

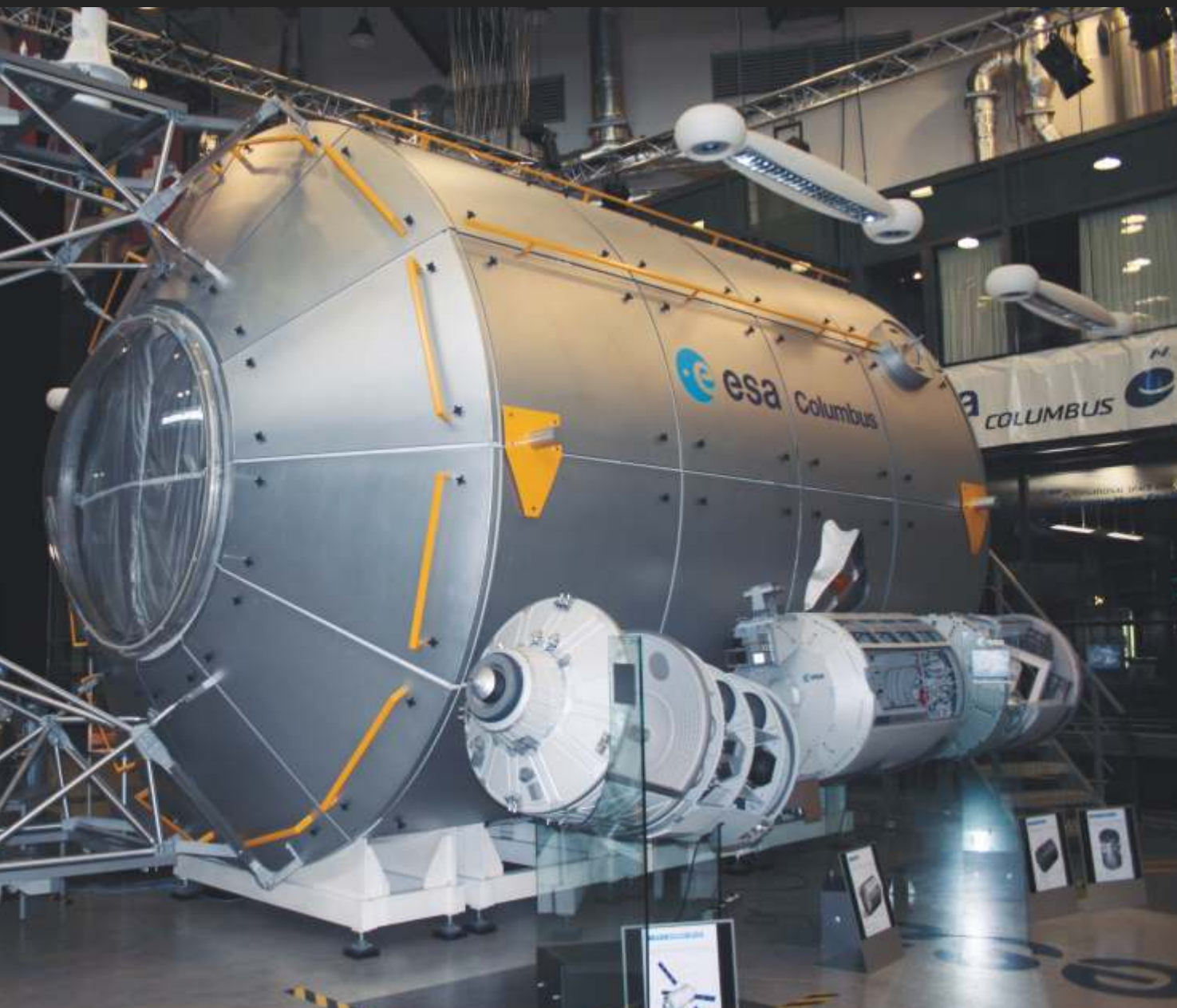
Space Research & Technologies

# КОСМИЧЕСКИЕ

№1  
2012

## ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

Издается под эгидой Национального космического агентства Республики Казахстан



**Казкосмос:**  
реализуя  
поставленные цели

**Европейский центр  
космических исследований  
и технологий**

**Байконур:**  
новые пути  
развития





**М**ир стоит на пороге пятой технологической революции. Открываемые нами по всему Казахстану новые индустриальные предприятия — это зерна, которые в ближайшие четыре-пять лет взойдут и в корне изменят нашу экономику. И сегодня нам нужны не просто инвестиции средств. Нам нужны инвестиции разума, научных знаний и новейших технологий.

