

Space Research &amp; Technologies

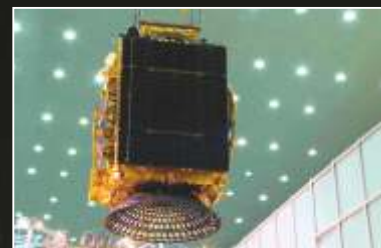
# КОСМИЧЕСКИЕ

**№2**  
**2014**

## ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

Международный журнал о космонавтике International Journal of Aerospace

«Большая тройка»  
казахстанских спутников  
в космосе



Орбитальная  
группировка  
РК развернута

20 лет  
экспедиции  
ЭО-16

«Ангара»  
сдает  
экзамен

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Талгат Мусабаев** —  
председатель, Казахстан  
**Меирбек Молдабеков** —  
заместитель председателя, Казахстан  
**Еркин Шаймагамбетов** —  
заместитель председателя НКА РК, Казахстан  
**Ергазы Нурғалиев** —  
ответственный секретарь НКА РК, Казахстан  
**Мэлис Абсаметов** —  
директор Института гидрогеологии  
и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, Казахстан  
**Александр Дегтярев** —  
генеральный конструктор — генеральный директор ГП  
«Конструкторское бюро «Южное» им.М. К. Янгеля», Украина  
**Жумабек Жантаев** —  
заместитель председателя, главный редактор, Казахстан  
**Жайлаубай Жубатов** —  
директор РПП «Научно-исследовательский центр  
«Гарыш-Экология», Казахстан  
**Леопольд Лобковский** —  
заместитель директора Института океанологии им. П.Ширшова  
РАН, член-корреспондент Российской Академии Наук, Россия  
**Даулет Нурумбетов** —  
генеральный директор РПП «Инфракос», Казахстан  
**Рене Пишель** —  
глава постоянного представительства Европейского  
космического агентства в Российской Федерации  
**Владислав Румянцев** —  
директор Института озерадения РАН, член-корреспондент  
Российской Академии Наук, Россия  
**Мартин Свитинг** —  
исполнительный председатель совета директоров компании  
Surrey Satellite Technology Limited (SSTL), Великобритания  
**Куат Мустафинов** —  
Генеральный директор АО «Совместное Казахстанско-  
Российское предприятие «Байтерек», Казахстан  
**Сомчет Тинапонг** —  
председатель Агентства по геоинформатике и развитию  
космических технологий Королевства Таиланд (GISTDA),  
**Виктор Хартов** —  
генеральный конструктор — генеральный директор ФГУП  
«Научно-производственное объединение  
им. С.А. Лавочкина», Россия

Журнал представлен в Федеральном космическом агентстве России,  
Государственном космическом агентстве Украины, NASA (США), ESA, DLR  
(Германия), JAXA (Япония), Израильском космическом агентстве, CNES  
(Франция), UKSA (Великобритания), SSTL, AIRBUS DEFENCE & SPACE, THALES  
ALENIA SPACE, SPACEX, ORBITAL SCIENCES CORPORATION, GISTDA  
(Таиланд), РКК «Энергия» имени С.П. Королева, ГКНПЦ имени М.В.  
Хруничева, ЦСКБ «Прогресс», ГРЦ имени В.П. Макеева, ИСС имени М.Ф.  
Решетнева, Российской академии имени К.Э. Циолковского, ЦНИИМАШ, НПО  
«Техномаш», ЦЭНКИ, ЦПК имени Ю.А. Гагарина, НПО имени С.А. Лавочкина,  
КБ «Южное» имени М.К. Янгеля, ПО «Южный машиностроительный завод  
имени А.М. Макарова.

The magazine is presented in the Russian Federal Space Agency, the State Space  
Agency of Ukraine, NASA (USA), ESA, DLR (Germany), JAXA (Japan), Israel Space  
Agency, CNES (France), UKSA (United Kingdom), SSTL, AIRBUS DEFENCE &  
SPACE, THALES ALENIA SPACE, SPACEX, ORBITAL SCIENCES CORPORATION,  
GISTDA (Thailand), S.P. Korolev Rocket and Space Corporation Energia, M.V.  
Khruichev State Research and Production Space Center, TsSKB-Progress, V.P. Makeev  
State Rocket Center, ISS named after Academician M.F. Reshetnev, K.E. Tsiolkovsky  
Russian Academy, TsNIIMASH, Tekhnomash NPO, TSENKI, CTC after J.A. Gagarin,  
NGO named after S.A. Lavochkin, Yuzhnoye State Design Office named after M.K.  
Yangel, A.M. Makarov Yuzhny Machine-Building Plant.

Журнал «Космические исследования и технологии», № 2(11) 2014

**Периодичность:** четыре номера в год  
**Главный редактор** Жумабек Жантаев  
**Шеф-редактор** Нурлан Аселкан  
**Заместитель главного редактора** Александр Губерт  
**Заместитель главного редактора** Николай Бреусов  
**Заместитель главного редактора** Леонид Чечин  
**Официальный представитель в Москве  
и Российской Федерации** Эльвира Ханко  
**Дизайн и верстка** Татьяна Рожковская  
**Техническая подготовка** Альберт Аджимуратов  
**Адрес редакции:** 050010, г. Алматы,  
ул. Шевченко, 15, тел. (727) 385-49-36, факс (727) 293-88-20  
e-mail: nurlan1410@mail.ru, info-nckit@yandex.ru  
www.cosmos.kz  
Свидетельство о постановке на учет № 11779-Ж от 02.07.2011,  
выдано Министерством связи и информации  
Республики Казахстан  
Мнение авторов не всегда совпадает с мнением редакции.  
Ответственность за содержание рекламных материалов  
несет рекламодатель.  
Перепечатка материалов, а также использование  
в электронных СМИ  
возможны только при условии письменного согласования  
с редакцией.  
**Отпечатано в типографии**  
ИП «ADJ print» г. Алматы, ул. Саина, 22-64  
Тираж 1000 экземпляров  
**Учредитель и издатель** ТОО COSMOS.KZ  
**Перевод и корректура** — Фонд поддержки науки  
и технологий «SCIENCE»

Magazine «Space Research and Technologies», № 2(11) (2014)  
**Periodicity:** four issues per year  
**Editor-in-Chief** Zhumabek Zhantayev  
**Chief Editor** Nurlan Aselkan  
**Deputy Editor-in Chief** Alexander Gubert  
**Deputy Editor-in-Chief** Nikolay Breusov  
**Deputy Editor-in-Chief** Leonid Chechin  
**Official Representative in Moscow and Russian Federation**  
Elvira Khanko  
**Design and make-up** Tatyana Rozhkovskaya  
**Technical preparation** Albert Ajimuratov  
**Address of Editorial Office:** Shevchenko str., 15, 050010, Almaty.  
Phone (727) 385-49-36, Fax (727) 293-88-20  
e-mail: nurlan1410@mail.ru, info-nckit@yandex.ru  
www.cosmos.kz  
Certificate of registration № 11 779-Zh from 02.07.2011 issued  
by the Ministry of Communications and Information of the  
Republic of Kazakhstan Opinion of the authors do not always reflect  
the views of the publisher. The advertiser is responsible  
for the contents of advertising materials. The reprint of materials  
and the use at electronic media is possible only provided a written  
agreement with the editorial board.  
**Printed at**  
«ADJ print» 2-64, Saina str., Almaty  
Circulation 1000 copies  
Founder and publisher LLP COSMOS.KZ  
Translation and proofreading —  
Fund for Supporting of Science  
and Technologies «SCIENCE»



## ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

- 2** Первый казахстанский спутник ДЗЗ на орбите!
- 8** Kazakhstan's first ERS satellite in orbit!
- 12** Интервью главы компании Airbus Defense & Space Франсуа Ока
- 14** Interview with the head of Airbus Defense & Space Mr. François Auque

## ПРИКЛАДНАЯ КОСМОНАВТИКА

- 16** «KazSat-3» приступил к работе

## ГЕОФИЗИКА

Международное сотрудничество в сфере мониторинга Каспийского моря

*Ж.Ш. Жантаев,*

*Б.К. Курманов,*

*А.Ж. Бибосинов*

- 20**

Современная геодинамика Алматы по данным РСА интерферометрии

*Ж.Ш. Жантаев,*

*А.Ж. Бибосинов,*

*В. Джунисбекова,*

*А.В. Иванчукова,*

*Б. К. Курманов,*

*А.Г. Фремд*

- 24**

## ЮБИЛЕЙ

Пилотируемая космонавтика Казахстана: научная программа

- 32**

*Р.Б. Акназарова*

Основные итоги выполнения Государственной программы «О развитии космической деятельности в Республике Казахстан на 2005-2007 годы»

*Ж.Ш. Жантаев,*

*Д.К. Кудасова*

- 36**

- 40** К юбилею Ергазы Мейргалиевича НУРГАЛИЕВА

## ТЕХНОЛОГИИ

Анализ зарубежной практики сертификационных испытаний космической техники

- 42**

*Е.Е. Исмаил*

## НОСИТЕЛИ

- 52** Ангара —2014

*Д. Воронцов*

- 60** «Днепр» отработал штатно

*Н. Аселкан*

# Первый казахстанский спутник ДЗЗ на орбите!



Центр управления запуском «Юпитер»

Launch Control Center «Jupiter»

30 апреля в 7 часов 35 минут (по времени г.Кайенна 29 апреля в 22 ч. 35 мин.) с космодрома «Куру» во Французской Гвиане состоялся успешный запуск первого казахстанского спутника дистанционного зондирования Земли высокого пространственного разрешения «KazEOSat-1». Данный

запуск должен был состояться 29-го (по времени Астаны в 7:35 ч.), однако был отложен на сутки из-за погодных условий.

Первый в истории Казахстана спутник ДЗЗ создан в рамках контракта, заключенного между Казкосмосом и французской компанией «Airbus Defence & Space». Космический

аппарат «KazEOSat-1» имеет высокое пространственное разрешение в 1 метр, полоса захвата — 20 км, производительность спутника ДЗЗ — 220 тыс. квадратных километров в течение суток. Масса казахстанского КА ДЗЗ составляет около 900 кг, срок службы на орбите — не менее 7 лет. Космическая

система дистанционного зондирования Земли Республики Казахстан (КС ДЗЗ) создается для обеспечения независимости Казахстана в получении оперативной мониторинговой информации и данных КС ДЗЗ для решений задач отраслей экономики (сельское хозяйство, ЧС, экология, геодезия и картография, земельный кадастр, оборона и национальная безопасность и др.). КС ДЗЗ включает в себя два космических аппарата, один — высокого пространственного разрешения «KazEOSat-1», другой — среднего пространственного разрешения «KazEOSat-2», а также наземный комплекс управления спутниками и наземный целевой комплекс для приема, обработки и распространения данных ДЗЗ конечным потребителям. В Казмедиацентре была организована специальная онлайн-трансляция запуска первого спутника ДЗЗ «KazEOSat-1» с французского космодрома «Куру». В рамках данного мероприятия было предусмотрено не только наблюдение за пуском спутника ДЗЗ, но и обширная информационная программа, включающая презентации, тематические видеоролики, комментарии, аудиосвязь и многое другое. При помощи видеоконференцсвязи председатель Казкосмоса Талгат Мусабаев, находившийся в тот момент на космодроме «Куру», поздравил участников космической онлайн-конференции с этим знаменательным для всей страны событием – успешным запуском «KazEOSat-1».

3 мая первый казахстанский спутник дистанционного зондирования Земли выдал первые тестовые снимки из космоса. Как сообщил председатель Национального космического агентства РК Талгат Мусабаев, спутник «KazEOSat-1» работает в нормальном режиме. Как



**Руководство Казкосмоса инспектирует подготовку к старту**

**Guidance of Kazcosmos inspects preparations for launch**



Последние проверки спутника / The last test of satellite





Стартовая команда / The starting team  
 Центр управления космодромом Куру / Management Centre by the Kourou space center

ожидалось, на третьи сутки космический аппарат ДЗЗ выдал первые тестовые снимки Казахстана из космоса. «Снимки очень высокого качества с пространственным разрешением до 1 метра были сделаны над Астаной», — уточнил Т. Мусабаев.

Сопровождение спутника «KazOESat-1» на орбите с первых минут старта вместе с французскими коллегами вели казахстанские специалисты, которые в дни запуска находились в центре управления полетами (ЦУП) в городе Тулузе (Франция).

Участие в приемке и обработке космических снимков с казахстанского спутника принял и новый ЦУП в Астане, в строящемся Национальном космическом центре Казахстана. Инженеры АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары» ведут круглосуточное сопрово-





ждение «KazOESat-1» на орбите. Как сообщил и.о. президента АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары» Марат Нургужин, в течение четырех месяцев будут проводиться тестовые испытания спутника на орбите, после чего космический аппарат будет передан на управление заказчику — АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары».

«В данное время испытания на орбите космического аппарата ДЗЗ продолжаются. Наши специалисты совместно с французскими коллегами ведут круглосуточное сопровождение спутника, создавая максимальные нагрузки с целью выявления его предельных возможностей», — сказал М. Нургужин. ■





Стартовый комплекс «Веги»  
«Vega's» launch complex



# Kazakhstan's first ERS satellite in orbit!

**A**pril 30 at 7:35 am (April 29 at 22:35 according to the Cayenne time) was successfully launched the first Kazakh Earth remote sensing satellite of high spatial resolution

«KazEOSat-1» from the cosmodrome «Kourou» in French Guiana. This launch was scheduled for April 29 (Astana time at 7:35 pm), but was postponed for a day due to weather conditions.

The first ERS satellite in the history of Kazakhstan was established under the contract concluded between the Kazcosmos and French company «Airbus Defense & Space». Spacecraft



«KazEOSat-1» has a high spatial resolution of 1 meter, the locking band — 20 km, the performance of Earth remote sensing satellite — 220 thousand km<sup>2</sup> during the day. The mass of Kazakh ERS satellites is about 900 kg, lifetime in orbit — at least 7 years. Space system of Kazakh Earth remote sensing (Kazakh ERS) is created to ensure the independence of Kazakhstan in obtaining of operational monitoring information and data of Kazakh ERS satellite for solutions of sector tasks (agriculture, emergency situations, ecology, surveying and mapping,

land registry, defense and national security and etc.). Kazakh ERS satellite includes two spacecrafts: the first — of high spatial resolution «KazEOSat-1», the second — of average spatial resolution «KazEOSat-2», as well as ground control complex for satellites and ground-based target system for receiving, processing and dissemination of remote sensing data to end consumers. Special online broadcast of launching the first ERS satellite «KazEOSat-1» from the French spaceport «Kuru» was organized by KazMediaCenter. Not only the observation of ERS

satellite start, but also an extensive information program, including presentations, thematic videos, comments, audio communication and more was provided in the framework of event. Using videoconferencing, Talgat Musabayev, Chairman of the Kazcosmos, who was at that time at the cosmodrome «Kuru», has congratulated the participants of an online space conference with this momentous event for the whole country — the successful launch of «KazEOSat-1».

Kazakhstan's first Earth remote sensing satellite issued the



Start aroused great interest among specialists  
Пуск вызвал большой интерес у специалистов





Vega's night launch / Ночной старт «Веги»



first test pictures from space on May 3. As Talgat Mussabayev, Chairman of the National Space Agency of Kazakhstan, said, KazEOSat-1 satellite is operating normally. As expected, the spacecraft of ERS issued the first test pictures of Kazakhstan from space on the third day. «Images of very high quality with a spatial resolution of 1 meter have been made over the Astana» — said T. Musabaev.

Kazakh experts, who were in the Mission Control Center (MCC) in Toulouse (France) during the launch of the satellite performed maintenance of KazOESat-1 in orbit since the first minutes of launch, together with French colleagues.

New MCC in Astana, which is located in a newly built National Space Centre in Kazakh-



Stephen Israel (Arianspace), François Auque (Airbus Defense & Space), Talgat Mussabayev (Kazcosmos) / Стефан Израэль (Arianspace), Франсуа Ок (Airbus Defense & Space), Талгат Мусабаев (Казкосмос)

stan, also took part in the acceptance and processing of satellite images from the Kazakh satellite. Engineers of the JSC «NC «Kazakhstan Garysh Sapary» provided round the clock maintenance of KazOESat-1 in orbit. As reported Marat Nurguzhin, Acting President of the JSC «NC «Kazakhstan Garysh Sapary» the test investigation of satellite in orbit will take place over four months, after which the spacecraft will be transferred on the governance to customer — the JSC «NC «Kazakhstan Garysh Sapary».

«At this time, test on the orbit of the ERS satellites continues. Our experts together with French colleagues provided round the clock maintenance of the satellite, creating maximum load in order to identify its limit opportunities», — said M. Nurguzhin. ■



Arianspace honorable guests  
Сотрудники редакции — почетные гости Arianspace

## Глава компании Airbus Defense & Space Франсуа Ок любезно согласился прокомментировать нашему журналу запуск спутника «KazEOSat-1»



*Расскажите о сотрудничестве с Казахстаном, как оно развивалось в последние годы, насколько это сотрудничество важно для европейских компаний?*

— Для нас это очень важное сотрудничество, большая честь и престиж работать со страной, имеющей такое большое в историческом смысле космическое прошлое. Коопе-

рация между нами возникла после принятия политического решения между Казахстаном и Францией, когда было подписано соглашение президентами обеих стран и в рамках этого соглашения была реализована программа космического сотрудничества. Нашей компании была доверена практическая часть совместной работы с Казкосмосом. Непосредственно в рамках программы Airbus Defense & Space работает с казахстанской компанией «Қазақстан Ғарыш Сапары».

Конкретно наше сотрудничество с «Қазақстан Ғарыш Сапары» выглядит следующим образом: мы строим два спутника дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Один из них высокого разрешения, который будет запущен сегодня, второй — среднего разрешения, его запуск будет осуществлен позднее. Мы реализуем также программу строительства испытательного центра, который будет находиться в Казахстане, в Астане. Он будет включать залы и стенды для различных испытаний спутников и последующей сборки. Но мы не ограничиваемся этим, мы взяли на себя обязательство обучить определенное количество казахстанских специалистов, которые на сегодня имеют все навыки и возможности, чтобы наилучшим образом использовать потенциал наших спутников на благо всех пользователей, для обеспечения интересов Казахстана.

И это еще не все. Мы взяли на себя обязательство передавать Казахстану в течении ближайшего времени данные



дистанционного зондирования с других наших спутников. Это также послужит большей эффективности создаваемой национальной системы наблюдения в вашей стране.

**Вопрос о конкурентоспособности. Приобретая такую технику куда, на какие рубежи выходит Казахстан?**

— Я думаю, что это очень важный шаг для Казахстана. Очевидно, что Казахстан, приобретая такие спутники, особенно с высоким разрешением, становится членом клуба, в который входит очень ограниченное число стран, имеющих подобные высокотехнологические средства. Наша компания является одним из наиболее передовых в мире разработчиков таких технологий. Это оз-

начает, что Казахстан получит спутниковые данные исключительно высокого качества, как по качеству самих снимков, так и по возможности их обработки. Изучая и анализируя данные с новых спутников, вы сможете иметь в своем распоряжении информацию, которую никаким другим путем невозможно было бы получить. На этой основе вы сможете выработать и принимать очень важные решения.

