальность**

Учебная программа «Солнце жизнь Земли» создана Ассоциацией планетариев и лиц, содействующих их развитию при поддержке Фонда президентских грантов в 2021 г.

Как известно, в 2017 г. приказом министра образования и науки РФ были внесены изменения в федеральный компонент государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования. В соответствии с этими изменениями, в российской школе был восстановлен отдельный учебный предмет «астрономия», утверждено его содержание.

В этой связи, у планетариев появилась высокая потребность в качественном, отечественном контенте, созданном на основе образовательного стандарта РФ. Исходя из этого, творческий коллектив из Москвы, Иркутска, Калуги, Санкт-Петербурга, Уфы и Ярославля создал учебную программу «Солнце и жизнь Земли» в полнокупольном и планарном вариантах. её содержание соответствует разделу учебного стандарта, посвящённому Солнцу.

Программа носит учебный характер и может быть использована для изучения курса «Астрономия» школьниками 10-х и 11-х классов. Ряд положений, изложенных в учебнике, визуализирован в программе, что позволяет воспринять, усвоить и запомнить предлагаемый материал. В то же время, программа может использоваться для системы дополнительного образования (астрономических кружков), а также для популяризации астрономических знаний как научно-популярный фильм.

Согласно планам творческого коллектива, должна быть подготовлена серия учебных полнокупольных и планарных программ, которыми предполагается «покрыть» все основные темы школьного курса астрономии (звезды, Солнце и его влияние на Землю, Солнечная система, малые тела Солнечной системы, большая Вселенная (крупномасштабная структура Вселенной и элементы космологии). Такой полнокупольный видеокурс, который можно пройти либо в планетариях, либо с помощью средств сети интернет, не является заменой урочной системе в школе, но дополняет и закрепляет знания, даваемые учителем, с использованием образного (прежде всего визуального) восприятия учащихся. Предполагается, что в городах, где есть планетарии, школьники получат возможность 4–5 раз в течение учебного года просмотреть соответствующие программы по ключевым темам учебного курса. Используя полнокупольные программы как учебный материал, учитель получает возможность давать соответствующие задания перед просмотром программы, чтобы мотивировать школьников внимательно смотреть фильм во время показа.

Показ программы позволяет давать параграфы учебника, посвящённые Солнцу, на самостоятельное изучение, имея в виду, что образное восприятие материала, особенно понятия «солнечные пятна», «протуберанцы», «солнечные вспышки», «солнечные факелы» невозможно адекватно усвоить без наглядного визуального восприятия.

## Содержание

В соответствии с новым вариантом стандарта, российский школьник должен знать следующие понятия, касающиеся темы «Солнце»: строение Солнца, солнечная атмосфера; проявления солнечной активности: пятна, вспышки, протуберанцы; цикличность солнечной активности; солнечно-земные связи. Кроме того, в качестве дополнительного материала, школьники должны быть осведомлены о роли магнитных полей на Солнце.

Все эти темы представлены в полнокупольной программе «Солнце и жизнь Земли», в её планарном варианте, размещённом в сети интернет. Здесь кратко показано, что представляет собой Солнце как небесное тело, и как Солнце воздействует на Землю и земные процессы.

В программе отмечено, что люди всегда воспринимали Солнце как источник света и тепла, во многих культурах к Солнцу относились как к божеству. Физическая сущность Солнца выяснилась сравнительно недавно, если сравнивать с возрастом человечества. Химический состав Солнца стал известен только в середине XIX века благодаря изобретению спектрального анализа, источник энергии Солнца (термоядерные реакции) удалось выяснить только в середине XX века. В программе приведены исторические гипотезы, которые предлагались ранее для объяснения факта свечения Солнца.

В программе показаны основные параметры Солнца — размеры, температура в ядре на поверхности, указан механизм происхождения Солнца. Проиллюстрированы процессы ядерного синтеза, происходящие в ядре Солнца под воздействием высоких давления и температуры, показано, как энергия в виде электромагнитного излучения просачивается сквозь толщу солнечного вещества к поверхности, чтобы покинуть Солнце и уйти в межпланетное пространство. Раскрыто понятие «солнечная активность», показано, что собой представляют солнечные пятна, факелы, протуберанцы и вспышки, при этом демонстрируются не нарисованные явления, а реальные фотографии различных проявлений солнечной активности. Показано строение солнечной атмосферы — фотосфера, хромосфера и корона.