Мы должны идти в ногу с этим глобальным трендом. За десятилетие бюджетные вливания в казахстанскую науку должны постоянно расти, и доведены до уровня не менее 2,5 процентов ВВП.

Стратегия индустриально-инновационного развития — главный приоритет государственной политики, как минимум, на ближайшие десять лет. Эта программа — шанс Казахстана уйти от сырьевой зависимости и построить качественно новую экономику. Конкурентоспособные технологии, как стержень инновационной экономики, сами по себе не появляются. Это долгий процесс, трудно вынашиваемый плод научных исследований, сложных и затратных экспериментов и, наконец, идейного озарения ученых. Для организации производства товаров можно, конечно, приобрести зарубежную технологию. Но не будем забывать, что ни одна уважающая себя страна не станет устраивать распродажу новых технологий и секретов производства. Кроме того, если опираться только на заимствованные технологии, то мы законсервируем нашу технологическую отсталость и окажемся в зависимости от технологически и научно развитых стран. Поэтому нам необходимо развивать собственную науку.

Для этого нам необходимо ускорить мобилизацию научно-технического потенциала страны, сосредоточить ресурсы на выбранных приоритетных направлениях развития науки, создать условия для активного внедрения ее достижений в производство.

Новые научно-технические направления — биотехнологии, нанотехнологии, космическая деятельность и информационно-коммуникационные технологии — это те сферы, где мы имеем шанс добиться конкретных результатов при партнерстве с отечественным и транснациональным бизнесом.

Я обращаюсь ко всем средствам массовой информации с призывом шире освещать ход индустриализации. Сейчас особенно важно, чтобы в казахстанском обществе доминировали великий дух инноваций и неукротимое стремление к новым свершениям.

**Нурсултан Назарбаев,  
Президент Республики Казахстан**

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

- Талгат Мусабаев** —  
председатель, Казахстан
- Мейрбек Молдабеков** —  
заместитель председателя, 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 РГП «Научно-исследовательский  
центр «Гарыш-Экология», Казахстан
- Галия Карибжанова** —  
директор департамента экологической политики  
и устойчивого развития Министерство охраны  
окружающей среды Республики Казахстан
- Игорь Коваль** —  
заместитель Председателя комитета лесного и  
охотничьего хозяйства Министерства сельского  
хозяйства Республики Казахстан
- Леопольд Лобковский** —  
заместитель директора Института океанологии  
им. П.Ширшова, член-корреспондент Россий-  
ской Академии Наук, Россия
- Аскар Майлебаев** —  
директор департамента предупреждения чрез-  
вычайных ситуации МЧС Республики Казахстан
- Мартин Свитинг** —  
исполнительный директор компании «Surrey  
satellite technology Ltd» (SSTL), Великобритания
- Гавыллагып Мурзакулов** —  
президент АО «Национальная компания  
«Казахстан Ғарыш Сапары», Казахстан
- Куат Мустафинов** —  
и.о. генерального директора АО «Совместное  
Казахстанско-Российское предприятие  
«Байтерек», Казахстан
- Даулет Нурумбетов** —  
генеральный директор РГП  
«Инфракос», Казахстан
- Рене Пишель** —  
глава постоянного представительства Европей-  
ского космического агентства  
в Российской Федерации
- 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 «Космические исследования и технологии», № 2(3) 2012

**Периодичность:** четыре номера в год  
**Главный редактор** Жумабек Жантаев  
**Шеф-редактор** Нурлан Аселкан  
**Заместитель главного редактора** Александр Губерт  
**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**  
ОО «Синергия Пресс» г. Алматы, пр. Рыскулова, 57в  
Тираж 1000 экземпляров  
**Учредитель и издатель** ТОО COSMOS.KZ  
**Перевод и корректура** — Фонд поддержки науки  
и технологий «SCIENCE»

Magazine «Space Research and Technologies», № 2(3) (2012)  
**Periodicity:** four issues per year  
**Editor-in-Chief** Zhumabek Zhantayev  
**Chief Editor** Nurlan Aselkan  
**Deputy Editor-in Chief** Alexander Gubert  
**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**  
«Synergy Press» 57v, Ryskulov str., Almaty  
Circulation 1000 copies  
Founder and publisher LLP COSMOS.KZ  
Translation and proofreading — Fund for Supporting of Science  
and Technologies «SCIENCE»