Если говорить кратко, то вы получаете в свои руки исключительное стратегическое средство, работающее на благо вашей страны. А еще более конкретно я могу сказать, что сегодня вечером мы запускаем спутник для Республики Казахстан настолько сложный, современный и высокотехно-

логичный, который никогда еще не был в распоряжении стран, не являющихся членами НАТО. ■



**Mr. François Auque, the Head of the company Airbus Defense & Space kindly agreed to comment on the launch of the satellite «KazEOSat-1» to our magazine**



*Please, tell us about cooperation with Kazakhstan, how this cooperation has developed in recent years, as far as cooperation is important for European companies?*

— This is an important partnership for us, it is a great honor and prestige to work with a country with such a large cosmic history in a historical sense. Cooperation between us has

appeared after a political decision between Kazakhstan and France, when an agreement was signed by the presidents of both countries and in the framework of this agreement the program of space cooperation was implemented. The practical part of joint work with Kazcosmos was entrusted to our company. Airbus Defense & Space works with the Kazakh Company «Kazakh-

stan Garysh Sapary» directly within the program.

Specifically, our partnership with «Kazakhstan Garysh Sapary» is as follows: we build two remote sensing satellites. One of them is the high-resolution satellite, which will be launched today, the second — medium resolution, its launch will be done later. We also implement a program of construction of the test center,



which will be located in Astana, Kazakhstan. It will include meeting rooms and stands for the various satellite testing and assembly. But we do not stop this, we have made a commitment to train a certain number of Kazakhstan's specialists who today have all the skills and opportunities to make best use of the potential of our satellites for the benefit of all users, to ensure the interests of Kazakhstan.

And that's not all. We have made a commitment to transfer to Kazakhstan in the nearest possible time the remote sensing data from our other satellites. It will also serve to greater efficiency of created national surveillance system in your country.

***The question of competitiveness. Where Kazakhstan goes, acquiring such techniques?***

— I think this is a very important step for Kazakhstan. It is obvious that Kazakhstan, acquiring such satellites, especially with high resolution, becomes a member of the club, which includes a very limited number of countries with such high-tech tools. Our company is one of the most advanced in the world developers of such technologies. This means that Kazakhstan will receive satellite data only high quality, both on the quality of the images and possibly their processing. Studying and analyzing the data from the new satellites, you can have at their disposal information which can not be obtained any other way. On this basis, you will be able to produce and take very important decisions.

In a nutshell, you get into own hands an exclusive strategic tool that works for the benefit of your country. And even more specifically, I can say that tonight we launch a satellite for the Republic of Kazakhstan so much complicated, modern and high-tech that has never been available for countries that are not members of NATO. ■



# «KazSat-3» приступил к работе



28 апреля 2014 года в 10 ч. 25 мин. по времени Астаны со стартового комплекса площадки № 81 космодрома «Байконур» состоялся успешный пуск ракеты космического назначения «Протон-М» с разгонным блоком «Бриз-М» и кластером из космических аппаратов «KazSat-3» и «Луч-5В». Напомним, реализация проекта по созданию спутника «KazSat-3»

является очередным этапом в создании казахстанской системы спутниковой связи и вещания «KazSat». Третий национальный геостационарный спутник связи и вещания «KazSat-3» предназначен для удовлетворения потребностей казахстанского рынка телевизионного вещания, фиксированной связи, интернета и передачи данных.

Спутник «KazSat-3» создан в рамках договора, заключенного между АО «Республиканский центр космической связи» (РЦКС) НКА РК и российской компанией ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева» (ИСС). При этом Казахстан не просто получил спутник. Наряду с этим специалисты РЦКС прошли

на базе ИСС обучение по его дальнейшей эксплуатации. Кроме того, представители АО «НК «Казакстан Ғарыш Сапары» НКА РК, обучались проектированию и созданию спутников, космических аппаратов различного назначения.

20 июня 2011 года в ходе авиасалона Ле Бурже (Париж, Франция) между ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева» (далее-ОАО «ИСС») и АО «Республиканский центр космической связи» был подписан договор на создание КА «KazSat-3».

Партнером ОАО «ИСС» по полезной и командно-измерительной системе КА «KazSat-3» выступает итальянское подразделение европейской компании Thales Alenia Space.

Национальная система спутниковой связи и вещания «KazSat» создается для удовлетворения потребностей казахстанских операторов спутниковой связи и вещания в спутниковой емкости на ближайшую перспективу, а также для обеспечения информационной безопасности страны и приостановления оттока за границу финансовых средств операторов за аренду ресурсов на иностранных спутниках связи.

Решение о реализации проекта по созданию спутника «KazSat-3» было принято в связи с постоянным ростом потребности в услугах космической связи и необходимостью резервировать работающий на орбите «KazSat-2» в случае сбоя или отказа.

Спутник «KazSat-3» оснащен 28 транспондерами Кудиапазона частот и будет размещен на геостационарной орбите в позиции 58.5° в. д.

Таким образом, после запуска «KazSat-3» наша страна получила полную замкнутую полноценную системусвязи,—

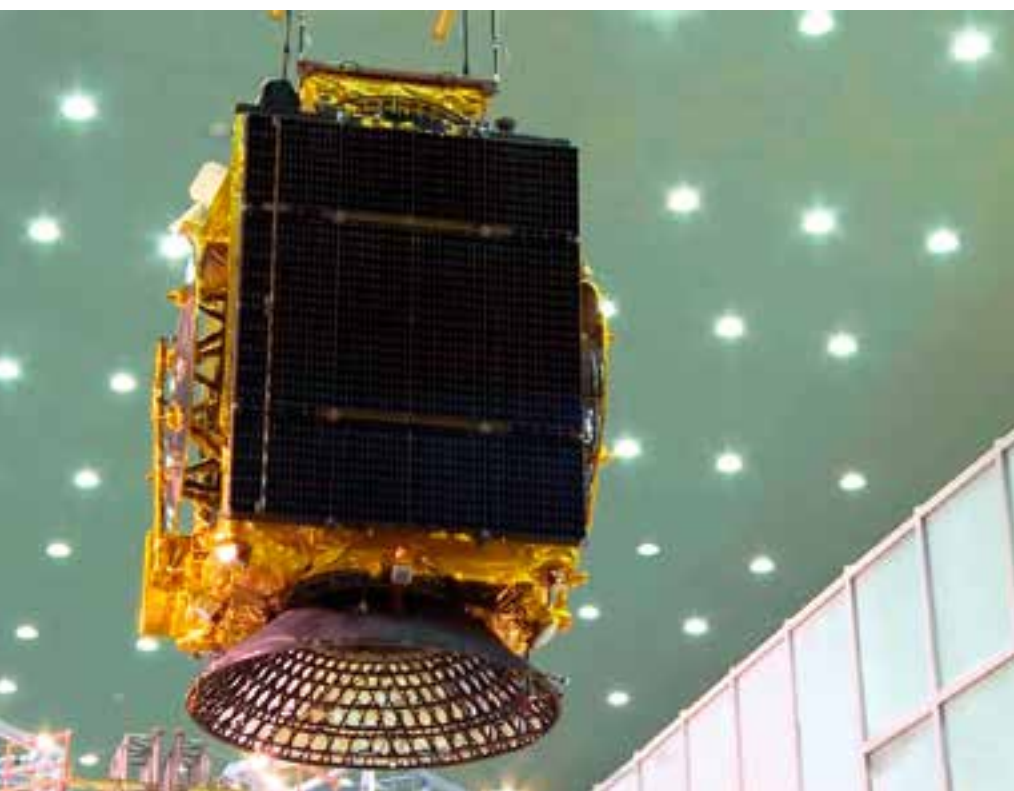
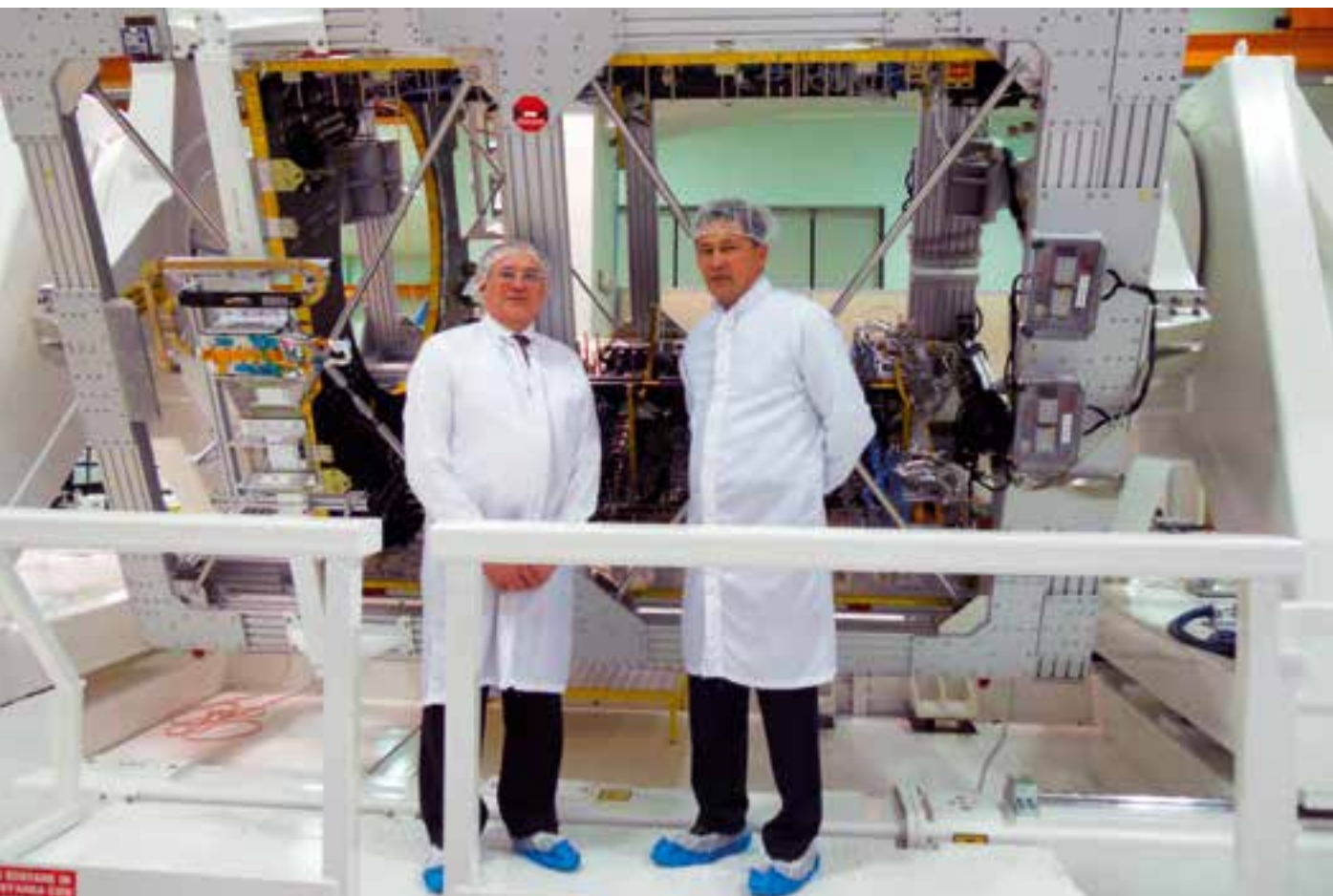


зарезервированный спутник (в тандеме с «KazSat-2») на орбите и два комплекса управления космическими аппаратами на земле — основной и резервный. Это подразумевает приобретение Казахстаном автономности и независимости от внешних источников в таком стратегически важном направлении, как связь и вещание.

Результат от ввода в эксплуатацию спутника связи и вещания «KazSat-3»:

1. Спутник «KazSat-3» обеспечивает взаимное резервирование двух спутников, что позволило обеспечить благоприятные условия для перехода казахстанских операторов на спутники «KazSat».

2. После ввода в эксплуатацию спутника «KazSat-3» орби-



тальная позиция  $58,5^\circ$  в.д. будет закреплена за Республикой Казахстан в Международном Союзе Электросвязи.

3. Использование космического аппарата «KazSat-3» позволит снизить импорт услуг более чем на 4 миллиарда тенге в год и увеличить налоговые платежи в государственный бюджет.

Так, группировка космических аппаратов серии «KazSat» обеспечит новые технические возможности для оказания услуг в таких перспективных направлениях, как непосредственное телевидение, телевидение высокой четкости, услуги прямого широкополосного доступа в сеть Интернет. При этом внутренний рынок в указанных сегментах пока еще обладает огромным нереализованным потенциалом.

28 мая «KazSat-3» достиг рабочей точки стояния  $58,5^\circ$



градусов восточной долготы на геостационарной орбите. На текущую дату проведены уточнения по измерениям текущих навигационных параметров положения спутника. После запуска 28 апреля т.г. с космодрома «Байконур» спутник «KazSat-3» при переводе в заданную орбитальную позицию прошел часть летно-конструкторских испытаний (ЛКИ) модуля служебных систем с целью подтверждения его технических параметров. В настоящее время специалисты наземного комплекса управления г. Акколь и «ИСС им. академика М.Ф. Решетнева» совместно проводят работы по подготовке к проведению ЛКИ полезной нагрузки спутника. Предполагаемое завершение летно-конструкторских испытаний ожидается в середине сентября. ■



# Международное сотрудничество в сфере мониторинга Каспийского моря

**Ж.Ш. ЖАНТАЕВ,  
Б.К. КУРМАНОВ,  
А.Ж. БИБОСИНОВ**  
АО «НЦКИТ»



**К**аспийское море является уникальным внутриматериковым водоемом. В этом регионе сосредоточены крупнейшие запасы углеводородного сырья, и сегодня он является крайне привлекательным инвестиционным объектом.

Для Казахстана Каспийский регион имеет исключительно важное значение не только с экономической точки зрения, но и с точки зрения его исторической и этической ценности.

Вместе с тем, в последнее время отмечается существенное ухудшение состояния морской среды Каспийского

моря, которое, прежде всего, спровоцировано разработкой месторождений нефти и газа, сопровождающейся мощным и часто бесконтрольным техногенным воздействием на окружающую среду и экосистему региона в целом.

В условиях планируемых Казахстаном в ближайшие годы широкомасштабных работ на акватории Каспийского моря, экологическое состояние морской среды Каспия может значительно осложниться, несмотря на принимаемые хозяйствующими субъектами меры по охране окружающей среды.

Известная чрезвычайная ситуация, произошедшая в

Мексиканском заливе, показала, что морская добыча нефти сопряжена с риском возникновения аварийных ситуаций, которые сопровождаются катастрофическими последствиями.

В казахстанском секторе шельфовой зоны Северовосточного Каспия ведется разработка крупнейшего Кашаганского месторождения, предполагающего бурение 240 глубоких скважин и прокладку более 1000 км внутрипромысловых трубопроводов по дну мелководного казахстанского шельфа.

Вместе с тем, в Казахстане создается комплексная многоуровневая система мониторинга Каспийского моря. Система будет включать в себя:

- Спутниковую систему дистанционного зондирования Земли, как и оптические данные, так и данные радарной интерферометрии;
- Наземные сейсмические наблюдения и геодинамический GPS-мониторинг возникающих в процессе добычи техногенных процессов;
- Применение аэрофотосъемки с помощью малых летательных аппаратов для оперативного мониторинга прибрежных районов Каспийского моря.

Создаваемая система мониторинга будет решать мо-

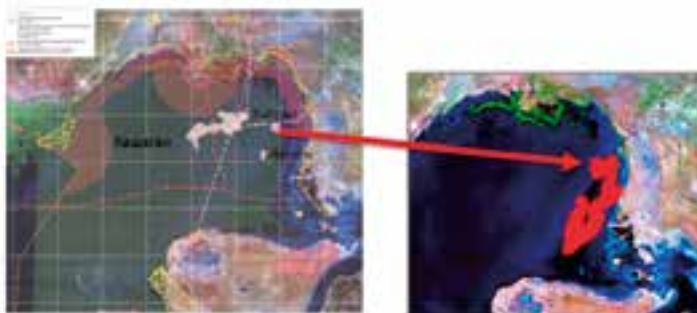
ниторинговые задачи нефтяных разливов, трубопроводов, техногенных подвижек земной поверхности и землетрясений.

Для своевременного реагирования и эффективного устранения последствий нефтяных разливов необходимо иметь информацию о возможных масштабах загрязнения акватории и прилегающих прибрежных территорий нефтепродуктами. Для этого используются математические и геоинформационные методы моделирования процессов распространения нефтяных разливов в зависимости от мощности источника разлива, батиметрии и региональных метеорологических условий.

Как показывают результаты моделирования, в случае возникновения аварийной ситуации на нефтедобывающих объектах месторождения Кайран, нефтяному загрязнению будет подвергнута большая часть мелководного каспийского шельфа, что приведет к гибели морской флоры и фауны.

Следует заметить, что дебит скважины на платформе Deepwater Horizon составлял 5000 баррелей (680 тонн) в сутки, что в два раза меньше дебета скважины месторождения Актоты — 1380 тонн в сутки. Последствия возможной аварии на месторождении Актоты могут привести к крайне тяжелым экономическим и экологическим последствиям на уровне национальной катастрофы для всего Северного Каспия.

Большую опасность для окружающей среды представляют аварии на магистральных трубопроводах. Одним из основных факторов, влияющих на возникновение аварийной ситуации, является наличие геодинамически активных зон, т.е. активных тектонических разломов, просядков, поднятий по трассе магистрального трубопровода.



Разработка нефтяного месторождения Кашаган предполагает создание около 11 искусственных островов, бурение 240 глубоких скважин и прокладку более 1000 км. морских трубопроводов

При возникновении нефтяного разлива на месторождении Кайран (дебит 780 т/сутки) будет загрязнено более 2,5 тысяч км. кв. шельфовой зоны Северо-восточного Каспия

**Рисунок 1.** Моделирование нефтяного разлива на месторождении Кайран

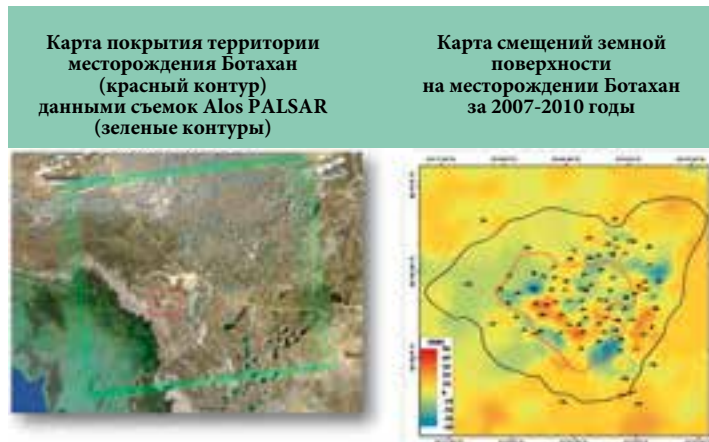
Сравнительно недавно возникшая радарная интерферометрия (InSAR, от SAR Interferometry) является современным средством анализа данных дистанционного зондирования, которое позволяет одновременно оценивать цифровые модели рельефа и осуществлять мониторинг динамики земных покровов за время между съемками. Существует множество приложений InSAR в различных областях, одно из которых в нефтегазовой отрасли — мониторинг трубопроводов, и территорий добычи углеводородов.

Показаны просядки земной поверхности в районе территории активных разработок нефтяного месторождения, вычисленные методами дифференциальной интерферометрии и изменение земной

поверхности на территории прохождения водовода.

Применение технологий дифференциальной обработки данных спутниковой радарной интерферометрии на месторождении Ботахан позволило оценить активность деформационных процессов возникающих в процессе добычи с 2007 по 2010. Обнаружены просядки и поднятия земной поверхности, амплитуда которых достигает 50 мм в год.