Программа даёт понятие о феномене цикличности солнечной активности, об 11-летних циклах солнечной активности.

Программа наглядно демонстрирует, как выбросы коронального вещества в процессе солнечных вспышек могут воздействовать на магнитосферу и ионосферу Земли, приводя к возникновению магнитных бурь и полярных сияний. Наглядно воспроизведено, как выглядит полярное сияние во время сильной геомагнитной бури. Программа указывает на возможные опасности экстремальных проявлений солнечной активности для биосферы и техносферы Земли, кратко рассказывает о соответствующей концепции А.Л. Чижевского.

В программе приводятся наглядные доказательства тому, что подавляющая часть энергии, используемой человечеством, связана с Солнцем — включая ветровую энергию, энергию, вырабатываемую гидроэлектростанциями и теплоэлектростанциями, работающими на угле, нефти и газе, поскольку само существование газообразного воздуха, жидкой гидросферы, горючих органических ископаемых обязано трансформированной солнечной энергии. Продемонстрирована необходимость мониторинга солнечной активности, включая события типа вспышек и выбросов коронального вещества, исследований Солнца и его активности.

Все желающие могут ознакомиться с планарной версией программы, размещённой в сети интернет на ю-туб канале Ассоциации планетариев: <https://youtu.be/dPbmDAavQjQ>.



## ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ И ПРОПАГАНДА КОСМОНАВТИКИ В ИРКУТСКЕ: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

С. А. Язев<sup>1,2,3</sup>, М. А. Меркулов<sup>2,3</sup>, Д. В. Семенов<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Иркутский государственный университет  
Иркутск, Россия, syazev@gmail.com

<sup>2</sup> Большой Иркутский планетарий, Иркутск, Россия

<sup>3</sup> АНО популяризации астрономии «Звёздный десант», Иркутск, Россия

Сибирский город Иркутск традиционно называется городом «космическим». Здесь сильна традиция публичной астрономии, начиная от астрономических исследований декабристов и создания первой в Сибири публичной астрономической обсерватории в 1910 г. до развёртывания нейтринного телескопа в озере Байкал и создания Национального гелиогеофизического центра РАН на базе Института солнечно-земной физики СО РАН стоимостью 25 млрд руб., сооружение которого идёт в настоящее время. Иркутская область является родиной четырёх космонавтов, совершивших семь космических полётов (Б. В. Волинов, А. Ф. Полещук, Д. Ю. Кондратьев, А. А. Иванишин), в состав отряда космонавтов включён космонавт-испытатель, уроженец Иркутска С. Н. Микаев. На базе астрономической обсерватории ИГУ (в 2021 г. ей исполнилось 90 лет), крупнейшего в стране школьного стационарного планетария и автономной некоммерческой организации «Звёздный десант» ведётся комплексная работа по популяризации и пропаганде астрономии и космонавтики. Ведутся регулярные публичные лекции на нескольких иркутских площадках, в планетарии демонстрируется уникальная программа «Рок от космодрома» — лекция о космонавтике, сопровождаемая живой рок-музыкой, создаются учебные программы по истории и практике космонавтики. Были организованы массовые мероприятия во время старта и посадки иркутянина А. А. Иванишина, а также к 50-летнему и 60-летнему юбилеям полёта Ю. А. Гагарина. Начиная с 2007 г. в Иркутске проводятся акции «тротуарной астрономии» с применением многочисленных телескопов на улицах города. На астрономических обсерваториях Иркутской области и Бурятии проводятся публичные экскурсии, популярность которых растёт. В сеансах Большого Иркутского планетария для школьников города рассказывается о космонавтике и её отечественных достижениях. Авторское учебно-методическое пособие по астрономии, изданное в Иркутске, содержит большой раздел, посвящённый мировой космонавтике, запланирована книга об иркутских космонавтах. Описанная деятельность продолжается и развивается, существуют новые планы популяризации астрономии и космонавтики в Иркутске.

## ЗВЁЗДНЫЙ ФРЕГАТ

Е. Е. Яновская, Р. В. Загоруйко

Витебский государственный университет имени П. М. Машерова»  
Витебск, Республика Беларусь, L7L11@mail.ru

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, способны учесть интересы практически всех ребят.