## КАЗКОСМОС

- 4** Мы строим космическую промышленность страны  
Интервью с председателем НКА «Казкосмос» Т.А. Мусабеевым

## KAZCOSMOS

- 17** We are building country's space industry  
Talgat Musabayev, Chairman of the NSA, answers on questions

## ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

- 28** Основные направления развития космического мониторинга сельскохозяйственного производства в Республике Казахстан  
Л.Ф. Спивак, Н.Р. Муратова

## АСТРОНОМИЯ

- 34** Астрофизический S-фактор термоядерной реакции  $p^{13}C \rightarrow ^{14}Ny$   
С.Б. Дубовиченко

## ТЕХНОЛОГИИ

- 38** Основные направления развития спутниковых навигационных технологий и их функциональных дополнений  
Д.Ш. Ахмедов

## TECHNOLOGIES

- 45** The main directions of development of satellite navigation technology and its augmentations  
D.Sh Akhmedov.

## РЕПОРТАЖ

- 48** ESTEC принимает гостей

## ГЕОФИЗИКА

- 56** Наземно-космический мониторинг космической погоды и геодинамического состояния литосферы в Казахстане  
Ж.Ш. Жантаев, Б.Т. Жумабаев, Р.А-А. Намвар, Н.Г. Бреусов, А.Г. Фремд, В.П. Антонова, Г.И. Гордиенко, А.Ф. Яковец

## GEOPHYSICS

- 60** Ground-space monitoring of space weather and the geodynamic state of the lithosphere in Kazakhstan  
Zh.Sh. Zhantaev, B.T. Zhumabaev, R.A-A. Namvar, N.G. Breusov, A.G. Fremd, V.P. Antonova, G.I. Gordienko, A.F. Yakovets

## НОСИТЕЛИ

- 64** Новый носитель Европы  
**66** Ракетно-космические комплексы космодрома Байконур: состояние и перспективы  
И. Афанасьев, Д. Воронцов

## КОСМОДРОМЫ

- 76** О развитии космодрома Байконур как научно-инновационного кластера  
Т.А. Мусабеев, М.М. Молдабеков



# Мы строим космическую промышленность страны

На вопросы журнала «Космические исследования и технологии» отвечает Председатель Национального космического агентства Казахстана Талгат Мусабаев

**В** начале 2007 года было создано Национальное космическое агентство — первое полноценное космическое ведомство в истории страны. Как прошли первые годы становления агентства, что пришлось решать в первоочередном порядке?

— Да действительно, создание космической отрасли страны — это стратегически важная для нашего государства задача, стоящая перед Национальным космическим агентством, которое было образовано Указом Президента РК 27 марта 2007 года, как самостоятельный центральный орган государственного управления, ответственный за сферу космической деятельности.

С первых дней функционирования Казкосмоса как самостоятельного государственного органа был проведен анализ развития космической деятельности страны. Объективный анализ показал, что страна, на территории которой расположен крупнейший в мире и уникальный космодром, не обладает научно-технической базой для создания ракетно-космической техники и не имеет развитого космического сегмента.

Проблемной стороной является моральный и физический износ основных средств космодрома «Байконур»,

вследствие которого в ближайшие 10 лет существующие объекты космодрома исчерпают свои ресурсы. Кроме того, существует недостаток в специалистах, которые обладают практическим опытом, навыками и умениями разработки космической техники.

Сегодня уже всем очевидно, что эффективное освоение космоса требует опережающего развития фундаментальных и прикладных исследований в таких областях, как физика ближнего и дальнего космоса, радиоэлектроника и связь, материаловедение, космическое приборостроение, дистанционное зондирование Земли. Исходя из изложенного, в нынешних условиях, когда космическая деятельность в республике находится на своей ранней стадии развития, жизненно необходимо обеспечить мощное научное сопровождение всех проектов по созданию космической техники и технологий.

Президент страны Н.А. Назарбаев всегда уделял и уделяет особое внимание космической деятельности страны и оказывает ей огромную поддержку. Президентом Республики Казахстан поставлена задача: разработать и поэтапно реализовать долгосрочную программу создания и развития космической отрасли.

Сейчас по истечении пяти лет с момента образования

агентства мы сумели добиться определенных результатов, о которых речь пойдет ниже.

В целом могу сказать, что мы прошли сложные моменты своего становления как госоргана и я верю, что несмотря на огромные трудности, которые есть и будут на этом пути, мы сумеем достичь поставленных целей.