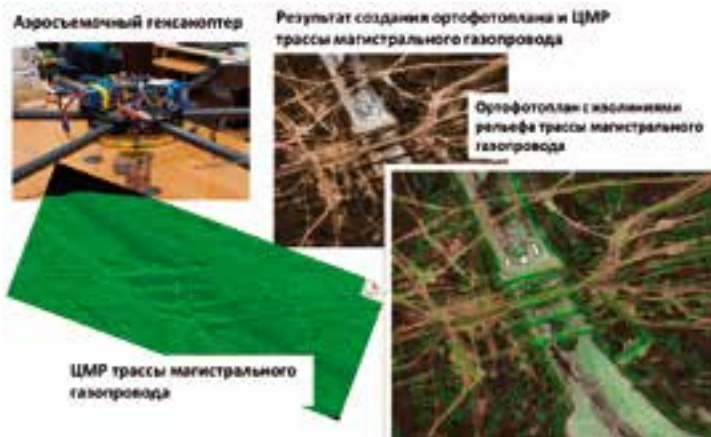
Анализ результатов мониторинга смещений земной поверхности, произошедших над месторождением Тенгиз с 2007 по 2010 годы и выявленных в ходе интерферометрической обработки радарных данных ALOSa, показал наличие ускоряющихся во времени оседаний земной поверхности над районом активной добычи



Карта покрытия территории месторождения Ботахан (красный контур) данными съемок Alos PALSAR (зеленые контуры)

Карта смещений земной поверхности на месторождении Ботахан за 2007-2010 годы

**Рисунок 2.** Мониторинг потенциальных источников аварийных ситуаций с использованием методов InSAR технологий



**Рисунок 3.**  
Применение беспилотных малых летательных аппаратов

углеводородов из этого месторождения.

В 2010 году заложена основа сети сейсмологического мониторинга в рамках сотрудничества с институтом Океанологии. Сеть сейсмологических станций призвана решать комплекс задач, обеспечивающих контроль над проявлениями сейсмичности, как на региональном, так и на локальном уровнях. В их число входит непрерывная регистрация, и определение параметров очагов местных землетрясений с

выдачей информации в режиме реального времени.

Одним из главных преимуществ аэрозъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является оперативность. Для съемки с высот 200-300 метров не нужны согласования и разрешения при условии, что съемка проводится не вблизи воинских частей, аэродромов и закрытых территорий. Низкая облачность не помеха для малых высот, обеспечивается хорошее разрешение. Стоимость аэрозъемки с

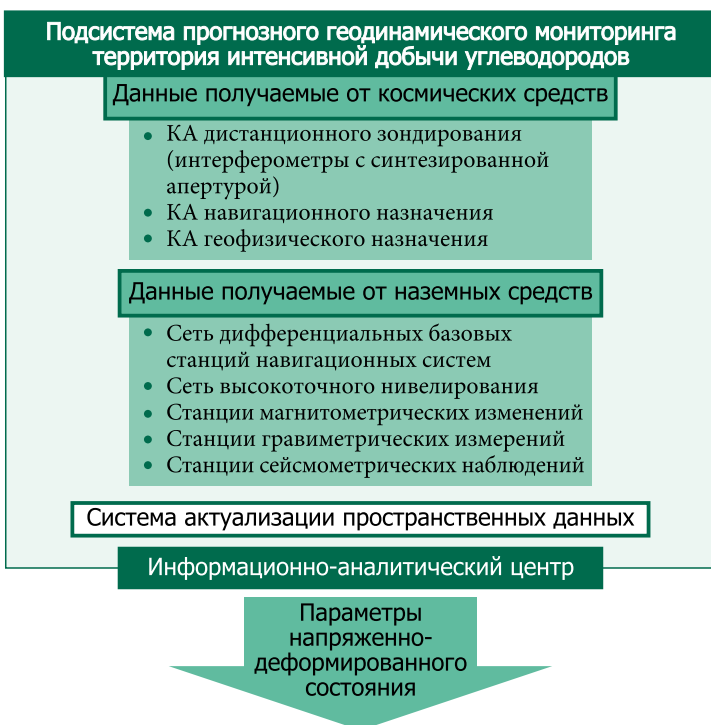
БПЛА в разы меньше, чем другие виды съемки. Фотограмметрическая обработка аэрофотоснимков с БПЛА проводится в программном комплексе PHOTOMOD российской компании RACURS. Предварительный анализ качества полученных снимков выполняется в программе Photoscan.

Показаны результаты применения Гексакоптера, оснащенного цифровой камерой SONY NEX 5N разрешением 16 Мегапикселей, установленной на стабилизированной платформе. Обеспечиваемое разрешение позволяет производить мониторинг обваловки трубопроводов, проходящих по поверхности земли.

Используя в качестве стартовой площадки палубу корабля или нефтедобывающую платформу, можно контролировать ледовую обстановку или разлив нефтяных пятен.

В рамках встреч Президентов Казахстана и России 15 сентября 2011 года в г. Астрахане и 19 сентября 2012 года в г. Павлодаре на форумах межрегионального сотрудничества двух государств подтверждена необходимость создания Межгосударственной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций (МГСМ ЧС) в целях оперативного совместного скоординированного реагирования на чрезвычайные ситуации трансграничного характера.

Мировой опыт свидетельствует, что основным, а зачастую и единственным источником информации, на основе которого принимаются решения о мерах по ликвидации ЧС, являются системы космического мониторинга. Постоянное обновление и наращивание международной космической группировки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяет увеличивать оперативность, частоту и пространственное разрешение кос-



**Рисунок 4.**  
Разработка и сертификация многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга (МАКСМ), а также создание на ее основе сервисов комплексного представления информации предупреждения о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера



мосъемки территорий любого масштаба. При этом данные ДЗЗ являются наиболее экономичным способом получения оперативных сведений.

В настоящее время в Казахстане успешно развиваются национальные системы космического мониторинга ЧС. Функционируют базовые сети приемных станций, обеспечивающие регулярное покрытие территории данными ДЗЗ низкого, среднего и высокого разрешения в различных спектральных диапазонах. Планируется разработка и сертификация многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга (МАКСМ), а также создание на ее основе сервисов комплексного представления информации предупреждения о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера.

Таким образом, перечисленные выше вопросы и проблемы являются общими для всех государств Прикаспийского региона. В связи с этим возрастает необходимость в разработке и проведении единого межгосударственного подхода в оценке геологических и экологических рисков при освоении углеводородных ресурсов Каспийского моря.

Тесное международное сотрудничество в создании мониторинговых систем позволит существенно снизить риск негативного воздействия разработки месторождений полезных ископаемых Прикаспийской впадины, шельфа Каспийского моря на окружающую среду, повысит качество прогноза напряженно-деформированного состояния земной коры в районах расположения указанных выше объектов, повысит безопасность их функционирования, что важно для долгосрочного экономического и социального развития Каспийского региона в целом. ■



# Современная геодинамика Алматы по данным РСА интерферометрии

**ЖАНТАЕВ Ж.Ш.,  
БИБОСИНОВ А.Ж.,  
ДЖУНИСБЕКОВА В.,  
ИВАНЧУКОВА А.В.,  
КУРМАНОВ Б. К.,  
ФРЕМД А.Г.**

АО «НЦКИТ», ДТОО «Институт ионосферы»



Учитывая важность обеспечения сейсмической безопасности населения, по поручению Президента РК Назарбаева Н.А. Правительством было принято два Постановления (30 декабря 1994 г. № 1490 и 26 августа 1997 г. № 1286), в которых намечались меры по снижению ущерба от возможных землетрясений в г. Алматы и Алматинской области. В целях их реализации Институтом сейсмологии и Сейсмологической опытно-методической экспедицией была создана система мониторинга, призванная констатировать проявления сейсмической опасности и способствовать выработке методов прогноза наступления сейсмического риска. Тем более, что вероятность возникновения сильных землетрясений в районе г. Алматы достаточно высока, а сам процесс подго-

товки сейсмического события характеризуется периодически затишья и активизации.

За последние 120 лет на нашей планеты наблюдалось два цикла активизации сейсмических процессов, сопровождавшихся катастрофическими землетрясениями. Первый этап продолжался с 1885 г. по 1925 г. В эти годы практически во всех сейсмических поясах Земли произошли землетрясения с магнитудами 8,0 и более. В районе г. Алматы он отмечен такими катастрофами, как Верненское (1887 г.), Чиликское (1889 г.) и Кеминское (1911 г.). В конце XX и в начале XXI века наступил второй цикл активизации сейсмических катастроф. Об этом свидетельствуют разрушительные землетрясения, произошедшие в Японии (1995 г.), Турции (1999 г.), Тайване (2002 г.), Афганистане (2002 г.), США (2003 г.), Индонезии (2004 г.), Суматре (2007 г.) и другие, которые вызвали чудовищное количество жертв (погибло более 400 тыс. человек) и катастрофические материальные потери. Следует подчеркнуть, что очаги землетрясений второго этапа активизации сейсмических процессов располагаются в тех же сейсмических зонах, что и в первом этапе.

Человеческие жертвы и разрушения, причиняемые

сильными землетрясениями, на долгое время дестабилизируют состояние общества и существенно влияют на бюджет страны, поэтому прогноз землетрясений — одна из наиболее значимых проблем, стоящих перед наукой в странах имеющих сейсмоактивные районы. Многолетний опыт научного изучения сейсмических событий и лабораторных исследований напряженного состояния горных пород дает основание заключить, что землетрясение — это механический процесс внезапного высвобождения заключенной в геофизической среде энергии, когда напряжения превосходят критические [1]. Таким образом, первичным признаком подготовки землетрясения являются деформационные процессы, обуславливающие накопление напряжений в среде.

Но проявления деформирования геологической среды на стадии подготовки сейсмического события не всегда сопровождается импульсной разрядкой напряжений. Как правило, область подготовки землетрясения, охватывая обширную территорию, подвержена изменениям, проявляющихся в смещениях земной поверхности, в частности в вертикальных. Данные спутникового мониторинга и, в частности метод РСА интерферометрии, позво-

ляет фиксировать вертикальные движения земной поверхности с точностью до первых мм и проводить оценку их изменения во времени. Несомненно, что своевременное представление данных о динамике земной поверхности не могут не способствовать принятию превентивных мер по снижению сейсмического риска.

В данной работе рассмотрен первый опыт обработки радарных снимков земной поверхности территории г. Алматы, полученных со спутника Европейского Космического Агентства ENVISAT ASAR.

### Сейсмотектоническая ситуация

Разломно-блоковое строение земной коры генетически связано с тектоникой плит и сейсмическим процессом. С тектонической точки зрения разлом представляет собой зону со сложным внутренним строением [2, 3]. Его можно рассматривать как некоторое геологическое тело, имеющее длину, ширину и глубину. Зоны разломов возмущают напряженно-деформированное состояние земной коры и накапливают значительное количество потенциальной энергии деформации. Разломы являются ослабленными и наиболее подвижными зонами земной коры. Тектонические и криповые подвижки на разломах могут привести к разрушению сооружений.

Разломы являются зонами локализации необратимых деформаций, поэтому их зарождение можно рассматривать как результат бифуркации процесса деформирования, развивающегося в результате реологической неустойчивости материала земной коры [4, 5]. Последняя обусловлена растрескиванием и дилатансией горных пород под нагрузкой, а также зависимостью условия текучести



**Рисунок 1.** Сетка разломов, пересекающих территорию Алматы. Красным выделены активные разломы

от давления. Неустойчивость течения приводит не только к появлению полос сдвига, но и к образованию блоков и блочных структур.

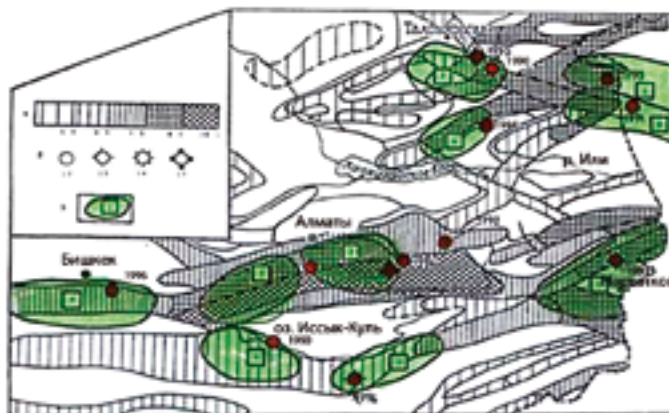
Таким образом, основным фактором, формирующим напряженное состояние земной коры, является ее разломно-блоковое строение. Это связано с тем, что разломы являются наиболее активными структурными образованиями и по ним происходит обмен энергией между тектоническими блоками. Как уже отмечалось выше, разлом представляет собой зону со сложным внутренним строением. Ширина зон крупных разломов может достигать десятков километров и включает в себя разломы меньшего ранга. В пределах зоны разлома горные породы раздроблены и характеризуются повышенной трещиноватостью. Их жесткость и прочность в зоне разло-

ма заметно ниже, чем у блоков земной коры, границей которых она служит. Об этом свидетельствуют как данные о скоростях распространения сейсмических волн на разломах [6], так и повышенная сейсмическая активность [7].

### Тектонические разломы города Алматы

В соответствии с действующей картой сейсмического районирования Казахстана, город Алматы расположен в 9-ти бальной зоне. Территорию города пересекают 5 тектонических разломов (рис. 1).

Наибольшую сейсмическую опасность для города представляет Заилийский разлом (диагональный), проходящий вдоль ул. Аль-Фараби, через антенное поле, пл. Республики, пересечение ул. Абая и Кунаева, по ул. Казыбек-Би, через Парк культуры на восток.



**Рисунок 2.**

Схема сейсмоопасных зон Алматинского промрайона

Разлом в широтном направлении проходит по ул. Джандосова, Тимирязева, Сагпаева, Фурманова — на северо-восток.

Северный разлом проходит с запада через оз. Сайран (плотина), вдоль ул. Виноградова, Кабанбай-Батыра на гр. города, по ул. Казыбек—Би к Парку культуры и отдыха на восток.

Алматинский разлом проходит с запада, через пересечение ул. Саина и пр. Райымбека, вдоль ул. Рыскулова до ул. Сейфуллина, затем севернее 700—800 м по ул. Райымбека, далее через территорию на севере Медеуского района, который делит город на 2 части.

Северо-Западный разлом проходит вдоль западной границы города через поселки Кок-Кайнар, Ожет, Карасу и далее на северо-восток.

На юге от Заилийского разлома параллельно ему проходит активная Чилик-Кеминская серия глубинных разломов, в зоне которых и произошли в прошлом сильные землетрясения.

Ежегодно в радиусе 80 км от города Алматы происходит до 200 слабых землетрясений. Судя по характеру их распределения за последние 7 лет, основная сейсмическая деятельность развивается на юге и юго-востоке от города.

Кроме того, учитывая высокий уровень развития экономики, наличие большого числа потенциально опасных объектов, значительную концентрацию населения, в настоящее время угрозу городу представляют не только сильные, но и землетрясения средней интенсивности (Рис. 2).

### Методы геодинамического мониторинга

Сейсмологический мониторинг развивается в двух уровнях. Первый уровень — региональная система сейсмологических наблюдений на всей сейсмоактивной территории Казахстана предназначена для обеспечения материалами наблюдений для оценки сейсмической опасности, сейсмического районирования и долгосрочного прогноза землетрясений.

Существующая система региональных сейсмологических наблюдений включает в себя комплексные сейсмологические станции и пункты глобальных позиционных спутниковых измерений GPS. Существующая сеть сейсмических станций обеспечивает уровень представительной регистрации землетрясений для энергетических классов  $K \geq 7,5$  на всей территории Алматинского сейсмоопасного региона,  $K \geq 6,0$  — в центральной части хребтов Заилийский и Кунгей Алатау.

Локальная система сейсмологических наблюдений развернута в районе города Алматы, где выделено несколько сейсмоопасных зон. Локальные системы мониторинга созданы на участках, выделенных по среднесрочному прогнозу, как вероятные места возникновения будущих землетрясений. Локальная система мониторинга содержит в своем составе следующие базовые методы:

- сейсмологические наблюдения;
- спутниковые GPS наблюдения;
- данные спутниковой радарной интерферометрии;
- спутниковые данные о температурном поле.

В настоящее время метод радарной спутниковой съемки не получил должного распространения в системе мониторинга геодинамической обстановки города. Поэтому прежде чем представлять результаты, ниже приведены основные положения технологии радарной интерферометрии.

### Технология радарной интерферометрии

Изобретателем метода радарной интерферометрии является D. Richman, который впервые — в 1971 году — будучи сотрудником United Technologies Corporation (США), объединяющей в себе такие крупнейшие компании как Boeing, Sikorsky, Pratt & Whitney и другие, зарегистрировал патент США «Three Dimensional, azimuth-correcting mapping radar» [8].

Радарная съемка выполняется в ультракоротковолновой (сверхвысокочастотной) области радиоволн, подразделяемой на X-, C-, L- и P-диапазоны. Съемка в каждом из вышеперечисленных диапазонов имеет свои плюсы и минусы. Для задач мониторинга смещений земной поверхности, зданий и соору-

жений по каждой конкретной территории подбираются данные в одном или нескольких из этих диапазонов, исходя из типа рельефа, типа растительного покрытия, ожидаемых величин смещений и т.д.

Входными данными для обработки в специализированных программных комплексах являются интерферометрическая пара (либо многопроходная серия) радарных снимков. Ограничением для возможности интерферометрической обработки пары (или серии) радарных снимков являются пространственная и временная базы [9].

Метод интерферометрии постоянных отражателей был запатентован Итальянским Политехническим институтом (POLIMI) в 1999 году. Этот метод радарной интерферометрии характеризуется точностью оценки смещений 2 – 4 мм по высоте. Входными данными для гарантированно успешной обработки должны являться не менее 30 снимков одной и той же территории за разные даты, сделанные в одной и той же геометрии съемки спутникового радара [9, 10, 11].

В процессе обработки программой автоматически выбирается основное изображение, на которое с точностью до 1/100 пикселя автоматически корегистрируются остальные снимки интерферометрической цепочки. Далее программа строит так называемые интерферограммы (комплексно поэлементно перемноженные фазовые слои радарных снимков) по каждой паре снимков. Затем для каждой пары оцениваются величины когерентности (меры корреляции фаз радарных снимков). Также для каждой пары строятся карты величин стандартных отклонений амплитуд снимков.

Затем программой определяются точки — постоянные (или устойчивые) рассеиватели

радарного сигнала. Для выбора точек используется несколько порогов (порог корреляции амплитуд, порог когерентности, пространственное стандартное отклонение смещений первой итерации и т.д.). После того как постоянные рассеиватели определены, для них выполняется процедура оценки фазовых разностей и мультивременной развертки фазы. Именно в разности фаз каждого снимка «защита» величина смещений за период между съемками этих снимков.

Таким образом, для каждой из выбранных точек восстанавливается хронология изменения фазы во времени, которая затем математически пересчитывается в смещения в миллиметрах. Дополнительно в процессе обработки применяется специальный фильтр, удаляющий возможное влияние атмосферы на интерферометрическую фазу.

Результатом обработки является векторный файл точек, в атрибутах которых записаны:

- смещения на каждую дату съемки;
- среднегодовая скорость смещений;
- суммарная величина смещений;
- когерентность;
- высота над эллипсоидом WGS-84.

#### Характеристика данных ENVISAT ASAR

Для анализа смещений приповерхностного слоя земной коры города Алматы были подобраны архивные космические снимки, полученные спутником ENVISAT ASAR (пространственное разрешение — 30 м). Спутник был запущен в 2002 году Европейским космическим агентством с радиолокатором ASAR на борту, который представлял собой следующее поколение





**Рисунок 3.**  
ENVISAT ASAR

спутников ERS-1 и ERS-2. Этот спутник характеризуется большим количеством углов и режимов съемки, возможностью съемки в разных поляризациях (в т.ч. в двух одновременно) и в широкополосном режиме. Кроме того, спутник ENVISAT также вел повторную съемку значительных территорий, что позволяло выстраивать интерферометрические многопроходные серии снимков для мониторинга смещений земной поверхности. Спутник ENVISAT был выведен из эксплуатации в 2012 году.