Что такое STEMAC? S — Science (наука), T — Technology (технология), R — Reading (чтение), E — Engineering (инженерия), A — Arts (искусство), M — Math (математика), C — Culture (культура). Эта образовательная технология сегодня успешно применяется в школах и в системе дополнительного образования Витебского района.

При организации занятий со школьниками большое значение имеет наличие необходимой материально-технической базы, а она в учреждениях образования области, конечно, разная. В ГУО «Новкинская средняя школа 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 ГУО «Новкинская средняя школа Витебского района» впервые прошёл фестиваль «Звёздный фрегат». Это был пилотный проект, который объединил учителей и школьников. Администрация школы поддержала проведение фестиваля и организовала работу по классам. В программе были онлайн-викторины, выставки, конкурсы, Гагаринский урок, в котором участвовали ребята из начальной школы совместно с кадетами Минского Суворовского училища по приглашению Русского Дома (Минск) и другие мероприятия на тему космоса. Планируется, что в 2022 г. в этом проекте примут участие и другие школы Витебского района. В рамках подобных 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», участия студентов ВУЗа в мероприятиях для школьников, проводимых как в школах Витебска, Витебского района, так и на территории вуза. Школьники и преподаватели могут побывать на экскурсии в астрономическом центре университета, где установлено современное оборудование.

УО «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова» 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», принимали активное участие в создании астрокосмического комплекса Новкинской средней школы. Руководство университета поддерживает инициативу школ по организации интересных совместных астрономических мероприятий, напри-

мер, фестивалей науки и творчества для детей и молодёжи. Школьникам и их родителям пришлось по душе идея проведения дней занимательной науки. В августе на районной педагогической конференции был представлен проект «Театр занимательной науки». В нем задействованы ребята из ГУО «Новкинская средняя школа Витебского района» и ГУО «Кировская средняя школа Витебского района».

Активизировало работу со школьниками ГУДО «Областной дворец детей и молодёжи г. Витебска». 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 (Москва, Санкт-Петербурга, Самары, Казани, Новосибирска, Минска и Витебска). Учредителем фестиваля стало ГУДО «Витебский областной дворец детей и молодёжи». Конкурс проходит при поддержке ФГБУНИ «Центр подготовки космонавтов имени Юрия Алексеевича 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 г. 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. Актуально внедрение дистанционного обучения астрономии и космонавтике.

Геймификация в образовании — сегодня это популярное и перспективное направление. 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 г. 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. Очень важен обмен опытом между учителями астрономии, педагогами дополнительного образования.

Международное сотрудничество открывает новые горизонты. Задачи у нас общие — повышение эффективности астрономического образования. Обмен опытом поможет преодолеть трудности, с которыми сталкиваются преподаватели и ученики при изучении предмета «Астрономия».