— **Перед Казахстаном стоит стратегическая задача огромной сложности — создание собственной космической отрасли. Что ее будет отличать от космонавтики других стран? Цели и приоритеты? Какие барьеры придется нам преодолеть на этом пути?**

— Для Казахстана, являющегося динамично развивающимся государством, развитие космической деятельности является одним из мощных факторов реализации Стратегии индустриально-инновационного развития. Наличие на территории страны крупнейшего в мире космодрома «Байконур», потребности экономики, национальной безопасности и обороны в космических технологиях и услугах, а также научно-технический и кадровый потенциал, сформированный в прошедшие годы, создают объективные предпосылки для формирования в стране космической отрасли.



Республика Казахстан является третьей из стран СНГ, которая по инициативе Президента Н.А. Назарбаева приняла и реализует свою национальную космическую программу.

Реализация космических проектов Республики Казахстан — это важный ресурс инновационного развития. Практикой ведущих государств мира доказано, что космическая деятельность — это фактор высокотехнологичного и конкурентоспособного развития. Девиз современной кос-

монавтики — все для государства, все для общества, все для человека.

Реализация проектов в сфере космической деятельности в Казахстане сможет дать сильный импульс решению задач по развитию индустриально-инновационного сектора экономики страны.

Что касается конкретной нашей деятельности, то могу сказать следующее.

В целях формирования полноценной космической отрасли страны на предстоящий планируемый период необхо-

димо обеспечение развития следующих направлений космической деятельности:

1. Создание и развитие орбитальной группировки спутников связи серии «KazSat».

Группировка КА серии «KazSat» обеспечит новые технические возможности для оказания услуг в таких перспективных направлениях, как непосредственное телевидение, телевидение высокой четкости, услуги прямого широкополосного абонентского доступа во всемирную сеть Интернет, мультимедийное



спутниковое вещание с передачей ТВ-сигналов, Интернет-трафика и звукового вещания непосредственно на терминалы мобильных абонентов.

Это позволит придать значительный импульс развитию отечественной телекоммуникационной отрасли, обеспечить органы государственного управления независимыми каналами спутниковой связи.

2. Создание и развитие космической системы дистанционного зондирования Земли (КС ДЗЗ) в комплексе с развитием Национальной системы космического мониторинга (НСКМ) на основе данных дистанционного зондирования Земли.

КС ДЗЗ совместно с НСКМ предназначены для решения стратегических задач для Казахстана, в частности, данные КС ДЗЗ будут использоваться в интересах Министерства сельского хозяйства, Министерства по чрезвычайным си-

туациям, Министерства охраны окружающей среды, Министерства обороны, Комитета национальной безопасности и других ведомств страны.

3. Создание и развитие космических аппаратов (КА) научного назначения.

Анализ разработанных проектных материалов показывает, что созданы необходимые предпосылки для успешной реализации проекта создания космической системы научного назначения (КСНН). Определены научные фундаментальные и прикладные задачи, которые можно решать с помощью космических аппаратов, выделена из них первоочередная и актуальная для Казахстана задача — исследование предвестников землетрясений. Разработан перечень научной аппаратуры и приборов, а также полезной нагрузки, которые возможно установить на КА. Работы по этому проекту основывались на зару-

бежном опыте, в первую очередь Франции и России. Выработаны требования к наземному комплексу управления КА и наземному целевому комплексу, разработано технико-экономическое обоснование создания КСНН.

4. Реальным шагом в развитии космической деятельности станет создание Национального космического центра в г. Астана, который должен стать ядром космической деятельности Казахстана.

Создание Национального космического центра позволит решить задачу постепенного освоения Казахстаном космических технологий и вовлечь как можно большее количество отечественных промышленных предприятий в космическую деятельность.

Основой создания космической отрасли является проектно-конструкторская и технологическая база производства КА.

Создание собственного Специального конструкторско-технологического бюро космической техники со сборочно-испытательным комплексом по сборке и испытаниям КА позволит на начальном этапе обеспечить полноценное участие казахстанских специалистов совместно с французскими специалистами в создании отечественных спутников, а в последствии разрабатывать и создавать спутниковые системы самостоятельно.

5. Развитие научной и научно-технологической базы космической деятельности.

Цели и задачи научного блока должны определяться из необходимости формирования целостной системы научных исследований, разработки, испытаний и производства космической техники. Это позволит на основе современных достижений науки и техники обеспечить создание и запуски



КА различных типов, создание аппаратно-программных средств использования космических систем конечными потребителями, а также обеспечение динамичного продвижения Казахстана по приоритетным направлениям технологического развития космической деятельности.