Снимки были получены по гранту от Европейского Космического Агентства C1.P15390 «Spatio-temporal analysis of surface displacements in urban areas with high seismic risk by SAR interferometry data» (Пространственно-временной анализ смещений земной по-

верхности городских территорий с высоким сейсмическим риском по данным радарной интерферометрии).

Основные параметры спутника представлены в таблице 1.

Было обработано 45 снимков за период 2003-2010 г.г. Кадр съемки и перечень использованных снимков представлены в таблице 2.

#### **Результаты обработки данных радарной съемки**

С учетом невысокого пространственного разрешения использованных снимков, полученные результаты можно считать предварительными. Но даже они позволили получить пространственное представление о некоторых региональных особенностях происходящих геодинамических процессов в пределах изучаемого региона.

Высокая плотность постоянных отражателей радарного сигнала в основном расположена на городской территории, в местах плотной застройки, а также в населенных пунктах Каскелен, Талгар и других. Несмотря на высокий уровень искажений в отдельных точках, обусловленных сезонностью, низким пространственным разрешением системы и недостаточной плотностью временной базы, очевидно, что в центральной части исследуемой территории преобладают поднятия, а в краевых восточных областях опускания. Причем положительные вертикальные движения сопряжены с зоной распространения разломов, характеризующихся как наиболее активные.

Вместе с тем, в процессе обработки методом PS было

установлено, что при расчете смещений в среде ПО SARscape происходит разделение области с высокой плотностью точек. И смещения рассчитываются относительно разделенных областей. Например, аэропорт оседает относительно города. Поэтому для проверки результатов, полученных с помощью модуля PS (рис. 5) была выполнена обработка по всей площади кадра (красный контур на рис. 4)

Характеристики орбиты спутника ENVISAT-1	
Тип орбиты	Круговая, солнечно-синхронная
Высота орбиты	799.8 км
Наклонение	98.55 град.
Период обращения	100.59 мин
Периодичность повторения трассы полета	35 сут.
Частота съемки	от 1 до 3 сут.

Таблица 1.

Характеристики режимов работы спутника ENVISAT-1			
Режим	Ширина полосы обзора (км)	Разрешение (м)	Поляризация
Стандартный (Image Mode)	от 56 до 100	30	VV, HH
Поляризационный (Alternating Polarisation Mode)	от 56 до 100	30	HH/VV, HH/HV, VV/VH
Широкополосный (Wide Swath Mode)	400	150	VV, HH
Глобального мониторинга (Global Monitoring Mode)	400	1000	VV, HH
Спектральный (Wave Mode)	5	30	VV, HH

Таблица 2.

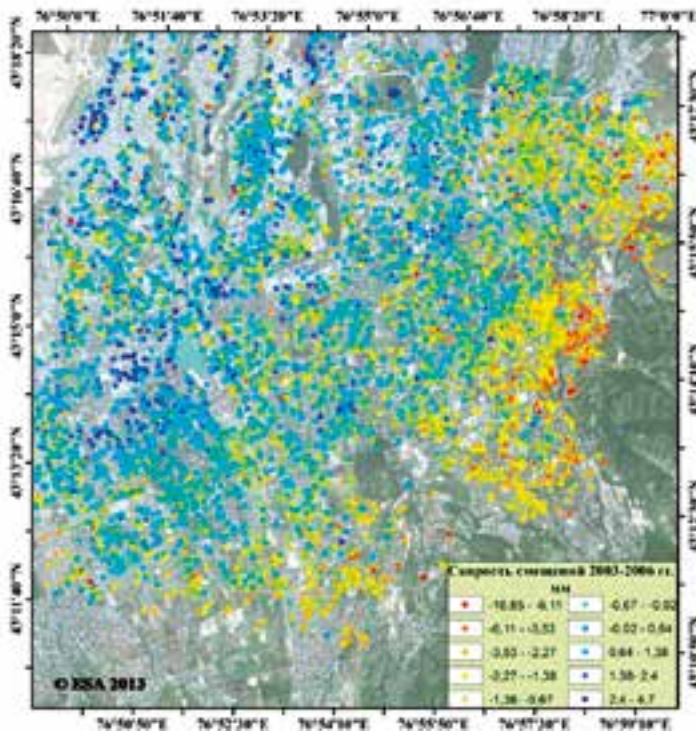


**Список снимков ENVISAT ASAR**

1. 2003-04-23	25. 2006-05-17
2. 2003-07-02	26. 2006-06-21
3. 2003-08-06	27. 2006-07-26
4. 2003-10-15	28. 2006-08-30
5. 2003-11-19	29. 2007-01-17
6. 2003-12-24	30. 2007-02-21
7. 2004-01-28	31. 2007-03-28
8. 2004-03-03	32. 2007-05-02
9. 2004-05-12	33. 2007-08-15
10. 2004-06-16	34. 2007-11-28
11. 2004-08-25	35. 2008-01-02
12. 2004-09-29	36. 2008-09-03
13. 2004-11-03	37. 2008-12-17
14. 2004-12-08	38. 2009-01-21
15. 2005-01-12	39. 2009-02-25
16. 2005-02-16	40. 2009-04-01
17. 2005-03-23	41. 2009-06-10
18. 2005-07-06	42. 2009-06-30
19. 2005-08-10	43. 2010-03-17
20. 2005-09-14	44. 2010-06-30
21. 2005-10-19	45. 2010-10-13
22. 2005-11-23	
23. 2005-12-28	
24. 2006-03-08	

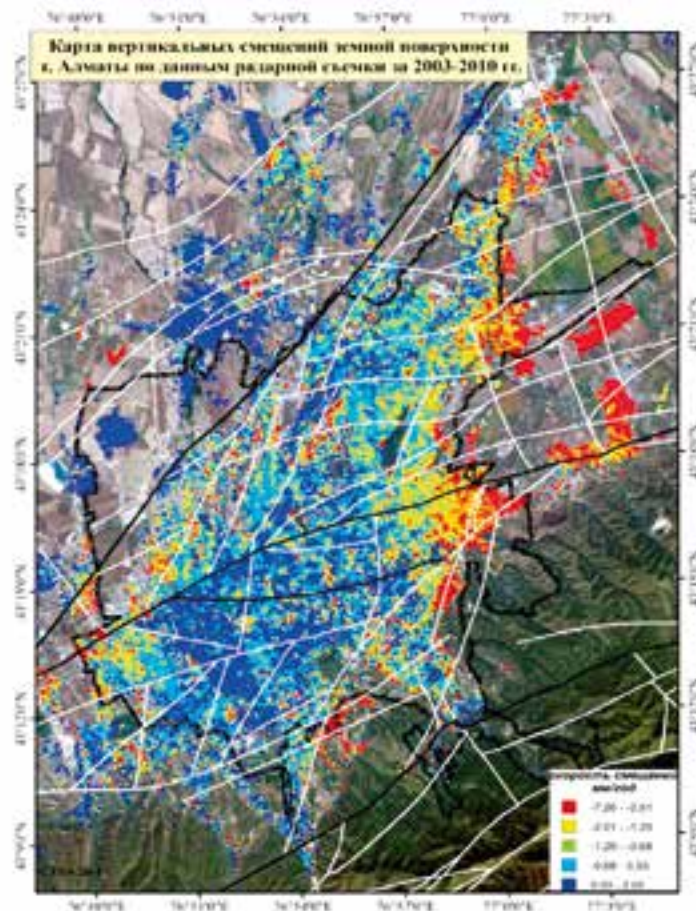
Рисунок 4.

Кадр снимка (красный контур), область обработки (черный контур), таблица — список снимков, принятых в обработку



**Рисунок 5.**

Карта вертикальных смещений на участке города (черный квадрат на рис. 4), построенная по результатам обработки модулем PS. Условные обозначения соответствуют рис. 6



**Рисунок 6.**

Карта вертикальных смещений земной поверхности в пределах всего кадра снимка по результатам обработки методом постоянных отражателей (PS). Области оттенков красного цвета – поднятия; синего – опускания; белые линии – сетка разломов, черные сплошные линии – активные разломы (см рис. 1), пунктирная – контур границы города

методом малых базовых линий SBas (Small Baseline Subset), который ориентирован на расчет площадных смещений земной поверхности. На рисунке 6 представлены результаты, рассчитанные модулем SBas, где отмечены области оседаний в восточной части города.

Сопоставление результатов, полученных методами PS и SBas, показало удовлетворительное соответствие в распределении областей поднятий и опусканий, свидетельствующих о существующей тенденции глобальных геодинамических процессов, происходящих на рассматриваемой территории Алматинского сейсмоактивного района.

В дальнейшем, для анализа движений земной поверхности будет использован модуль интерферометрии постоянных отражателей StaMPS, который был изначально написан для мониторинга вулканов с привлечением космоснимков высокого разрешения COSMO SkyMed. Данный модуль хорошо работает как на городских территориях, так и для территорий с низкой плотностью отражателей.

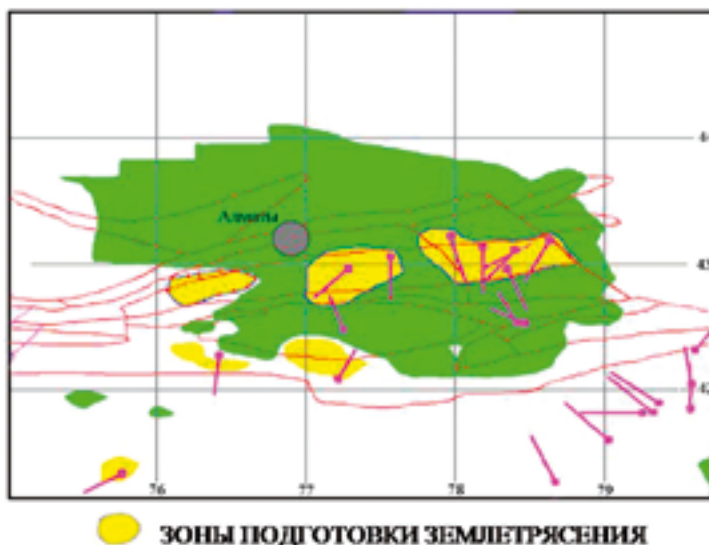
**Перспективы работ по оценке сейсмической опасности Алматинского промрайона**

Как уже отмечалось, землетрясения — это следствие разрядки тектонических напряжений, накопленных в процессе деформирования земной коры под действием внешних сил планетарного масштаба. Но важнее не зафиксировать, а своевременно выявить путем инструментальных наблюдений те признаки, которые могут указывать на изменение свойств геологической среды, в частности на изменение кинематики блоков и разломов, находящихся как внутри, так и за пределами сейсмоопасного региона. Институтом Сейсмологии вблизи



г.Алматы выделены две зоны, в пределах которых высока вероятность возникновения землетрясений с магнитудой более 5,5. Одна из них пространственно приурочена к очаговой зоне Кеминской катастрофы (1911 г.). К востоку от г.Алматы находится вторая зона. Она охватывает очаговые зоны Верненского и Чиликского разрушительных землетрясений. Непосредственную сейсмическую опасность для Алматинского региона представляют зоны, показанные на рис. 7 В этих зонах, по мнению специалистов Института Сейсмологии, с высокой вероятностью в ближайшие 5-10 лет могут произойти землетрясения с  $M \sim 6 - 7$ .

В случае возникновения в этих зонах землетрясений с магнитудой 7,3 (как при Верненском землетрясении в 1887 г.), в г.Алматы интенсивность сейсмических колебаний достигнет 8-9 баллов по шкале MSK -84.



**Рисунок 7.**  
Прогнозируемые зоны ожидаемых землетрясений в долгосрочном плане на период до 2015 года

Поэтому представляет- ся целесообразным, наряду с системой сейсмологического и GPS мониторинга, задействовать возможности дистанционного зондирования Земли с целью выявления участков земной поверхности с аномально протекающими

деформационными процессами, которые помогут оконтурить область подготовки возможного землетрясения, косвенно указывающую на его интенсивность и тем самым способствовать повышению достоверности прогнозных критериев. ■

## Литература

- 1 Левин В.Е., Прилепин М.Т., Баранова С.М. К проблеме обнаружения деформационных предвестников землетрясений (интернет ресурс).
- 2 Гарраш И.А., Паталаха Е.И. Приразломное смятие (сдвиговое течение) и складкообразование // Геотектоника, №6, 1990.
- 3 Chester F., Evans J., Biegel R. Internal structure and weakening mechanisms of the San Andreas fault. J. Geoph. Res., vol. 98, B1, 1993, p.771-786.
- 4 Hooper, H. Zebker, P. Segall, and B. Kampes: «A new method for measuring deformation on volcanoes and other non-urban areas using InSAR persistent scatterers». Geophysical Research Letters, vol. 31, December 2004;
- 5 Rice J.R. On stability of dilatant hardening for saturated rock masses. J. Geophys. Res., 1975, vol.80, 11, p.1531-1536.
- 6 Методы детального изучения сейсмичности. Труды Ин-та физики Земли АН СССР, 1960, 9 (176), 327с.
- 7 Нерсесов И.Л., Пономарев В.С., Кучай В.К. Особенности пространственного распределения сейсмического фона. Поиски предвестников землетрясений на прогностических полигонах. М., Наука, 1974, p.119-131.
- 8 D. Richman. Three Dimensional Azimuth-Correcting Mapping Radar. United States Patent. 1971 (published in 1982).
- 9 M. Richards: «A Beginner's Guide to Interferometric SAR Concepts and Signal Processing». IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, vol. 22, no. 9, September 2007;
- 10 Ferretti, C. Prati and F. Rocca: «Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry». Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 38, no. 5, Part 1, Sept. 2000, p. 2202 — 2212;
- 11 Ferretti, C. Prati and F. Rocca: «Permanent scatterers in SAR interferometry». Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 39, no. 1, Jan. 2001, p. 8 – 20;

# К 20-летию первого полета в космос космонавта независимого Казахстана

## Пилотируемая космонавтика Казахстана: научная программа



**АКНАЗАРОВА Р.Б.**  
АО «НЦКИТ»



**Н**ачиная с 1991 года, в Казахстане начали развиваться космические исследования, связанные с пилотируемыми полетами. Был организован Институт космических исследований, который проводил исследования в области дистанционного зондирования Земли, космического материаловедения. Институт стал головной организацией по разработке и реализации программ научных исследований и экспериментов Республики Казахстан для пилотируемых полетов казахстанских космонавтов.

Были успешно выполнены программы научных исследований и экспериментов на борту орбитального комплекса (ОК) «Мир» и Международной космической станции (МКС) при тесном взаимодействии ученых Казахстана со специалистами организаций космической отрасли России.

В рамках научной программы на околоземной орбите, начатой Тохтаром Ауба-

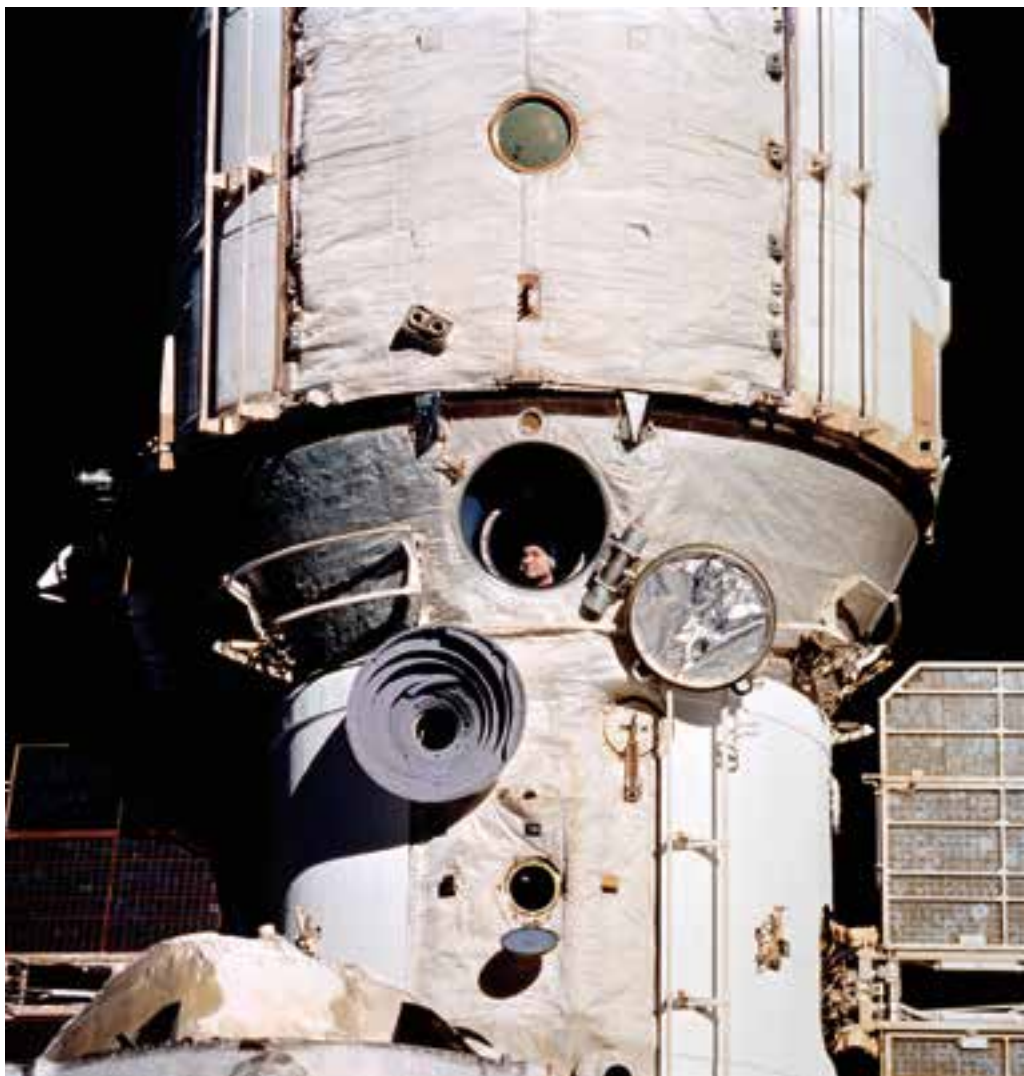
кировым, на ОК «Мир» в 1991 году было выполнено пять космических экспериментов с участием пяти институтов Академии наук КазССР.

Научная программа Республики Казахстан была продолжена Талгатом Мусабаевым. Мусабаев Т.А. во время своих трех космических полетов общей продолжительностью 342 суток выполнил огромный объем научных, технических, технологических, медицинских, биотехнологических и других экспериментов по научным программам Казахстана, России, США, ЕКА. Им лично и его экипажами установлено несколько мировых рекордов.

Первый полет Мусабаева Т.А. состоялся с 1 июля по 4 ноября 1994 года. Мусабаев Т.А. стартовал в космос вместе с Юрием Маленченко в качестве бортинженера космического корабля (КК) «Союз ТМ-19» в составе экспедиции ЭО-16 продолжительностью 126 дней.

Научная программа охватывала такие области исследований, как астрофизика, биотехнология и наблюдения Земли. Было выполнено восемь космических экспериментов с участием более десяти институтов Национальной академии наук Республики Казахстан. Учеными для космонавтов было приготовлено 4 блока исследований для проведения научных, медицинских и технических экспериментов.