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Abdelaziz M. A.</b> The opportunities and challenges of OceanSciTech cubesat mission for sustained coastal monitoring .....	5
<b>Hoover R. B., Barnhart D. B., Robinson K.</b> The Space and Rocket Center U.S.: Past, Present and Future. ....	7
<b>Акилин В. И., Жуков А. А., Горожеев М. Ю.</b> Опыт целевой подготовки специалистов-технологов в области приборостроения для предприятий аэрокосмического комплекса .....	12
<b>Алифанов О. М., Беляев М. Ю.</b> МКС для образования .....	16
<b>Алликас А. Г.</b> Формы и методы космического образования на примере работы объединения ДО Уфимская Космошкола .....	22
<b>Аретинский С. А., Овчинников И. В.</b> Космические профили национальной технологической олимпиады и российские инженерно-космические соревнования проектного характера .....	25
<b>Афендикова Н. Г.</b> Кабинет-музей академика Келдыша М. В. как точка притяжения .....	27
<b>Афиани В. Ю.</b> Национальные программы космического образования .....	28
<b>Балебанова Т. В.</b> Выездные экспедиции в обсерватории и научные центры России межшкольного центра изучения астрономии (МШЦИА) 1874 .....	32
<b>Баркова М. Е.</b> Концепция центра космического образования для подростков и молодых людей .....	34
<b>Батырев Ю. П., Пояров Н. Г., Чумаченко С. И., Черемисин М. В., Есаков А. М., Сармин Э. Э.</b> Цели, задачи и особенности проведения космического эксперимента «Дубрава» Мытищинским филиалом МГТУ им. Баумана на российском сегменте МКС Н. Э. ....	36
<b>Белуцова Т.</b> «Первооткрыватели звёздных дорог» в Детско-юношеском центре «Планетарий» .....	41
<b>Бикташ Л. З., Зайцев А. Н.</b> Токи в магнитосфере земли по данным сети магнитных обсерваторий России .....	44
<b>Бирюкова Т. Е., Варенкова Е. С., Тимошенко Н. А.</b> Мы и КОСМОС .....	49
<b>Богомолов В. В., Антонюк Г. И., Бенгин В. В., Дементьев Ю. Н., Золотарев И. А., Калегаев В. В., Мутин А. А., Нечаев О. Ю., Оседло В. И., Радченко В. В., Свертилов С. И.</b> Научно-образовательный проект «Монитор» на основе спутников в стандарте кубсат .....	53
<b>Богомолов В. В., Богомолов А. В., Дементьев Ю. Н., Еремеев В. Е., Жарких Р. Н., Иудин А. Ф., Оседло В. И., Прохоров М. И., Свертилов С. И.</b> Научные и образовательные итоги двухлетнего космического полёта спутников «СириусСат» .....	55
<b>Васильев Р. В., Латышева И. В.</b> Метеорология околоземного космического пространства как дисциплина и профессия .....	58
<b>Волубева М. И., Утешев И. А., Эскин Б. Б.</b> Астрономические кружки как часть системы подготовки школьников к интеллектуальным соревнованиям .....	61
<b>Волошин О. В., Белаковский М. С., Лекай Л. Л.</b> Как изоляция помогает в популяризации космических исследований .....	63
<b>Гайнутдинов Р. И.</b> Создание стенда для демонстрации работы активно-пассивного стыковочного агрегата космических аппаратов .....	65

<b>Герасимова-Мейгал Л. И., Мейгал А. Ю., Сиренева Н. В.</b> Применение наземной модели невесомости «сухая» иммерсия для изучения интегративных физиологических процессов организма .....	66
<b>Горбунова Л. В.</b> Школьный музей космонавтики — центр интеллектуального развития и творчества молодёжи .....	68
<b>Григорьев А. А.</b> Увлекательно о прошлом, настоящем и будущем российского космоса .....	72
<b>Дементьев Ю. Н., Черемисин М. В., Горбачев А. Н., Колесов Н. Д.</b> Опыт организации и проведения направления «Космические технологии» в образовательной программе и конкурсе «Большие вызовы» .....	73
<b>Диордиев М. Н., Панасов А. М.</b> Спутниковая система «Гонец». Спутниковые коммуникации в любой точке Земли .....	77
<b>Дмитриев В. В., Дмитриева Т. Ю.</b> Использование результатов космических и астрофизических исследований в учебном процессе педагогического университета .....	79
<b>Евсеев В. И., Матвеев С. А., Охочинский М. Н.</b> Интеграционная модель дополнительного образования для развития кадрового потенциала в космической отрасли .....	84
<b>Ежова Е. А., Завьялов И. Н., Завьялова Н. А., Кузнецов А. А., Негодяев С. С., Пыряев Е. В., Щелик Г. С.</b> Аэрокосмическая олимпиада МФТИ .....	89
<b>Ефремов Д. И.</b> «Стратосферный спутник» — образовательная программа, в рамках которой кубсаты полностью самостоятельно собранные и запрограммированные школьниками испытываются в стратосфере .....	91
<b>Жуков А. А., Болотник Н. Н., Чашухин В. Г.</b> Перспективы использования шагающих микророботов на МКС для космического образования .....	94
<b>Завьялова Н. А., Ежова Е. А., Завьялов И. Н., Кузнецов А. А., Негодяев С. С., Щелик Г. С.</b> Использование результатов научных подразделений в образовательном процессе Физтех-школы аэрокосмических технологий МФТИ .....	97
<b>Зайцев Д. А., Александров А. Н., Крутов Д. Ю., Соколов А. С.</b> Космическое радио для школьников как основа проектной деятельности учащихся .....	99
<b>Иванова Ж. Б.</b> Изучение космических правоотношений через интеллектуальные интерактивные игры .....	104
<b>Кагиров Р. Р.</b> Кино и Космос — много общего .....	109
<b>Камнев С. И., Юнусов О. В., Плюхов С. И.</b> Об опыте Башкортостана по организации взаимодействия государства и бизнеса в популяризации космонавтики и привлечении молодёжи в ракетно-космическую отрасль .....	110
<b>Касатиков Н. Н., Цибин А. В., Брехов О. М., Желаннов С. А., Мачуленко В. А.</b> Искусственный интеллект при обработке данных дистанционного зондирования Земли с космических спутников и работа со студентами, младшими сотрудниками .....	113
<b>Кислицын И.</b> Создание системоперативного мониторинга космической погоды на базе малых спутников стандарта кубсат 3U и обеспечения высокоскоростным широкополосным доступом в интернет .....	115
<b>Кичижиева М. В.</b> Путь в космос начинается с игры .....	117
<b>Климов Д. Ю., Югай В. М.</b> «Космос» в системе занятий дополнительного образования на примере деятельности детско-юношеского объединения «Суворовец» .....	119
<b>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.</b> Трёхуровневый научно-образовательный эксперимент в магнитосфере .....	121

<b>Коленкина М. М., Козлова Н. А., Жаркова А. Ю., Надеждина И. Е., Карачевцева И. П.</b> Комплексная лаборатория исследования внеземных территорий МИИГАиК.....	126
<b>Kolesnichenko V.</b> Instagram as a channel of science communication: case study of seti institute account (@setiinstitute) .....	129
<b>Колтунов Р. П.</b> Использование мобильного планетария в образовательном процессе .....	132
<b>Кондакова В. О.</b> Экологическая составляющая космического образования в начальной школе .....	133
<b>Королев М. Ю., Яблошевская Ю. С., Яблошевская С. С.</b> Особенности проведения практики магистрантов в астрокосмическом комплексе им. Королёва С. П. ....	135
<b>Кудякова С. Т., Десинов Л. В., Десинов С. Е., Рудаков В. А., Аюкаева Д. М., Юрина О. А.</b> «Уроки географии с орбитальной высоты»: опыт применения в образовании .....	138
<b>Кузьмина Л. К.</b> К проблеме качества инженерного образования в области аэрокосмических систем .....	141
<b>Кумарин А. А.</b> Разработка образовательного пикоспутника MiniSat .....	146
<b>Лазуткин А. И., Яковлева Г. В.</b> Проект «Космическая одиссея» — путь в космонавтику со школьной скамьи .....	148
<b>Лапина И. К.</b> Проблемы школьной астрономии и возможные пути их решения .....	150
<b>Лебедь-Юрченко А. В., Данилов В. И.</b> Проектирование механизма развёртки солнечной батареи спутника земли на основе оригами .....	153
<b>Левинских М. А., Подольский И. Г., Нефедова Е. Л., Сычев В. Н.</b> Опыт ГНЦ РФ Института медико-биологических проблем в проведении образовательных биологических космических экспериментов на борту РС МКС .....	155
<b>Левкина П. А.</b> Университетские среды для учителей в ИФТИС МПГУ .....	158
<b>Лемещенко С. А., Митева Т. В.</b> Летняя космическая школа – 2021: подход виртуальной обсерватории и симуляции в космическом просвещении .....	160
<b>Ломакин А., Малыхин А., Нечаева А., Садовский А.</b> «Горизонты физики» в МФТИ от кафедры космической физики .....	161
<b>Ломакин А., Лемещенко С., Иванова А.</b> Программа астрофизики на ЛКШ-2021 .....	162
<b>Лоцан Е. И., Бобров С. Р.</b> Информационное сопровождение университетских проектов малых космических спутников .....	163
<b>Лукьянова Р. Ю.</b> SCOSTEP — научные комиксы по солнечно-земной физике .....	166
<b>Малыгин Д. В.</b> Образовательные практики в области наноспутников .....	168
<b>Малыхин А. Ю., Садовский А. М.</b> Взаимодействие со школами в рамках проекта «Академический класс в московской школе» .....	170
<b>Матасов Н.</b> «Отряд юных космонавтов» .....	172
<b>Матасов Н.</b> «Мы верим в космос» .....	173
<b>Мейгал А. Ю., Герасимова-Мейгал Л. И., Третьякова О. Г.</b> Трансляционная физиология: трансляция научных исследований в образовательную и воспитательную деятельность аспирантов, студентов и школьников .....	174