Во время полета экипаж ЭО-16 выполнил большую программу исследований по научной казахстанской программе «Полет-М». Для получения результатов высокого качества часть экспериментов параллельно отрабатывалась на Земле. Изучалось состояние экологически кризисных регионов — Приаралья и Каспия. Проводился эксперимент «Серебристые облака». С борта станции «Мир» велась съемка



этого необычного явления, возникающего выше атмосферы Земли, природа которого пока не разгадана учеными. Интересные результаты получены в биомедицине. Обнаружены новые биоритмы человека, которые появляются только в космосе. Был проведен эксперимент «Дастархан». Космонавты опробовали новые продукты исключительно казахстанского производства, способные повышать иммунитет и снимать стресс. Также был успешно выполнен ряд научных экспериментов, подготовленных различными академическими институтами.

Одно из самых значимых достижений казахстанских уче-

ных — результаты экспериментов из серии «Темир». Эксперимент готовился сотрудниками Отдела металлофизики и космического материаловедения Института космических исследований. Учеными было установлено, что жидкие металлы и сплавы являются структурированными системами с дальним и сверхдальним порядком частиц, в которых протекают физико-химические превращения. Знание и использование этого факта является основой получения заданных структур и свойств металлических отливок. Термодиффузионным методом в земных и космических условиях обнаружены и изучены каналы быстрой диффузии



при контакте «твердое-жидкое», «жидкое-жидкое» компонентов эвтектических, монотектических и более сложных систем. Исследование генезиса, природы и закономерностей формирования и развития каналов быстрой диффузии способствовало получению новых знаний о макроскопической структуре металлических расплавов для создания сплавов заданной структуры и свойств.

Второй полет Мусабаева Т.А. проходил с 29 января по 25 августа 1998 года в составе экспедиции ЭО-25 продолжительностью 207 дней. Мусабаев Т.А. стартовал в космос вместе с Николаем Будариным и Ле-

опольдом Эйартцем в качестве командира КК «Союз ТМ-27».

Были выполнены 23 комплексных эксперимента с участием ученых и специалистов более 20 организаций: природно-ресурсный мониторинг, астрофизические, геофизические, биологические, технические и технологические эксперименты, медицинские исследования, профилактические работы по техническому обслуживанию ОК «Мир».

Третий полет Мусабаева Т.А. состоялся с 28 апреля по 6 мая 2001 года продолжительностью более 7 дней. 28 апреля 2001 года Мусабаев Т.А. стартовал в космос вместе с Юрием

Батуриным и Деннисом Тито в качестве командира экспедиции посещения МКС на кораблях «Союз ТМ-31» и «Союз ТМ-32».

С участием космонавта Мусабаева Т.А. была реализована программа научных исследований и экспериментов Казахстана на борту МКС. Производилась плановая видеосъемка, природно-ресурсный мониторинг территории Казахстана. Было выполнено 5 космических экспериментов (КЭ) с участием 5 организаций (геофизические, медицинские, биологические эксперименты): КЭ «Изучение влияния факторов космического пространства на свойства новых перспективных

материалов», КЭ «Изучение физических процессов в верхней атмосфере», КЭ «Разработка биохимических и психофизиологических методов защиты космонавта», КЭ «Изучение молекулярно-биологических механизмов воздействия факторов космического полета на гены высших организмов и создание исходных устойчивых линий сельскохозяйственных культур», КЭ «Разработка и доставка на МКС специализированных продуктов — адапгенов и биологически активных добавок».

В целом, благодаря экспериментам, проведенным казахстанскими космонавтами Т. Аубакировым и Т. Мусабеевым на борту орбитальной станции «Мир» и МКС, стали широко известны успехи казахстанских ученых в таких областях исследований:

- разработка эффективных космических технологий для практической селекции важнейших сельскохозяйственных культур Казахстана;
- исследование влияния факторов космического пространства на процессы роста и развития растительных и высших форм земных организмов;
- прогнозирование освоения космоса земными организмами, включая человека;
- использование в условиях космоса методов нетрадиционной медицины, разработка новых видов специализированных продуктов питания с направленным антиоксидантным, детоксицирующим и иммунокорректирующим действием.

Уникальные результаты, полученные казахстанскими учеными в космосе, положили начало развитию нового направления в Казахстане — космической биотехнологии и биомедицины.

За период полетов казахстанские космонавты успеш-



но выполнили задания казахстанских ученых по таким основным направлениям, как «Физико-технические исследования», «Космическая биотехнология и биомедицина», «Геофизические исследования», «Природно-ресурсный мониторинг», «Информационное обеспечение».

Сегодня уже можно говорить о практическом применении полученных на космических орбитах результатов. Например, с использованием селекции растительных клеток в условиях космоса получены хозяйственно-ценные формы растений картофеля и пшеницы. На их основе был

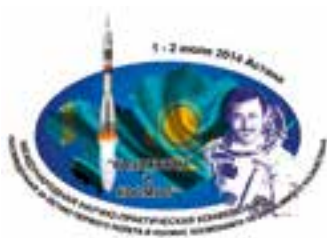
выведен новый сорт картофеля «Токтар», устойчивый к болезням и неблагоприятным факторам среды. В области космического материаловедения были получены важные результаты по фундаментальным исследованиям в области создания металлов и сплавов с заранее заданными свойствами для космической и авиационной техники.

Указом Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева от 25 января 2005 года была утверждена первая Государственная программа развития космической деятельности в Республике Казахстан на 2005-2007 годы. ■

# К 20-летию первого полета в космос космонавта независимого Казахстана

## ОСНОВНЫЕ ИТОГИ

### выполнения Государственной программы «О развитии космической деятельности в Республике Казахстан на 2005-2007 годы»



**Ж.Ш. ЖАНТАЕВ,  
Д.К. КУДАСОВА**  
АО «НЦКИТ»



**С** целью реализации Указа Президента Республики Казахстан от 25 января 2005 года №1513 «О развитии космической деятельности в Республике Казахстан на 2005-2007 годы» постановлением Правительства Республики Казахстан от 14 апреля 2005 года №352 был утвержден План мероприятий по реализации указанной программы.

Согласно Плану все мероприятия по своей тематической

направленности были объединены в 8 блоков:

1. Разработка основ для создания и запуска отечественных космических аппаратов различного назначения;

2. Развитие наземной инфраструктуры для запуска и управления космическими аппаратами различного назначения;

3. Разработка программы научных исследований и экспериментов на борту Международной космической станции во время полета казахстанских космонавтов;

4. Развитие информационных космических технологий на основе спутниковых телекоммуникационных сетей;

5. Развитие Национальной системы космического мониторинга территории Республики Казахстан, в том числе состояния окружающей среды;

6. Создание системы экологической безопасности территории Республики Казахстан при эксплуатации ракетно-космических комплексов;

7. Кадровое обеспечение космической деятельности;

8. Совершенствование нормативной правовой базы и экономическое обеспечение развития космической деятельности.

АО «НЦКИТ» и его подведомственные предприятия, а также соисполнители проводил работы по 6 блокам Плана, реализуя 20 мероприятий. Работы выполнялись в области физико-технических и геофизических исследований, два больших блока работ были посвящены развитию Национальной системы космического мониторинга территории Казахстана и разработке программы научных исследований и экспериментов на борту Международной космической станции во время полета казахстанских космонавтов.

Соисполнителями работ были отечественные научные организации: ДТОО «Институт ионосферы» АО «НЦКИТ», ИЯФ НЯЦ РК, ТОО «Физико-технический инсти-

тут» АО «ННТХ «Парасат», ДТОО «Институт космических исследований» АО «НЦКИТ», ДТОО «Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова» АО «НЦКИТ», РГППХВ «Институт физиологии человека и животных», ДГП «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М. Айтхожина», ТОО «Казахская академия питания».

Кроме того, соисполнителями при реализации заданий Государственной программы, были ведущие научные центры космической отрасли Российской Федерации и научно-исследовательские институты Российской академии наук: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт космического приборостроения» (ФГУП НИИ КП), Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов» (ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей»), институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов, Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное объединение измерительной техники» (ФГУП «НПО ИТ»), некоммерческое партнерство «Российский учебно-научно-инновационный комплекс авиакосмической промышленности» (НП «РУНИКАП»), Российский государственный университет инновационных технологий и предпринимательства (РГУИТП), московский авиационный институт (МАИ), Всероссийский детский и молодежный центр аэрокосмического образования им. С.П. Королева (ВДМЦ АКО ММК им. С.П. Королева), институт земного магнетизма и ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова



Российской академии наук (ИЗМИРАН), Государственное научное учреждение «Научно-исследовательский институт пищевых концентратной промышленности и специальной пищевой технологии» Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ НИИ ПП и СПТ РАСХН).

В целом, в реализации мероприятий Плана приняло участие порядка 500 человек, в т.ч. около 80 докторов и 170 кандидатов наук.

В рамках выполнения Государственной программы «Развитие космической деятельности в Республике Казахстан на

2005-2007 годы» были сделаны первые шаги по созданию научно-технической базы и кадрового потенциала, необходимых для развития современной космической инфраструктуры. В частности, заложены научные основы системы радиационного мониторинга космического пространства на базе модернизированных технических средств радиополгона «Орбита» и «Космостанция», были проведены работы по:

- совершенствованию комплекса спектрометра космических лучей, находящегося на высотах 3340, 1700. 860 метров (г. Алматы);



- разработке методики выделения алертного сигнала для автоматического оповещения о начале наземного возрастания солнечных космических лучей на основе анализа данных нескольких нейтронных мониторов, потока рентгеновского излучения 0.1-0.8 nm, потока протонов с энергией >100 MeV по данным GOES и методике прогнозирования протонных событий;

- созданию высотного спектрометра для регистрации тепловых и медленных нейтронов, рентгеновского и гамма-излучения в диапазоне от 20 кэВ до 2-3 МэВ и заряженной мягкой и жесткой компоненты вторичного космического излучения, а также созданию стенда для работы со сцинтилляционными детекторами заряженных частиц.

Разработаны методы повышения спецстойкости бортовой радиоэлектронной аппаратуры за счет локального экранирования (дополнительного корпусирования) критических узлов без существенного изменения

ее габаритно-массовых характеристик, а также разработана спецстойкая электронная компонентная база на основе структур кремний на изоляторе (КНИ) и технические предложения по созданию опытного производства КНИ приборов.

Созданы основы базовой инфраструктуры национальной системы космического мониторинга территории Казахстана, впервые казахстанскими центрами приема и обработки данных ДЗЗ в Астане и Алматы было получено право коммерческого распространения продуктов обработки данных IRS и RADARSAT уровня Level 0 и Level 1, внедрен комплекс технологий для высокоточной географической привязки данных активного зондирования КА RADARSAT-1, ортонормирования радиолокационных изображений и создания цифровых моделей рельефа с использованием пакета PHOTOMOD-Radar, создана базовая сеть стационарных подспутниковых полигонов, расположенных в различных по-

звенно-климатических зонах Казахстана, ориентированная на информационную поддержку ГИС-технологий решения прикладных задач космического мониторинга и др.

Разработан технический проект многоуровневой системы экологического мониторинга космодрома «Байконур» и районов падения отделяющихся частей ракет-носителей, создана исходная база данных системы экологического мониторинга космодрома (районов падений № 15, 25 и позиционного района космодрома), разработана программа проведения комплексного экологического мониторинга воздействия ракетно-космической деятельности на объекты окружающей среды, т.е. были заложены научные основы системы мониторинга состояния и прогнозирования устойчивости территории Республики Казахстан к воздействию ракетно-космической деятельности.

Не менее важным мероприятием при реализации заданий Плана была задача по разработке и внедрению технологий дистанционного обучения специалистов по аэрокосмическому направлению, одним из итогов выполнения которой явились сформированные экспериментальные электронные учебно-методические комплексы с элементами мультимедиа и учебные программы.

Помимо этого, была разработана программа научных исследований и экспериментов (Программа) на борту Международной космической станции (МКС), включающая в себя выполнение экспериментов как на борту МКС, так и за ее пределами. Программа предусматривала реализацию 12 экспериментов в области физико-технических и геофизических исследований, а также в области космической биотехнологии и космической медицины и была утверждена при-



казом министра образования и науки Республики Казахстан Б. Айтимовой №53 от 3 февраля 2006 года. Казахстанскими учеными были выполнены все необходимые предполетные наземные исследования, разработаны технические задания на космический эксперимент. Каждый из предложенных в Программе экспериментов внес определенный вклад в решение актуальных фундаментальных и прикладных задач своего направления исследований. Так, в области космического материаловедения были предложены конкретные способы и технологии изготовления различных материалов. В области космической биологии и биотехнологии были предложены эксперименты, результаты которых носят фундаментальный характер, связанный с изучением механизмов адаптации живых организмов в стрессовых ситуациях и с последующим получением исходных стрессоустойчивых форм сельскохозяйственных культур. В области космической медицины предложенные эксперименты были направлены на диагностирование и коррекцию изменений психофизиологического состояния людей, целенаправленную коррекцию биоритмов, существенно изменяющихся у человека в условиях космического полета, а также изучение влияния температурной стимуляции чувствительных зон кожи на деятельность соматовисцеральных систем человека. В области разработки спецпродуктов и биологически активных добавок (БАД) были получены продукты и БАДы на основе казахстанского сырья, обладающие радиопротекторными и детоксицирующими, антианемическими и тонизирующими, иммуномодулирующими и антиоксидантными свойствами. При этом все разработанные спецпродукты, по итогам приемочных испытаний



в ГНУ НИИ ПП и СПТ РАСХН, были рекомендованы для включения в состав бортового питания членов экипажей МКС.

Не менее важным пунктом Плана была задача по разработке технических предложений по оснащению многоцелевого лабораторного модуля для реализации казахстанской научной программы. В результате выполнения данного мероприятия были разработаны 10 технических предложений, дополняющие и направленные на реализацию технических заданий Программы.

Все технические предложения, согласно научно-технической экспертизе специалистов РКК «Энергия», ЦНИИМаш, актуальны и технически реализуемы. Несмотря на то, что технические предложения были разработаны в 2005 году, свою актуальность они не потеряли, поскольку направлены на решение таких вопросов, как очистка атмосферы МКС, решение некоторых вопросов физико-технических и геофизических исследований.

Таким образом, все мероприятия Плана, выполняемые учеными и специалистами АО «НЦКИТ» и его подведомственных предприятий, а также соисполнителями, были реализованы в полном объеме. Полностью была подготовлена программа научных исследований и экспериментов на борту МКС, которая по объективным причинам не была реализована в 2009 году, разработаны технические предложения по оснащению многоцелевого лабораторного модуля. Кроме того, полученные результаты показывают, что отечественные ученые и специалисты решали и решают актуальные фундаментальные и прикладные задачи, способствующие дальнейшему развитию космической отрасли и науки в целом, рождению и становлению новых направлений исследований, которые нашли свое отражение в дальнейших программах прикладных научных исследований в области космической деятельности. ■



## 4 июня 2014 года исполнилось 60 лет со дня рождения ответственного секретаря Национального космического агентства РК **Ергазы Мейргалиевича НУРГАЛИЕВА**

**В**ся жизнь Ергазы Мейргалиевича связана с космосом.

В 23 года после окончания Усть-Каменогорского строительного-дорожного института был направлен на космодром Байконур. Проходил службу офицером срочной службы в подразделениях 130 строительного Главка МО СССР. Работал на объектах космодрома «Байконур», где велось строительство стартовых, технических сооружений. За время работы на космодроме Е.М. Нургалиев внес свой вклад в создание объектов космодрома «Байконур», принимал участие в возведении таких объектов космодрома, как №39 пусковая установка площадки 200, временный городок 110 площадки, реконструкция МИК на 112 площадке.

Приехал на полигон по направлению на два года, но, как оказалось, на тридцать с лишним лет...

Молодого специалиста, возглавлявшего проектное бюро управления капитального строительства космодрома Байконур, заметили в горько-партийной среде. В то время национальные кадры на таком закрытом режимном объекте были большой редкостью.

Так, в 1989 году Е. Нургалиев был назначен первым заместителем Председателя Ленинского городского исполнительного комитета Совета народных депутатов.

В годы «парада суверенитетов» в структуре впервые созданной администрации города Ленинска в 1992-1994 годы занимал посты главного архитектора города Ленинска, заместителя Главы администрации города по социальным вопросам, заместителя Главы администрации — председателя территориального комитета по государственному имуществу г. Ленинска.

Участвуя в формировании города Ленинска, как градостроительного комплекса, он в составе авторской группы проектировал и создавал такие достопримечательные места города, как пешеходная улица «Арбат», монумент «Ракета», памятник Ю.А. Гагарину, проспекта Абая, центрального рынка и многие другие объекты. К 150-летию юбилею Абая Кунанбаева организовал возведение на этом проспекте его бронзового памятника.

В 1995 году в условиях аренды комплекса «Байконур» распоряжением Президента РК был назначен на должность специального представителя Президента РК на космодроме Байконур. На ответственном посту первого спецпредставителя Главы государства на космодроме Нургалиев Е.М. работал почти десять лет.

Будучи спецпредставителем, Е.М. Нургалиев принимал активное участие в разработке международной правовой

базы космического комплекса «Байконур» в условиях аренды. В самое сложное время становления института спецпредставителя вместе с руководителями российской стороны и казахстанскими специалистами обеспечивал реализацию межгосударственных договорных документов по жизнедеятельности города и космодрома «Байконур».

Под руководством спецпредставителя Президента Казахстана на Байконуре Е.М. Нурғалиева была создана система подразделений государственных органов Республики Казахстан, успешно функционирующих в городе Байконур до настоящего времени. Результатом успешного сотрудничества с руководителями космического комплекса стало внедрение уникальной схемы управления городом с особым статусом, когда обеспечивается юрисдикция Казахстана и России.

В период работы спецпредставителя Нурғалиева Е.М. проводилась системная и последовательная работа по защите конституционных прав казахстанских граждан на Байконуре. Ярким примером этому служит тот факт, что в течение нескольких лет в городе Байконур, полностью финансируемом из российского бюджета, по инициативе и непосредственном содействии спецпредставителя было открыто шесть школ с казахским языком обучения.

В 2001 году Е. Нурғалиев получает второе высшее образование, успешно окончив Московский Международный независимый эколого-политологический университет по специальности «юриспруденция».

Личный пример порядочности, честности, профессионализма и настоящего патриотизма ветерана Байконура Е.М. Нурғалиева снискали ему высокий авторитет и уваже-

ние среди руководителей всех уровней ведомств Казахстана и России, работающих на Байконуре, простых жителей города и региона. В год 50-летия полета Ю.Гагарина в космос Е.Нурғалиеву было присуждено звание «Почетный гражданин города Байконур».

В сентябре 2005 года был назначен на должность заместителя, в сентябре 2007 года назначен первым заместителем Генерального директора совместного казахстанско-российского предприятия «Байтерек».

С момента создания Национального космического агентства РК Е.М. Нурғалиеву был поручен один из самых важных организационно-контрольных участков работы Агентства. В 2008 году распоряжением Президента РК он был назначен ответственным секретарем НКА РК.

При непосредственном участии ответственного секретаря были разработаны и утверждены организационно-штатная структура нового космического ведомства Казахстана, «Закон о космической деятельности в РК», ведется огромная работа по совершенствованию деятельности Казкосмоса в соответствии с государственной политикой РК.

Награжден орденами «Достык» II степени, «Парасат», медалями «10 лет независимости Казахстана», «20 лет независимости Казахстана», наградами Федерального космического агентства РФ — медалью К. Циолковского, медалью В. Филлипова, ведомственными знаками и дипломами РК и РФ. Почетный гражданин города Байконур.