<b>Митник Л. М., Кулешов В. П., Караев В. Ю.</b>	Радиофизическое дистанционное зондирование Земли: проблемы космического образования .....	177
<b>Митрофанов Е. М., Филатов А. Н., Князева М. Д.</b>	Космический экспресс: проекты для школьников .....	181
<b>Моисеенко О. В.</b>	Народный музей Ю. А. Гагарина .....	184
<b>Морозова Л. Н.</b>	Научно-просветительные программы дома-музея А. Л. Чижевского .....	186
<b>Морозова Т. И.</b>	Космос через искусство .....	190
<b>Надточий Ю. Б.</b>	Состояние и перспективы развития космической отрасли .....	191
<b>Назарьев Р. С., Демьянова-Назарьева Г. В.</b>	Космическое образование в инклюзивной школе .....	195
<b>Негодяев С. С.</b>	Особенности обучения студентов МФТИ для работы в прикладных задачах космической отрасли .....	197
<b>Незнанов С. А.</b>	Дорога в космос. Проектная деятельность .....	200
<b>Никитин Б. С., Бубнова М. А., Косинов А. Н., Балескин В. А., Романов Л. А., Абрамешин Д. А.</b>	Эмулятор передачи данных со спутника на наземную станцию на основе клиент-серверной архитектуры .....	202
<b>Никифоров П. Г.</b>	Механизмы работы частного планетария и общественной организации любителей астрономии по астрономическому просвещению населения Иркутской области .....	204
<b>Николаева Н. В.</b>	Опыт реализации авторской программы лётчика-космонавта РФ, героя России А. И. Лазуткина «Планета X» на базе МБУ ДО ДДЮТ г. Новомосковска Тульской области .....	208
<b>Новосельцев Д. А.</b>	Разработка и испытания двигателей «Д-Старт» для сверхмалых космических аппаратов фемтокласса и их применение в целях космического образования .....	211
<b>Овчинникова О. М.</b>	Преподавание академического английского языка студентам-магистрам, специализирующимся в астродинамике .....	217
<b>Пивкин А. Л., Афанасьев А. А.</b>	Проведение космических экспериментов на российском сегменте Международной космической станции .....	219
<b>Пинчук В. Б., Васина М. А., Меркель Е. В., Пискарева Г. В., Юшина Е. В., Дорохина Л. М., Левинских М. А., Ильин В. К., Морозов О. В.</b>	О возможности реализации научно-образовательного эксперимента «Герминис» по исследованию жизнедеятельности растений, пророщенных в невесомости и доставленных на землю в стадии прорастания .....	223
<b>Полищук С. В.</b>	Рольевые игры на занятиях астрономией .....	224
<b>Полтораднев А. С.</b>	Проектная практико-ориентированная работа студентов в СКБ «РокетЛАВ» Самарского университета. Пример инициативы снизу .....	228
<b>Прозаровская Л. А., Беллюстин Н. С.</b>	Взгляд в космос из Нижнего Новгорода (уникальные центры астрономического образования Нижегородского края для подготовки учителей астрономии) .....	231
<b>Проскуракова Е. М., Белоусова М. Д., Гасанов А. А.</b>	Применение технологий виртуальной реальности для образовательных задач: создания симулятора добычи и анализа ледяного ядра .....	237
<b>Прудник Д. О.</b>	Интерактивный музей «Покорители вселенной» .....	240
<b>Радченко В. В.</b>	Космическая образовательная программа НИИЯФ МГУ .....	242