Женат, супруга Сара — известный байконурский журналист.

Дочь Динара и зять Мурат — юристы. Самая большая радость юбиляра — внуки — Димаш, Даниел, Дастан. ■



# Анализ зарубежной практики сертификационных испытаний космической техники

**ИСМАИЛ Е.Е.**

ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО НЦКИТ



## Введение

Организация деятельности по оценке (подтверждению) соответствия в области космической деятельности является необходимым условием формирования современной космической отрасли, инфраструктуры обеспечения качества и эффективного развития рынка космических услуг.

Оценка (подтверждение) соответствия, в том числе сертификация и сертификационные испытания является общепризнанным в мировом сообществе инструментом, гарантирующим соответствие

качества продукции принятым нормам и стандартам.

Важным и необходимым элементом системы мероприятий, направленных на подтверждение соответствия продукции, являются сертификационные испытания.

Сертификационные испытания — это контрольные испытания продукции, проводимые с целью установления соответствия показателей качества и безопасности объекта требованиям нормативно-технических документов (техническим регламентам, международным, национальным стандартам, ус-

ловиям договоров и др.), условиям эксплуатации и устойчивости к воздействию внешних факторов.

Сертификационные испытания осуществляются исключительно для целей сертификации и являются элементом системы мероприятий, направленных на подтверждение соответствия фактических характеристик продукции требованиям нормативно технической документации. Для целей сертификации продукции также могут быть использованы результаты испытаний других категорий в порядке, установленном правилами сертификации.

Сертификационные испытания являются неотъемлемой частью во взаимоотношении заказчика и изготовителя продукции, предприятия-изготовителя конечной продукции и предприятий-смежников, поставщика и потребителя.

Постоянное повышение требований к качеству выпускаемой продукции, ее надежности и долговечности, рост сложности современной космической техники, создание новых видов продукции с использованием последних достижений науки и технологии, материалов с неизвестными ранее свойствами, необходимость определения новых технических характеристик, как в процессе разработки продук-

ции, так и на всех дальнейших стадиях ее жизненного цикла определили актуальность вопросов рациональной организации и проведения испытаний, расширения видов испытаний, совершенствования методов и средств их проведения.

Для обеспечения необходимых условий для объективного и независимого проведения всего комплекса необходимых сертификационных испытаний продукции в области космической деятельности и признания их результатов на международном уровне необходимо создание современного отраслевого сертификационного испытательного центра с использованием передового мирового опыта организации и проведения испытаний космической техники.

#### Организация сертификационных испытаний космической техники в ЕС

В качестве передового опыта организации и проведения испытаний космической техники (КТ) может быть рассмотрен опыт Испытательного центра ESTEC (European Space Research and Technology Center) [1].

Испытательный центр ESTEC создан Европейским космическим агентством (ЕКА) для проведения всех необходимых испытаний космического аппарата (КА) и его составляющих частей, испытания и проверки (верификации) изделий космической техники и технологий (приборов, программного обеспечения, полезной нагрузки и др.), которые будут использоваться по назначению как автономно, так и комплексно. Большинство космических аппаратов, создаваемых по проектам ЕКА, после сборки испытываются в испытательном центре ESTEC. Также испытательный центр



ESTEC проводит различные виды нестандартных критических испытаний и проверок по оценке прототипов и альтернативных вариантов приборов и оборудования.

При создании этого испытательного центра был использован передовой мировой опыт

в этой области (США, Германии, Франции и других европейских стран), он размещается в специальном здании в Нордвике (Нидерланды), оснащен самым современным оборудованием и является крупнейшим в Европе в своем классе и одним из крупнейших в мире.

#### Испытательный центр ESTEC обеспечивает проведение следующих видов испытаний [1]:

- 1) вибрационные испытания, в том числе на случайные, синусоидальные колебания, ударные воздействия;
- 2) акустические испытания;
- 3) термовакуумные испытания, в том числе «термоциклирование» и на проверку теплового баланса;
- 4) испытания механических конструкций и механизмов;
- 5) испытания на определение физических свойств КА и его систем (массы, центра масс, момента инерции и динамической балансировки);
- 6) испытания на электромагнитную совместимость, в том числе на эмиссию (излучение), чувствительность, электростатические разряды;
- 7) испытания на инфракрасные излучения;
- 8) испытания космических антенных конструкций;
- 9) электрические испытания электрического, электронного и электромеханического оборудования и приборов (EEE-компонент);
- 10) испытания программного обеспечения;
- 11) испытания системы управления ориентацией и движением по орбите;
- 12) испытания бортовой информационной системы сбора, обработки данных КА;
- 13) испытания радиочастотной системы полезной нагрузки;
- 14) испытания системы терморегулирования КА;
- 15) аэротермодинамические испытания;
- 16) испытания средств мехатроника и оптики;
- 17) испытания материалов на соответствие условиям эксплуатации;
- 18) испытания процессов производства и монтажа;
- 19) испытания на соответствие требованиям надежности;
- 20) испытания на соответствие требованиям безопасности.

**Таблица 1.**  
Основные сведения об  
испытательном  
оборудовании  
испытательного  
центра ESTEC

№	Наименование испытательного оборудования	Назначение	Примечание
1	Электродинамические шейкеры (виброустановки)	Вибрационные испытания	При синусоидальном, случайном изменении частоты и амплитуды вибрации и ударной вибрации.
1.1	80 килоньютоновый шейкер (80kN)	Для вибрационных испытаний небольших отдельных предметов (деталей) при высоком уровне ускорения	Используется для испытания компактных изделий, таких как микро-спутники, электронные устройства, батареи и т.п.
1.2	160 килоньютоновый шейкер (160kN)	Для вибрационных испытаний подсистем в вертикальной конфигурации	
1.3	Мультишейкер (Multishaker)	Для вибрационных испытаний КА с массой до 10000 кг в горизонтальном направлении	Построен из двух 160kN шейкеров, соединенных с большим столом скольжения
1.4	Система QUAD	Для вибрационных испытаний в вертикальном направлении крупных или тяжелых образцов	Построен из четырех 160kN шейкеров
2	Гидравлический шейкер HYDRA	Для многоосевого испытания на вибрацию	Способен генерировать вибрации, эквивалентные землетрясению в 7,5 балла по шкале Рихтера. Диапазон ускорения с 20 milli- G до 3G в полосе частот 1-100 Гц.
3	Акустическая система LEAF (Large European Acoustic Facility)	Для акустических испытаний	Испытательная камера LEAF имеет размеры 11 м в ширину, 9 м в глубину и 16,4 м в высоту. Максимальный общий уровень шума, который может быть достигнут, составляет 156 децибел.
4	Термовакuumная камера «Большой имитатор космического пространства» (Large Space Simulator — LSS)	Для термовакuumных и механических испытаний КА в характерных космических условиях	Имитирует условия экстремального вакуума, солнечной радиации и экстремальной температуры космического пространства. Общий объем камеры 2300 куб. метров.
5	Термовакuumная камера Phenix	Для термовакuumных испытаний небольших изделий в характерных космических условиях	Используется для термовакuumных испытаний подсистемы терморегулирования КА, полезной нагрузки, механизмов или малых КА в сборе.
6	Оборудование для определения физических свойств систем КА	Для высокоточного измерения массы, центра масс, момента инерции и динамической балансировки КА и его систем	
7	Испытательная камера Максвелла	Для испытаний на электромагнитную совместимость	Позволяет проводить испытания на эмиссию (излучение), чувствительность, электростатические разряды.
8	Антенный испытательный комплекс	Для испытания космических антенных конструкций	Состоит из двух испытательных стендов: для испытаний антенн (CATR) и полезной нагрузки (CPTR)

Для выполнения указанных видов испытаний испытательный центр ESTEC оснащен следующим испытательным оборудованием, основные сведения о которых приведены в таблице 1 [1].

Сертификационные испытания изделий космической техники осуществляются в соответствии с требованиями следующих основных стандартов:

1) ECSS-E-10-03A Space engineering. Testing (устанавливает требования к функциональным испытаниям и испытаниям на воздействие внешней среды космических систем и их составляющих);

2) ECSS-E-ST-10-02C Space engineering. Verification (устанавливает требования к проверке космической системы, определяет основную концепцию, критерии и требования к процессу проверки);

3) ECSS-E-ST-32-10C Space engineering. Structural factors of safety for spaceflight hardware (определяет факторы (коэффициенты) безопасности (factors of safety), факторы безопасности при проектировании (design factor) и другие дополнительные факторы, используемые при испытаниях конструкций КА, включая квалификационные и приемочные испытания);

4) ECSS-E-ST-32-11C Space engineering. Modal survey assessment (определяет базовые требования, предъявляемые к проведению и оценке модальных испытаний космических изделий);

5) ECSS-E-ST-32C Space engineering. Structural general requirements (определяет механические требования конструкциям на всех стадиях их жизненного цикла);

6) ECSS-E-ST-33-01C Space engineering. Mechanisms (определяет требования к проектированию, производ-



ству, испытаниям, надежности функционирования на орбите механизмов КА) и др.

Испытательный центр ESTEC позволяет проводить практически все виды необходимых сертификационных испытаний КА и его систем, а также материалов и процессов.

#### Организация сертификационных испытаний космической техники в США

В США действуют многочисленные законы по безопасности различных видов продукции, которые и служат правовой основой сертификации соответствия. Согласно





этим законам обязательной сертификации подлежит продукция, на которую принят государственный стандарт, а также закупаемая государством на внутреннем и внешнем рынках. Обязательная сертификация на безопасность, как правило, проводится для такой продукции, как автомобили, воздушные и морские суда, космические транспортные системы и т.п.

Обязательная сертификация контролируется государственными органами.

Нормативной базой сертификации являются стандарты, которые разрабатываются:

- правительственным органом по стандартизации — Национальным институтом стандартов и технологий (NIST), который разрабатыва-

ет обязательные государственные стандарты;

- Министерством обороны США, Национальным управлением по авиации и исследованию космического пространства (NASA);

- Американским обществом по испытаниям материалов (ASTM);

- Национальной ассоциацией изготовителей электрооборудования (NEMA);

- Федеральным агентством по защите окружающей среды EPA (для сертификации различных производств, двигателей внутреннего сгорания, наземного, водного и воздушного транспорта и т.п.).

Общее руководство сертификацией в США осуществляет Сертификационный комитет, действующий в составе NIST, в функции которого входит одобрение и регистрация программ по сертификации, правил проведения сертификации, проверка компетентности органов по сертификации (наличие надлежащего оборудования, уровень квалификации персонала и т.п.).

В США в сертификационных работах участвует более 2000 испытательных лабораторий. В их число входят крупные лаборатории общенационального значения, лаборатории научно-исследовательских институтов и страховых компаний и независимые лаборатории институтов и университетов.

Обязательная сертификация в области космической деятельности контролируется Министерством обороны и Национальным управлением по авиации и исследованию космического пространства (НАСА).

НАСА имеет 11 научно-исследовательских центров, которые располагают развитой экспериментальной и испытательной базой, и проводят различные виды испытаний РКТ по своим направлениям [2].

В США и ЕС при организации испытаний изделий космической техники используется следующая классификация разбиения космического аппарата на составные части [3]:

- КА в целом;
- подсистемы;
- оборудование (или компоненты);
- элементы, представляющие интерес с точки зрения испытаний на определенных виды воздействий.

Испытание и сертификация изделий космической техники осуществляются в соответствии с требованиями следующих основных стандартов [4]:

1) ISO 15864:2004 Space systems. General test methods for space craft, subsystems and units (устанавливает общие методы испытаний космических аппаратов, их подсистем и блоков);

2) Военный стандарт США MIL-STD-1540C Test Requirements for Launch, Upper Stage, and Space Vehicles (описывает комплексный подход к испытаниям изделий космической техники и содержит требования, предъявляемые в МО США к наземным испытаниям ракеты-носителей (РН), разгонных блоков (РБ), КА, их подсистем и блоков на воздействие различных воздействующих факторов);

3) Технический Регламент (Меморандум) NASA/TM-4322, Technical Memorandum 4322, NASA Reliability Preferred Practices for Design and Test (Рекомендуемая практика обеспечения надежности при проектировании и испытаниях);

4) Технический стандарт NASA-STD-5001 Structural Design and Test Factors of Safety for Spaceflight Hardware (Структурное проектирование и факторы испытаний на безопасность технических средств космического назначения);

5) Технический стандарт NASA-STD-5002 Loads Analysis





of Spacecraft and Payloads (Анализ нагрузок космического аппарата и полезной нагрузки);

6) Технический стандарт NASA-STD-7001 Payload Vibroacoustic Test Criteria (Критерии виброакустических испытаний полезной нагрузки);

7) Технический стандарт NASA-STD-7001 Payload Test Requirements (Требования к испытаниям полезной нагрузки) и др.

В соответствии с установленными нормативными требованиями в рамках проводимых работ по квалификации и приемке изделий РКТ проводятся следующие виды обязательных испытаний:

- на действие ударных нагрузок (обязательны только при квалификационных испытаниях);

- акустические;
- вибрационные (случайные колебания);
- вибрационные (синусоидальные колебания);
- статические (обязательны только при квалификационных испытаниях);
- модальные.

В целях сокращения стоимости и сроков сертификационных испытаний в США применяются новые подходы к проведению сертификационных испытаний космической техники, заключающиеся в следующем. Программы и методики сертификационных испытаний базируются на максимальном использовании информации о качестве и безопасности изделия на всех стадиях жизненного цикла, в том числе при выполнении других

категорий испытаний, результатов предварительных расчетов показателей надежности и безопасности с использованием методов и инструментальных средств, гарантирующих получение надежных результатов [5,6]. Решения по оптимизации сертификационных испытаний принимаются индивидуально для каждого конкретного случая на основе детального анализа и оценки уровня риска по согласованию с заказчиком.

#### Организация сертификационных испытаний космической техники в РФ

В ракетно-космической промышленности РФ сертификационные испытания создаваемых изделий ракетно-космической техники (РКТ), их



систем и элементов, совмещающихся с предусмотренными конструкторской и эксплуатационной документацией наземными испытаниями, летно-конструкторскими и зачетными летными испытаниями. На основе этого подхода осуществляется деятельность Федеральной системы сертификации космической техники (ФСС КТ), созданной для подтверждения соответствия изделий РКТ, их составных частей и услуг в области космической деятельности предъявляемым требованиям [7].

Область деятельности ФСС КТ распространяется на следующие объекты:

- космическую технику, включая космические объекты, наземные и иные объекты космической инфраструктуры научного и народнохозяйственного назначения и их составные части (создаваемые вновь и модифицированные, а также находящиеся в серийном производстве и эксплуатации);
- оборудование, применяемое при создании и использовании космической техники;

- импортируемые компоненты РКТ;
- модели РКТ зарубежного производства, предназначенные для выведения на орбиту с помощью российских ракет-носителей и размещенные на российских космических аппаратах;
- разработку, испытания, производство, эксплуатацию и утилизацию РКТ;
- космические услуги;
- системы качества и производства РКТ;
- испытательные лаборатории (центры);
- экспертов-аудиторов.

Органом государственного управления ФСС КТ является Федеральное космическое агентство (Роскосмос), в компетенцию которого входят:

- руководство созданием, функционированием и развитием ФСС КТ,
- осуществление государственного субсидирования работ по созданию и развитию ФСС КТ;
- определение и утверждение перечня изделий, процессов и услуг в области

космической деятельности, подлежащих сертификации;

- лицензирование деятельности в области сертификации РКТ
- организация обязательной сертификации РКТ;
- определение испытательных центров и их аккредитация;
- установление правил и процедур сертификации.

Главным исполнительным органом ФСС КТ является Центр сертификации КТ (ЦСКТ), который на основе лицензионного соглашения с Роскосмосом проводит сертификацию изделий, процессов и услуг в области РКТ и космической деятельности, работы по аккредитации органов по сертификации, испытательных центров и лабораторий, аттестации экспертов-аудиторов [8].

В рамках ФСС КТ созданы органы по сертификации и испытательные центры (лаборатории):

- функциональных систем изделий РКТ (ракетных блоков, двигательных установок, систем электропитания, систем телеизмерений, систем управления, стыковочных устройств, радиотехнических бортовых систем, заправочных систем и пр.);
- систем качества при разработке и производстве РКТ;
- метрологического обеспечения производства РКТ;
- прочности, аэродинамики, динамики ракет-носителей, разгонных блоков и космических аппаратов, тепловых режимов и материалов;
- оборудования, используемого при испытаниях и производстве изделий РКТ;
- а также другие органы, необходимые для проведения всесторонней и объективной оценки соответствия изделий РКТ и элементов космической инфраструктуры предъявляемым требованиям.

Органы по сертификации имеют статус юридического лица, аккредитуются в ФСС КТ и выполняют практические процедуры сертификации конкретных видов изделий РКТ, процессов и услуг. Работа органов по сертификации координируется и направляется Центром сертификации КТ.

В настоящее время в ФСС КТ аккредитовано Роскосмосом 18 органов по сертификации и 16 испытательных центров на базе различных НИИ и КБ ракетно-космической промышленности (РКК «Энергия» им. С.П. Королева, ФГУП ЦНИИмаш, ОАО «ГРЦ Макеева», ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ», ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», ОАО «ВПК «НПО машиностроения» ЗАО «ТЕСТПРИБОР», ФКП «НИЦ РКП» и др.).

При проведении работ по сертификации РКТ используется отраслевой фонд нормативных документов (около 4500 наименований), результаты проектно-конструкторских работ наземных и летных испытаний. Следует отметить, что практически все применяемые при квалификации/присвоении изделий РКТ категории «ОС» («Особо Стойкий») стандарты и документы, в том числе стандарты, определяющие требования при испытаниях (последовательности, методы и условия), носят конфиденциальный характер. Иностранном аналогом данной категории продукции, обладающей наивысшей уровнем надежности и стойкости к воздействию внешних факторов, является категория «Срасе». Как известно, к продукции категории ОС относятся практически все изделия, комплектующие и элементы РКТ.

Требования к испытаниям ракетно-космической техники регламентируются следующими основными нормативными документами:



1) ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения;

2) ГОСТ РВ 15.307-2002 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Испытания и приемка серийных изделий (устанавливает основные категории испытаний, цели и порядок их проведения, и принятия решений о приемке изделий по результатам испытаний);

3) ОСТ 92-5100-2002 Аппаратура космических комплексов. Общие технические условия;

4) ГОСТ РВ серии 20.39 (устанавливает общие технические требования к аппаратуре, приборам, устройствам и оборудованию военного назначения);

5) ГОСТ РВ 20.39.304-98 Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойко-

сти к внешним воздействующим факторам;

6) ГОСТ РВ серии 20.57 (устанавливает требования к контролю качества аппаратуры, приборов, устройств и оборудования военного назначения) и др.

7) ГОСТ РВ 20.57.306-98 Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства, и оборудование военного назначения.

Проведение сертификационных испытаний РКТ в РФ имеет определенные различия по сравнению с практикой ЕС и США, обусловленные следующими основными факторами:

- отсутствие возможности контроля технологического процесса производства РКТ со стороны независимого органа;

- отсутствие полной и подробной нормативно-технической документации на сертифицируемые изделия (проблема конфиденциальности);

- различия в требованиях международных, зарубежных стандартов и россий-



ских стандартов (проблема гармонизации).

- различие в классификации разбиения космического аппарата на составные части — объекты испытаний.

Роскосмос планирует в ближайшее время заменить конфиденциальные стандарты на аналогичные открытые документы для сертификации ракетно-космической техники научного и народнохозяйственного значения, которые созданы в рамках ФСС КТ и имеют статус временных положений. В тоже время все эти документы ссылаются на вышеуказанные комплексы стандартов.

### Выводы

Анализ передовой зарубежной практики сертификационных испытаний космической техники позволяет выработать следующие основные принципы и рекомендации по их проведению:

- в целях гармонизации требований к составу объектов

и видам испытаний использовать зарубежную классификацию разбиения космического аппарата на составные части (объекты испытаний), а также категорий и видов испытаний;

- сокращение объемов, стоимости и сроков сертификационных испытаний оценки с обеспечением необходимого уровня риска;

- предусмотреть на всех этапах жизненного цикла изделия КТ мероприятия по оценке соответствия нормативным требованиям с созданием единой базы данных их результатов;

- в программах различных категорий и видов испытаний изделий КТ предусмотреть возможность использования их результатов для целей сертификации;

- обоснованная замена натуральных испытаний методами расчета, анализа и моделирования, гарантирующих получение надежных результатов;

- программы и методики сертификационных испы-

таний должны базироваться на максимальном использовании информации о качестве и безопасности изделия на всех стадиях жизненного цикла, в том числе при выполнении других категорий испытаний, надежных результатов расчетов, анализа и моделирования;

- максимальное сближение, вплоть до полного воспроизведения норм, правил и процедур, принятых ЕС, в области испытаний и сертификации КТ;

- методы и средства проведения сертификационных испытаний изделий КТ должны быть подвергнуты процедурам верификации, т.е. проверке и доказательству (подтверждению) их соответствия требованиям и нормам стандартов и другой нормативной документации. ■

### Литература

1. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering/About\\_ESTEC\\_Test\\_Centre2](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering/About_ESTEC_Test_Centre2)
2. <http://www.nasa.gov/>.
3. MIL-STD-1540C Test Requirements for Launch, Upper Stage, and Space Vehicles
4. <https://standards.nasa.gov/public>:
5. CMI 003 AICC/CMI Certification Testing Procedures, 2008
6. AFI 99-103 Air Force Instruction. Test and Evaluation. Capabilities-Based Test and Evaluation, 2013
7. Федеральная система сертификации космической техники научного и народнохозяйственного назначения: Сборник руководящих общесистемных документов. М.: Машиностроение, 1995.
8. <http://www.csct.ru/>

# Launchers

Приложение к журналу «Космические исследования и технологии»



КОСМОДРОМЫ  
И НОСИТЕЛИ



Проект «Ангара» на финишной прямой

Конверсионная ракета объединила три страны

# Ангара — 2014



**Дмитрий ВОРОНЦОВ,**  
независимый эксперт в области ракетно-космической техники,  
Россия

*Эта статья написана примерно за месяц до первого старта ракеты-носителя «Ангара-1.2ПП», планируемого на 25 июня. Исход пуска, если он состоится в указанный срок, возможно, станет известен читателю еще до того, как он откроет этот номер журнала. Мы обязательно напишем об этом долгожданном событии. Пока же мы намерены рассказать об истории и текущем состоянии этого проекта. На основе исключительно открытых источников, разумеется.*



## Долгострой?

В кругах пишущей братии, да и среди активной части «околокосмической публики», проект «Ангара» нередко принято называть не иначе как «самым большим космическим долгостроем». На самом деле это не совсем так. Во-первых, «самым-самым» ракетным долгостроем в мире является, пожалуй, бразильская ракета-носитель VLS-1, разработка которой началась аж в 1974 году (поздравим бразильцев с юбилеем!). Во-вторых, реальное финансирование проекта началось лишь лет десять назад. Да, и принятый к реали-

зации вариант ракетного комплекса очень сильно отличается от первоначальной концепции.

Для понимания общей ситуации напомним вкратце историю космического ракетного комплекса «Ангара». Она началась осенью 1992 года с Постановления Правительства России. Согласно заданию, разработчики должны были определить оптимальный вариант перспективного комплекса, обеспечивающего «гарантированный доступ» России в космос. В то время, сразу после распада СССР, многие проблемные вопросы, возникшие на постсоветском пространстве, были далеки от решения. Одним из них был вопрос использования космодрома Байконур, оказавшегося на территории суверенного государства. Поэтому вовсе не удивительно, что разработка нового ракетного комплекса была связана не столько с техникой, сколько с политикой.

Некоторые эксперты без оснований считают, что сам проект «Ангара» был зате-

ян российским руководством лишь для того, чтобы оказать давление на Казахстан, с которым велись непростые переговоры о статусе Байконура. Как бы то ни было, работы над новым носителем начались. К конкурсной разработке были привлечены НПО «Энергия», КБ «Салют» (а с июня 1993 г. — ГКНПЦ имени М.В. Хруничева, который был образован слиянием Завода имени Хруничева и КБ «Салют») и ГРЦ «КБ имени академика В.П. Макеева» (г. Миасс). По некоторым данным, на ранней стадии в конкурсе принимало участие и самарское «ЦСКБ-прогресс». Основными требованиями к новому комплексу были: применение комплектующих исключительно отечественного происхождения и использование недостроенного стартового комплекса РН «Зенит-2» в Плесецке.

В январе-апреле 1993 г. предприятия подготовили технические предложения, а в октябре-декабре 1993 г. — эскиз-

ные проекты в объеме первого этапа. В финал конкурса вышли два проекта. Центр имени Хруничева предложил двухступенчатую РН тяжелого класса «Ангара-26» грузоподъемностью 26 тонн на низкой орбите (отсюда и цифра в условном названии). Первая ступень оснащалась кислородно-керосиновым двигателем РД-174 (модификация серийного РД-171 от «Зенита»), вторая — кислородно-водородным РД-0120А (модифицированный двигатель с центрального блока «Энергии»). РКК «Энергия» и ГРЦ имени Макеева предложили ракету «попроще» — полностью керосиновое двухступенчатое изделие ГК-6, первая ступень которого представляла связку из трех ракетных блоков с еще только проектируемыми двигателями РД-180.

В сентябре 1994 г. победу в конкурсе одержал ГКНПЦ имени М.В. Хруничева с проектом ракеты «Ангара-26». Основание для победы — максимальное использование готовых решений и компонентов. Например, по геометрии хвостового отсека «Ангара-26» полностью соответствовала «Зениту», и ракета без проблем «вставала» в стартовый комплекс. Двигатели РД-171 и РД0120 еще находились в серийном производстве. Для конкурирующего проекта ГК-6 требовалось освоение двигателей РД-180. Тогда, видимо, дело это считалось неподъемным... Не обошлось, разумеется, и без подковерных интриг.

Как бы то ни было, 6 января 1995 г. разработка «Ангара» была узаконена Указом Президента РФ. Затем, 26 августа 1995 г., в развитие Указа вышло Постановление Правительства России. В этих документах предписывалось построить для «Ангара» новый стартовый комплекс на Дальнем Востоке — на космодроме

«Свободный». Летные же испытания должны были проходить в Плесецке.

Однако, несмотря на высочайшее одобрение проекта, названного «задачей государственной важности», его реализация застопорилась, чему было множество причин, как объективного, так и субъективного свойства. Во-первых, пока проектанты потели у кульманов, Россия и Казахстан смогли договориться о взаимовыгодном использовании Байконура. Острота проблемы «независимого доступа» в космос была снята. Во-вторых, у государства не было ни денег, ни особого желания тратить их на космические проекты. В-третьих, Росавиакосмос не проявил ровным счетом никакого интереса к новому носителю: агентство устраивал существующий парк РН, который начал к тому же с успехом выходить на международный рынок космических запусков.

Еще одним фактором, «играющим» против «Ангара-26» стало то обстоятельство, что РКК «Энергия», которой было поручена разработка второй ступени носителя, не проявляло должного энтузиазма. Более того, не смирившись с поражением, «Энергия» продолжала проталкивать свой вариант, параллельно критикуя проект конкурента. Наконец, фактор использования готовых элементов в значительной мере утратил свою привлекательность. В условиях экономического хаоса было прекращено производство РД0120, а сама идея создания мощной водородной инфраструктуры в Плесецке и в Свободном уже была из области фантастики.

В этих условиях Центр Хруничева принял решение переработать проект с учетом, в первую очередь, своих интересов. Для этого было необходимо исключить из кооперации





конкурирующие организации, а из проекта — сложные решения, вроде применения водорода. Также по возможности необходимо было охватить максимально широкий сектор рынка коммерческих запусков, на который Центр Хруничева уже прорвался с «Протонами». На смену концепции «сделаем ракету из всего готового» пришла новая — «сделаем ракету из унифицированных модулей». Так появились два универсальных ракетных модуля: УРМ-1 для нижних и УРМ-2 — для верхних ступеней.

#### Реальность

Мы уже писали о достоинствах и недостатках идеи создания ракет из модулей. Поэтому здесь заметим лишь, что тогда — в 1996-98 гг. — для разработчиков одним из главных

побудительных мотивов смены концепции проекта «Ангарты» было желание создать семейство носителей, которые бы охватывали все классы полезных нагрузок — легких, средних и тяжелых. Надо сказать, что определенная основа для такого подхода имела. В 1990-х гг. начался бум низкоорбитальных систем связи. Один за другим появлялись «Глобалстар», «Иридиум» и «Орбкомм». Для их развертывания и восполнения (а в каждой системе полного состава должно было быть несколько десятков спутников), как казалось, были востребованы все классы носителей. Кроме того, российским военным требовался современный легкий носитель на замену «Космосу-3М», «Циклонам», «Рокотам». В результате, к середине 2000-х гг. было сформировано семейство ракет «Ангара-А1.2», «Ангара-А3» и «Ангара-А5».

Увы, в этих ожиданиях и кроется самый большой просчет Центра Хруничева. Низкоорбитальные системы оказались на грани краха, не выдерживая конкуренции с соевыми сетями связи. А конверсионных «Рокотов» и «Днепров» хватило надолго. Кроме того, оказалось, что легкий носитель можно создать, причем быстрее, чем «Ангарту», на иной базе. Чему примером служит самарский «Союз-2.1в». Не лучше обстояли дела и со средним носителем, у которого уже был летающий — пусть и не всегда — аналог: РН «Зенит». В результате, реально востребованным оказался только носитель тяжелого класса — «Ангара-А5».

Между тем, решение о переходе к «модульным ракетам», на наш взгляд, во многом предопределило длительные сроки создания комплекса. Для новых ракет пришлось заново разрабатывать новый мощный двигатель РД-191. Этот процесс за-

нял целых десять лет. Тяжелый носитель уже не помещался в СК «Зенита», и недостроенный старт в Плесецке пришлось, по сути, строить заново. Незадолго до своей отставки бывший глава Роскосмоса В.А. Поповкин признал, что решение использовать недостроенный старт было ошибкой, и построить новый комплекс с нуля было бы дешевле.

При этом ситуация усугублялась и ранее не учитываемыми факторами. К тому моменту, когда на проект пошло реальное финансирование, оказалось, что многие комплекующие наземной инфраструктуры не производятся, а кадров, способных грамотно спроектировать старт, осталось очень мало. Именно проблема стартового комплекса стала главным тормозом всего проекта. Это же уму непостижимо: в 2009-2010 гг. УРМ-1 и УРМ-2 прошли полный цикл огневых испытаний, а ракета не полетела и до сих пор!

В целом же, надо признать, что облик ракет семейства «Ангара» был сформирован не исходя из объективной потребности российского государства, а на основании сиюминутной конъюнктуры, неверных прогнозов развития рынка и тех финансовых ограничений, которые были характерны для России на рубеже веков.

#### Устарела ли «Ангара»?

Тем не менее, к настоящему времени проект обрел «плоть и кровь». Все элементы «Ангарты» прошли экспериментальную отработку на земле, а УРМ-1, хотя и в комплектации, отличной от штатной, даже трижды слетал в составе южнокорейской ракеты Naro-1 (KSLV-1). Прототип двигателя РД0124А, который применен в УРМ-2 — РД0124, успешно летает в составе ракет-носителей «Союз-2.1б и — 2.1в». Дви-



гатель РД-191 давно прошел межведомственные испытания и запущен в мелкое серийное производство в НПО «Энергомаш». На двух заводах — Воронежском механическом и «Металлист-Самара» — ведется производство камер РД-191. А на «Протон-ПМ» освоено производство многих агрегатов. На этом же заводе в перспективе планируется осуществлять и сборку двигателя.

Омское ПО «Полет» завершает подготовку серийного производства УРМ-1, там же будет производиться и сборка РН «Ангара» легкого класса. Завод уже освоил производство ряда агрегатов и отсеков ракеты. На космодроме Плесецк завершаются строительные-монтажные работы на техническом и стартовом комплексах. Принято решение о строительстве стартового комплекса с двумя пусковыми установками на космодроме Восточный.

И в этих условиях, незадолго до первого пуска, как гром среди ясного неба, раздаются слова нового главы Роскосмоса О.Н. Остапенко, сказанные им 24 октября 2013 г. на совещании в агентстве: «Лично мое убеждение, что данная ракета для Восточного — это тупиковая ракета, она не даст нам возможности развиваться. Мы вынуждены будем потом вкладывать опять бешеные деньги и строить рядом еще что-то... Я считаю, что «Ангара» — это тупиковое решение для последующего развития нашей страны в этой области. Поэтому нужно готовить убедительную программу для доклада президенту, как бы это ни было сложно и неприятно, поскольку убеждали в другом. Но тратить деньги впустую и выжидать чего-то мы не будем, нужно занимать активную позицию».

Общественная реакция на эти слова была настолько сильной и недоуменной (ведь,

они были произнесены в отношении «задачи государственной важности»), что Олег Николаевич через несколько дней был вынужден пояснить: «Необходимо учитывать контекст сказанного. В настоящее время работы по созданию линейки ракет «Ангара» продолжаются. На первый пуск легкой ракеты с Плесецка мы планируем выйти летом следующего года. И на Восточном стартовый стол для «Ангары» будет строиться, как и было запланировано, там уже завершила работу рекогносцировочная комиссия, выбиравшая место для стройки. Но затем перед нами встает вопрос о создании нового носителя сверхтяжелого класса, в том числе для пилотируемой миссии к Луне. И вот здесь к «Ангаре» возникает много вопросов. Стоит ли строить на ее основе ракету сверхтяжелого класса?».

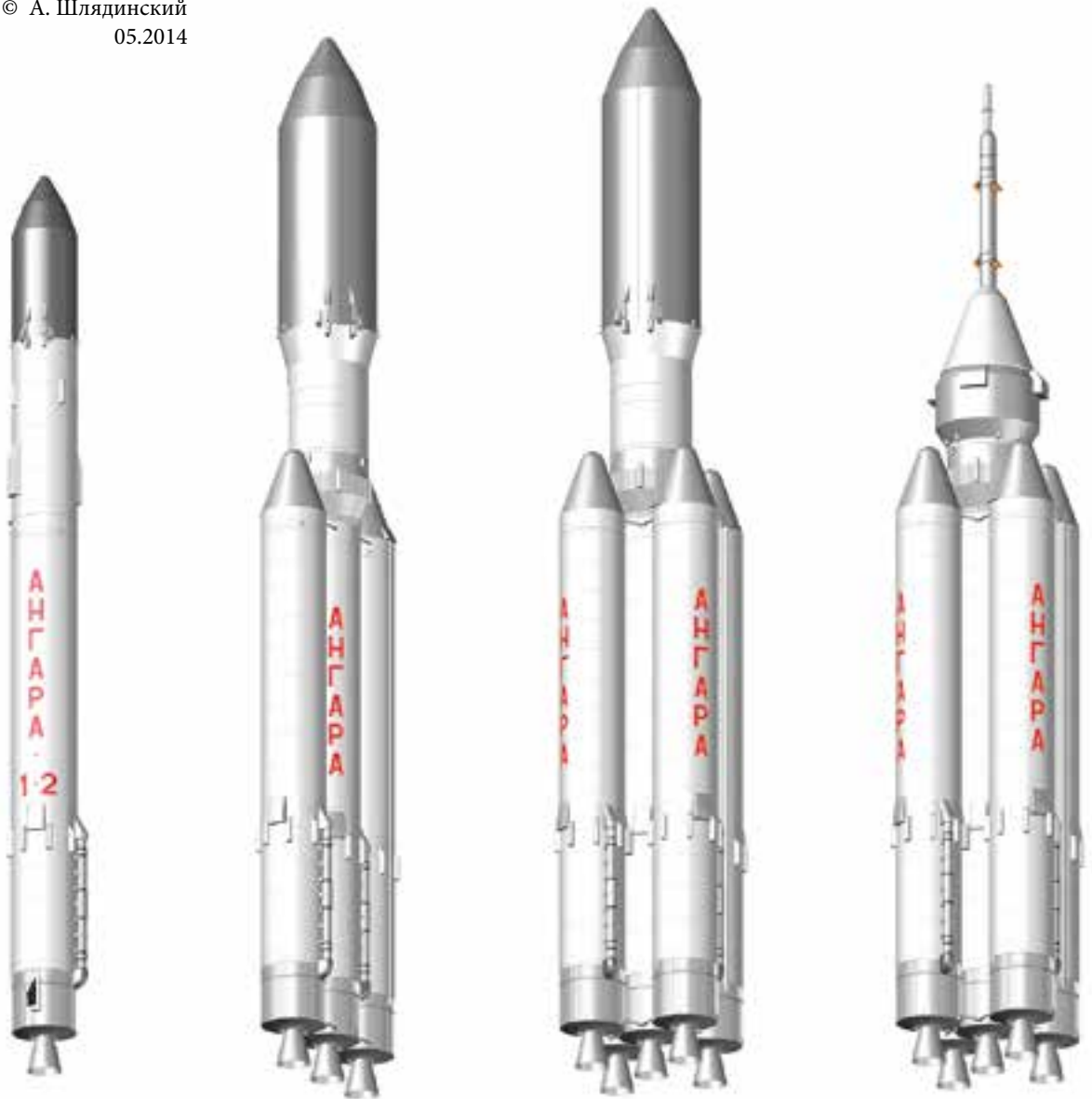
Однако, «волна» уже пошла. Слова руководителя Роскосмоса породили множество рассуждений на тему «моральной устарелости» «Ангары». Тем более, что на упомянутом совещании в Роскосмосе одним из его участников было заявлено, что у «Ангары» один весьма значимый порок — она слишком дорогая». Точная себестоимость ракеты неизвестна, но некоторые эксперты оценивают ее в 100 млн \$ в текущих ценах. Напомним, что это даже выше, чем стоимость коммерческого пуска «Протона-М»!

Казалось бы, что тут гадать: «Ангара» — плохая ракета! Но давайте не спешить с выводами. Начнем с того, что некорректно сравнивать стоимость единичной опытной ракеты с изделием, давно запущенным в производство. А, как известно, при увеличении серийного производства, себестоимость изделия уменьшается. В результате, через 10-15



© А. Шлядинский  
05.2014

© А. Шлядинский  
05.2014



лет серийная «Ангара» может стоить и дешевле нынешнего «Протона-М». Предпосылки к этому есть. Например, в тяжелой «Ангаре-5» всего шесть блоков и шесть двигателей, тогда как в «Протона» девять блоков (включая шесть навесных баков горючего первой ступени) и 12 двигателей! Кроме того, себестоимость «Ангары» формируется практически целиком в пределах холдинговой структуры Центра Хруничева, который может ее

контролировать достаточно эффективно.

Теперь рассмотрим ситуацию с «моральным устареванием» «Ангары-А5» (речь, в первую очередь, именно об этой ракете). Если не усложнять, то морально устаревшим можно считать изделие, у которого появился более совершенный аналог. Более современной ракеты с лучшими, чем у нее техническими параметрами (например, по относительной массе полезного груза) в России нет.