<b>Романов Л. А., Балескин В. А., Никитин Б. С., Косинов А. Н., Бубнова М. А., Абрамешин Д. А.</b> Виртуальный космос виртуальный спутник .....	244
<b>Романов Ю. Н.</b> Космическое образование в Республике Саха (Якутия) .....	246
<b>Роменская О. М.</b> Некоторые проблемы подбора и разработки контента по истории космонавтики для планетариев .....	248
<b>Rotaru V. A., Ishchenko M. A., Kozlova N. A., Kolenkina M. M.</b> The Archive of Planetary Maps as a Museum and Educational Base .....	250
<b>Рыжиков Д. М.</b> Опыт проведения занятий по дистанционному зондированию Земли в дополнительном образовании .....	254
<b>Савцов Е. С.</b> Проблемы отечественной ракетно-космической отрасли на пути молодого специалиста .....	257
<b>Садовский А. М., Зеленый Л. М.</b> Кафедра космической физики МФТИ — история, развитие и будущее .....	258
<b>Скареднева Е. Д., Люстрицкий Д. Г.</b> Тема просвещения в сфере астрономии и космонавтики в информационной повестке регионального СМИ на примере газеты «Областная» (Иркутская область) .....	259
<b>Соколов А. С., Бобырев А. Д., Неделько С. А., Царьков И. С.</b> Радиотелескоп на базе школьного центра управления полётами .....	263
<b>Сокольская Л. В.</b> Преподавание дисциплины «Космическое право» будущим бизнес-юристам .....	266
<b>Супрун И. В.</b> О преподавании русского языка как иностранного в Центре подготовки космонавтов имени Гагарина Ю. А. ....	271
<b>Тихомирова Е. Н.</b> Космическое образование и просвещение в культурно-просветительском центре имени Терешковой В. В. ....	276
<b>Травин А. В.</b> Об особенностях преподавания астрономии среди детей младшего школьного возраста .....	279
<b>Трофимов С. П.</b> AMADEOS: студенческая школа-соревнование по проектированию миссий в дальний космос .....	282
<b>Тушавина О. В., Заговорчев В. А., Садретдинова Э. Р.</b> Аэрокосмический институт МАИ: опыт практико-ориентированной подготовки кадров отрасли .....	284
<b>Угольников О. С.</b> Всероссийская олимпиада по астрономии в новых условиях .....	286
<b>Фатеев В. Ф., Стройков М. Г.</b> «Международный научно-исследовательский и образовательный космический кластер стран БРИКС» на Первой международной конференции «Дорога в космос» .....	287
<b>Хохлов А. В.</b> Образовательный космический проект Spase-л .....	288
<b>Чеведа В. В., Кабов О. А.</b> Исследование процессов в капле жидкости в условиях невесомости .....	290
<b>Черных И. А.</b> Новые формы преподавания международного космического права в Центре международного космического права РУДН имени проф. Г.П. Жукова .....	292
<b>Черняев А. Г.</b> Разработка дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Запрограммируй космическую базу. КолобоТ» .....	295
<b>Шатовская Н. Е.</b> 5 лет проекту <a href="http://astrodistant.ru">astrodistant.ru</a> .....	296
<b>Шахраманьян М. А., Рихтер А. А.</b> Космический экологический дозор .....	300

<b>Шац Н. В.</b>	Практические работы и наблюдения на занятиях по астрономии.....	302
<b>Шашина Н. В., Колесникова Л. И., Сунцова С. В.</b>	Музей космонавтики гимназии № 3 г. Зеленодольска Республики Татарстан.....	304
<b>Шепелева С. Н.</b>	Перспективы исследовательской деятельности с детьми школьного возраста в учреждении дополнительного космического образования .....	306
<b>Щитов А. Н., Титенко Е. А., Шиленков Е. А., Артемьев О. Г., Самбуров С. Н.</b>	Малые космические аппараты для научно-образовательной деятельности в рамках космического эксперимента «РадиоСкаф» .....	308
<b>Шлык Н. С.</b>	Дистанционный курс «Основы астрономии» для учащихся 10–11-х классов ..	310
<b>Эгнаташвили Т. Д., Колосков А. В.</b>	Проект детского космобиологического эксперимента «Ряска»: от замысла до реализации на международной космической станции.....	314
<b>Югай Н. Г.</b>	Космическое образование для школьников за Полярным кругом .....	319
<b>Язев С. А., Лобанов А. В.</b>	Инновационное образовательное мультимедиа пособие с методическими рекомендациями «Солнце и жизнь Земли. Заявка № 20-2-022239 .....	321
<b>Язев С. А., Меркулов М. А., Семенов Д. В.</b>	Популяризация и пропаганда космонавтики в Иркутске: опыт и перспективы .....	323
<b>Яновская Е. Е., Загорулько Р. В.</b>	Звёздный фрегат .....	324