Если сравнивать «Ангару-5» с зарубежными аналогами, то и здесь ситуация далека от катастрофической. По техническому совершенству «Ангара-5» превосходит «Ариан-5» и сопоставима с американскими серии EELV — Atlas и V Delta IV. Однако она уступает им по эксплуатационным характеристикам. В частности, в ее составе больше напряженных ЖРД, а ее подготовка к пуску, по некоторым данным, включает большое количество ручных операций.



Впрочем, при относительно небольшой частоте запусков, характерных для современности, это не критично.

Если сравнивать «Ангару» с китайским семейством CZ-5 («Великий поход-5»), то преимущество на стороне российской ракеты. Она обладает лучшей весовой отдачей при выведении на низкую околоземную орбиту (даже с учетом того, что в китайской ракете используется жидкий водород). Кроме того, в семействе «Ангары» используется всего лишь два типа ракетных модулей и два типа ЖРД маршевых ступеней. В китайской серии применяются три типа модулей и два типа двигателей. Причем в самом грузоподъемном варианте (CZ-5B/E) в маршевых ступенях используются 10 жидкостных ракетных двигателей, работающих на двух разных видах ракетного топлива. То есть, по эксплуатационным характеристикам «Ангара» превосходит китайский аналог.

Разумеется, российская ракета не лишена недостатков, и их достаточно много. В частности, подвергается критике слишком

малая размерность УРМ-1 и их большое количество в тяжелой ракете. Учитывая, что ставка на легкий и, с некоторыми оговорками, средний носитель не оправдалась, можно полагать, что исходную конфигурацию «Ангары-5» можно было бы сформировать из меньшего количества ракетных блоков. В этом смысле предпочтительнее выглядит ракета ГК-6. Возможны были и иные варианты.

Вызывает определенные сомнения надежность двигательной установки «Ангары», основанной на напряженном двигателе РД-191 (у него давление в камере сгорания даже выше, чем в РД-171 и РД-180). Учитывая, к примеру, неважную статистику РД-171М в составе «Зенита», можно предполагать, что 5 двигателей «Ангары-5» лучше не будут. Но, с другой стороны, надо иметь в виду, что других разработчиков мощных ЖРД, кроме «Энергомаша», в России не было. А «Энергомаш», соответственно, развивал то направление, которое уже освоил.

Размерность модуля УРМ-2, более или менее подходящая

для средней и тяжелой «Ангары», оказалась избыточной для легкой ракеты. В результате, штатная «Ангара-1.2» будет эксплуатироваться с новой — уменьшенного размера (меньше заправка топлива, диаметр уменьшен с 3.6 до 2.9 м) второй ступенью, создаваемой «на основе решений УРМ-2». А это уже раз унификация и снижение серийности для УРМ-2.

Из-за растянутости проекта по времени, в «Ангаре» законсервированы технологии 1980-90-х гг. Кроме того, в отличие от зарубежных аналогов, в российском ракетном семействе пока нет водорода, он появится лишь с созданием криогенного разгонного блока КВТК («Кислородно-водородный тяжелого класса»). Однако, по большому счету, и это нельзя считать критическим недостатком. Ракета «не обязана» быть средоточием хайтека, она должна быть простой, надежной и дешевой. А какие в ней заложены технологии — вопрос не первый. Летает же, и считается одним из наиболее дешевых носителей, ракета «Союз», воплощение технологий середины прошлого века.



Энергетических возможностей «Ангары» будет достаточно еще долго. Есть и перспективы развития. Например, увеличение тяги и заправки УРМ-2, использование КВТК, облегчение конструкции — в перспективе — за счет перехода к алюминий-литиевым сплавам и более широкого использования композитов. Все это позволит довести грузоподъемность на низкой орбите до 30 т и на геопереходной — не менее чем до 8 тонн.

Если же говорить обобщенно, то «Ангара» — отнюдь не технический шедевр, но и о моральном ее старении говорить пока рано.

#### Международный акцент

Интересный факт: «Ангара» — вторая ракета, после Р-1, созданная с иностранной помощью. Но если Р-1 была копией А-4 и ее помогли осваивать немецкие специалисты, то с «Ангарой» история иная. Ее рождению поспособствовали

южнокорейские деньги. Как известно, Южная Корея давно имеет космические амбиции, и намерена в скором будущем стать одной из ведущих космических держав. Для этого, разумеется, нужны свои ракеты-носители.

После того, как достичь успехов в самостоятельной разработке РН не получилось, в 2002 г. Южная Корея начала переговоры с Россией. В итоге, в 2004 г. было заключено соглашение об участии Центра Хруничева в создании национального носителя KSLV-1, в котором первая ступень представляла собой модификацию УРМ-1 с двигателем РД-151 (упрощенная версия РД-191). Корейцы вложили в проект около 500 млн \$. За эти деньги российские предприятия провели опытно-конструкторские работы, изготовили три первых ступени, а также спроектировали стартовый комплекс. Первые два пуска южнокорейской РН — 25 августа 2009 г.

и 10 июня 2010 г. — окончились аварийно, но не по вине российской матчасти. Третий пуск, состоявшийся 30 января 2013 г., ввел Южную Корею в клуб космических держав.

Пока дальнейшие перспективы сотрудничества России и Южной Кореи по средствам выведения неясны. Дело в том, что корейцы, в первую очередь, были заинтересованы в получении современных ракетных технологий. Но из-за международного контроля их экспорта, Южная Корея смогла получить лишь готовые изделия. Недовольные этим, корейцы в прошлом году заявили, что намерены следующий носитель KSLV-2 делать самостоятельно. Они уже достаточно продвинулись в создании мощных кислородно-керосиновых ЖРД.

В 2007 г., вероятно, основываясь на опыте работы по проекту KSLV-1, Центр Хруничева предложил Бразилии проект «Южный Крест»: семейство

РН легкого и среднего классов («Гамма», «Дельта», «Эпсилон») на основе УРМ-1 и небольшой верхней ступени с двигателем 11Д33 (от разгонного блока Л/ЛМ). Несмотря на привлекательность технических характеристик, судя по всему, Бразилия проект отвергла. Причины отказа в российской прессе не указывались, но можно предположить, что все дело в банальной нехватке денег. Ведь Бразилия в это же время, кроме доводки собственной РН VLS-1, ввязалась в совместный с Украиной проект «Алкантара-Циклон-Спейс». Любопытно в этой истории то, что в «Южном Кресте» Центр Хруничева выступил конкурентом российскому же предприятию — ГРЦ им. Макеева, которое уже пару лет занималось этим проектом.

Самым известным же международным проектом с участием «Ангары» стал всем известный многострадальный «Байтерек». Не будем подробно останавливаться на его описании, а выскажем лишь предположение о причинах его затягивания и реформирования. Думается, кроме технических проблем, важную роль сыграли и субъективные факторы. Российская сторона, как представляется, была не сильно заинтересована в проекте. Особенно после начала создания космодрома Восточный. К тому же, как ни прискорбно признавать, обе стороны недооценили финансовых затрат на реализацию столь сложного проекта.

### Перспективы

Итак, к концу второго десятилетия своего существования проект «Ангара» вышел на финишную прямую. Впрочем, здесь стоит постучать по дереву: автор за последние годы неоднократно писал в различных публикациях эту фразу, но финиш, увы, так и не достигнут.

Все же, будем оптимистами. При благоприятном исходе летно-конструкторских испытаний «Ангара» займет свою нишу в парке российских ракет-носителей. Поначалу она длительное время, порядка десяти лет, будет использоваться для выведения федеральных полезных грузов, стартуя из Плесецка. Старты с космодрома Восточный начнутся не ранее начала 2020-х гг.

Перспективы использования «Ангары» в пилотируемой программе России остаются призрачными: ракета мало приспособлена для запусков с человеком на борту. Впрочем, нельзя исключить того, что «Ангара» будет использована для испытаний беспилотного корабля ПТК НП и, возможно, для запусков его грузовых версий.

Гораздо интереснее, на наш взгляд, выглядят возможные перспективы «Ангары»... на Байконуре. Известные политические события ставят под вопрос дальнейшую судьбу РН «Зенит», в т.ч. в обновленном проекте «Байтерек». И здесь у «Ангары» появляется шанс. Во-первых, можно рассмотреть возможность коммерческих запусков легкой ракеты. Возможно, такой вариант получится «вписать» в один из стартовых комплексов ракет легкого и среднего стартов (тот же СК «Зенита», например).

Проблемы с «Зенитом» могут вдохнуть новую жизнь в среднюю «Ангара-А3» (да, кто-то теряет, а кто-то находит). Ведь по энергетике она не уступает «Зениту». И, как знать, возможно, в будущем «Байтерек» придется реформировать еще раз – под «Ангара-А3».

Но пока это все — «мысли вслух». Поэтому вернемся к реальности и дождемся первого старта «Ангары», а дальше жизнь покажет. ■



# «Днепр» отработал штатно



**Нурлан АСЕЛКАН**

шеф-редактор журнала  
«Космические исследования и технологии»

20 июня 2014 года в 01:11 ч. времени Астаны из шахтной пусковой установки (ШПУ) № 13 площадки № 370 пусковой базы «Ясный» на территории позиционного района «Домбаровский» в Оренбургской

области боевыми расчетами РВСН по заказу ЗАО «Космотрас» выполнен пуск ракеты-носителя «Днепр» (15A18).

Основной полезной нагрузкой ракеты являлись казахстанский КА KazEOSat-2

и испанский КА Deimos-2. КА ДЗЗ среднего разрешения «KazEOSat-2» (англ. Kazakhstan Earth Observation Satellite-2); иное наименование DZZ-MP (русскоязычное наименование в написании латински-



ми буквами — Distantionnoe Zondirovanie Zemli — Medium Resolution); прежнее наименование MRES (Medium Resolution Earth Observation Satellite] изготовлен британской компанией Surrey Satellite Technology Limited (SSTL) по заказу казахстанской компании «Қазақстан Ғарыш Сапары». Предназначен для мультиспектральной съемки Земли с разрешением 6,75 метра в интересах сельского хозяйства и землепользования, а также для контроля за природными ресурсами и стихийными бедствиями. Его масса 177 кг.

КА ДЗЗ метрового разрешения Deimos-2 изготовлен южнокорейской компанией Satrec Initiative (SATRECI) по заказу испанской компании Deimos Imaging Inc. Он будет вести съемку Земли в панхроматическом и мультиспектральном диапазонах для коммерческих пользователей во всем мире. Его масса около — 300 кг.

Спутник «KazEOSat-2» предназначен для предоставления полного спектра услуг ДЗЗ, получения снимков территории Республики Казахстан, а также других участков Земли в целях мониторинга, предотвращения стихийных бедствий, проведения земельного кадастра, картографирования для обеспечения обороны и безопасности страны. С запуском спутника «KazEOSat-2» космическая система дистанционного зондирования Земли (КС ДЗЗ) РК пополнилась космическим аппаратом среднего пространственного разрешения. Всего в состав КС ДЗЗ РК входит два космических аппарата (запущенный 30 апреля т.г. «KazEOSat-1» и запущенный 20 июня «KazEOSat-2») и наземный целевой комплекс для приема, обработки и распространения данных.

АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары» является об-





ладателем 10 % акции МКК «Космотрас», и таким образом Казахстан впервые не только был собственником спутника, но и предоставлял со своими партнерами из России и Украины услуги по запуску других космических аппаратов конверсионной ракетой-носителем «Днепр». Ракета имеет стартовую массу 211 т, длину 34 м, диаметр 3 м и способна вывести на орбиту высотой 300—900 км космический аппарат или группу спутников различного назначения стартовой массой до 3,7 т. По сообщениям СМИ, один запуск «Днепра» стоит около \$ 31 млн.

«Днепр», на котором полетел казахстанский спутник, простоял на боевом дежурстве почти 30 лет. Тогда он назывался межконтинентальной баллистической ракетой РС-20Б и нес 10 ядерных боеголовок. И сегодня в расположении Оренбургской ракетной дивизии находится достаточное количество боевых ракет, обеспечивающих безопасность страны и ядерный па-

ритет. Командование дивизии РВСН, специалисты «Космотраса» обеспечили казахстанской делегации и сотрудникам журнала прекрасные условия для наблюдения за пуском. Непосредственно перед стартом было организовано посещение стартового комплекса. На наблюдательном пункте по громкой связи дублировались команды. Пуск прошел в расчетное время. На несколько секунд степь осветилась неярким гептиловым пламенем и носитель взял курс на юг. Через 111 секунд прошло отделение первой ступени (район падения — Мангистауская обл.) и включились двигатели второй. Над Индийским океаном началось последовательное отделение аппаратов. Очередной, 20-й пуск носителя «Днепр» прошел благополучно, все спутники были доставлены на орбиту.

Это большой успех специалистов «Космотраса», возглавляемых Владимиром Андреевым, Александром Серкиным. Значительный вклад в общее

дело вносят также разработчики ракеты-носителя — КБ «Южное» (Днепропетровск, Украина) во главе с Александром Дегтяревым. Командование 13-ой ракетной дивизии РВСН во главе с генералом Евгением Кововаленковым обеспечило безупречную работу стартовых расчетов.

Ну и конечно, это огромная победа и достижение наших казахстанских пионеров Космоса — председателя НКА Талгата Мусабаяева, руководителя «Қазақстан Ғарыш Сапары» Марата Нургужина, ответственного секретаря НКА Ергазы Нургалиева и др.

Казахстанская группировка спутников ДЗЗ с наземным сегментом развернута. Параллельно работает другая группировка — спутники связи серии «KazSat». 2014 год стал поистине решающим годом для казахстанской космонавтики. Впереди запуск сборочно-испытательного комплекса и начало реализации собственных проектов на космодроме Байконур.

*Алматы—Ясный—Алматы*





#### Другие полезные грузы «Днепра»

КА «ТаблетСат-Аврора» изготовлен российской компанией «Спутник» (англ. Sputnik) и предназначен для проведения технических экспериментов и получения оптических изображений земной поверхности с разрешением 15 м. Полученные данные планируется принимать на широкую наземную сеть станций приема спутниковой информации ИТЦ «Сканэкс», использовать в коммерческих, научных, образовательных, экологических проектах. Масса спутника — 25 кг.

КА SaudiSat-4 изготовлен специалистами саудоварийского Института космических исследований (англ. Space Research Institute) в Научно-исследовательском центре имени короля Абдель-Азиза. Предназначен для исследования процессов накопления электрических зарядов на поверхности приборов самого космического аппарата. Его масса 100 кг.

Японские КА Hodooyoshi-3 и Hodooyoshi-4 предназначены

для проведения технических экспериментов и изучения природных ресурсов. Изготовлены специалистами Токийского университета (англ. University of Tokyo) и Ассоциации по изучению проблем создания космических систем следующего поколения (англ. Next Generation Space system Technology Research Association, NESTRA). Масса спутников 58 и 64 кг соответственно.

Телекоммуникационные КА AprizeSat-9 и AprizeSat-10 изготовлены американской компанией Space Quest по заказу аргентинского оператора связи Aprize. Масса каждого спутника 14 кг. На орбите они должны функционировать 5 лет.

Итальянский КА UniSat-6 [University Satellite-6] изготовлен группой GAUSS [акроним от Astrodynamics Group of University "La Sapienza"]. Предназначен для испытаний созданного заказчиком оборудования в условиях открытого космоса. Масса аппарата — 26 кг.

UniSat-6 также предназначен для вывода на орбиту четырех микроспутников формата CubeSat (TigriSat, AeroCubes-6, AntelSat, Lemur-1).

Итаलो-иракский КА Tigrisat создан в Римском университете «Ла Сапиеза» (итал. La Sapienza University of Rome). Предназначен для изучения природных ресурсов Земли. Его масса — 3 кг.

КА AeroCube-6 создан специалистами американской компании Aerospace Corporation и предназначен для проведения технических экспериментов. Его масса — 1 кг.

КА ANTELSAT [Administración Nacional de Telecomunicaciones Satellite] разработан и изготовлен в уругвайском Республиканском университете инженерных технологий (порт. Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, FING) с участием специалистов Национальной администрации по телекоммуникациям Уругвая (англ. Administración Nacional de Telecomunicaciones, ANTEL). Предназначен для проведения



технических экспериментов. Масса аппарата — 2 кг.

Американский КА Lemur-1 создан в компании NanoSatisfi Inc. Предназначен для проведения технических экспериментов и изучения природных ресурсов Земли. Его масса — 4 кг.

Канадские астрономические КА BRITE-CA-1 [BRITE (BRiGht-star Target Explorer)-Toronto; CanX (Canadian Advanced Nanospace eXperiment)-3E] и BRITE-CA-2 [BRITE-Monreal; CanX-3F] изготовлены специалистами Института космических исследований Университета в Торонто. Предназначены для изучения фундаментальных проблем астрофизики. Масса каждого из спутников — 7 кг.

Пять пусковых контейнеров QuadPack будут использоваться для выведения 22 спутников типа CubeSat производства восьми стран мира.

КА BugSat [Tita] изготовлен аргентинской компанией Satellogic S.A. и предназначен для проведения технических экспериментов и изучения природных ресурсов. Его масса — 22 кг.

Два бельгийских КА – QB50P1 и QB50P2 – предназначены для изучения термосферы и проведения технических экспериментов. Изготовлены в ISIS (Institute for Science and International Security) по заказу Института Кармана (англ. von Karman Institute). Масса каждого из спутников — 2 кг.

Бразильский научный КА NanoSatC-Br-1 изготовлен специалистами Юго-Восточного регионального центра космических исследований (англ. Southern Regional Space Research Center) Института космических исследований (порт. Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE) Бразилии совместно со специалистами Лаборатории космической

науки (англ. Space Science Laboratory) Федерального университета в Санта-Мария (англ. Federal University of Santa Maria). Его масса — 1 кг.

КА «Ресурс-М1» и «Ресурс-М2» изготовлены специалистами американской компании Canopus System US и российской компании «Даврия Аэроспейс» (англ. Dauria Aerospace). Предназначены для наблюдения за поверхностью Земли.

Одиннадцать КА ДЗЗ серии Flock-1c [Flock-1c.1 ... Flock-1c.11] принадлежат американской компании Planet Labs [прежнее название Cosmogia Inc.]. Масса каждого из аппаратов — около 5 кг.

КА DTUSat-2 (Denmarks Tekniske Universitet Satellite-2) изготовлен преподавателями и студентами Датского технического университета. Его масса — 1 кг.

Израильский научный КА Duchifat-1 изготовлен аспирантами Космической лаборатории Научного центра Херзлия (англ. Space Laboratory of the Herzliya Science Centre). Предназначен для изучения магнитосферы Земли. Его масса — 1 кг.

Сингапурский КА POPSAT-HIP-1 изготовлен компанией Microspace Rapid Pte Ltd. Предназначен для проведения технических экспериментов. Его масса — 3 кг.

КА PACE (Platform for Attitude Control Experiments) предназначен для проведения технических экспериментов. Изготовлен в тайваньском Национальном университете Чен Куна (англ. National Cheng Kung University). Его масса — 2 кг.

КА PolyITAN-1 изготовлен специалистами Национального технического университета Украины в кооперации с украинскими радиолюбителями. Его масса — 1 кг. ■



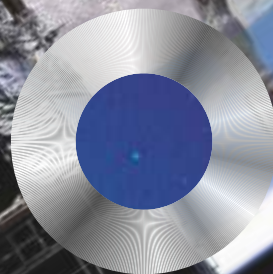
*Журнал «Космические исследования и технологии» — достоверная информация о международном космическом сотрудничестве*



# cosmos.kz

The first TV program  
on space technologies  
in Kazakhstan

# COSMOS.KZ



[www.cosmos.kz](http://www.cosmos.kz)