6. Практическое применение космических систем связи и вещания, дистанционного зондирования Земли, глобальных спутниковых навигационных систем (ГСНН) и наземной космической инфраструктуры.

Создание целевых космических систем не является самоцелью. Это инструмент конечного потребителя для решения с использованием космических систем задач социально-экономического развития, укрепления национальной безопасности и обороны Республики Казахстан. Для эффективного использования этого инструмента необходимо реализовать целевые проекты применения космических систем и технологий, развернуть сеть операторов космических услуг различным потребителям.

К настоящему времени в стране возможности спутниковых навигационных систем практически не используются. Находятся в стадии разработки системы мониторинга радионавигационных полей, высокоточного позиционирования, персонального позиционирования, навигационной поддержки транспортной телематики, отсутствует наземная инфраструктура.

Таким образом, является актуальной разработка и реализация системного проекта создания наземной инфраструктуры системы высокоточной спутниковой навигации Республики Казахстан, спутниковой геодезической



сети, оказание широкого спектра услуг на основе спутниковых навигационных систем.

7. Развитие полноправного международного сотрудничества Республики Казахстан в области космической деятельности путем разработки и развития договорно-правовой базы сотрудничества с другими государствами, являющимися мировыми лидерами в области космической деятельности, путем участия Республики Казахстан в реализации международных проектов по созданию космической техники, технологий, объектов космической инфраструктуры, а также в научных исследованиях в кооперации с ведущими мировыми производителями.

Реализация указанных мероприятий позволит Казахстану войти в международную кооперацию и мировой рынок космических услуг, установить прочные партнерские отношения с ведущими разработчика-

ми и производителями космической техники и технологий и будет способствовать созданию в Республике Казахстан космической отрасли мирового уровня

8. Развитие кадрового потенциала и нормативной правовой и нормативно-технической базы космической деятельности через формирование системы кадрового обеспечения космической деятельности и полноценной нормативной правовой и нормативно-технической базы для развития космической отрасли.

Развитие на системной основе выделенных направлений составляет основную группу приоритетов развития космической отрасли в Республике Казахстан на долгосрочную перспективу.

В целом, реализация космических проектов внесет огромный вклад в научно-техническое и социально-экономическое развитие Казах-

стана. Космическое агентство делает все необходимое, чтобы создать в стране полноценную, отвечающую интересам и потребностям государства и общества космическую отрасль. Все инициированные нами космические проекты служат одной цели – обеспечить конкурентоспособность Казахстана.

— **Одним из важнейших приоритетов для Казахстана является сохранение и развитие космодрома Байконур, полноценное участие отечественных предприятий в его работе. В этой связи как и насколько реально совместная работа с запускающими компаниями на Байконуре «Наземный старт», Космотрас»?**

— Наличие космодрома «Байконур» предоставляет Казахстану уникальную возможность для участия в производимых с него запусках КА, накопления опыта и потенциала в области подготовки, обслуживания и осуществления пусков ракет-носителей, развития собственной производственно-испытательной базы. Участие Казахстана в различных видах деятельности и в реализации международных проектов, осуществляемых на Байконуре, является одной из наиболее приоритетных задач.

Во исполнение поручения Главы государства касательно постепенного вхождения на комплекс «Байконур» Казахстана, необходимо принять меры по участию в проектах коммерческого использования ракет-носителей (РН) «Зенит» и «Днепр» на космодроме «Байконур» с целью эффективного использования и развития комплекса «Байконур» в собственных интересах. Это направление должно стать одним из приоритетных в развитии космической деятельности в стране до 2030 года.

В настоящее время Казкосмосом в качестве мер по эффективному использованию и развитию комплекса «Байконур» в интересах Казахстана предполагается обеспечение участия Казахстана в реализации трех проектов на космодроме «Байконур»:

- создание космического ракетного комплекса (КРК) «Байтерек»;
- коммерческое использование РН «Днепр»;
- коммерческое использование РН «Зенит».

В настоящее время Казкосмос добился того, что компания АО «НК «Казахстан Гарыш Сапары» владеет 10% акций ЗАО «МКК «Космотрас». По итогам деятельности ЗАО «МКК «Космотрас» за 2010 год казахстанская сторона получила дивиденды по своим акциям. Ведется работа по приобретению дополнительно 23,3% акций ЗАО «МКК «Космотрас» для паритетного участия с Россией и Украиной.

Вопрос об участии Казахстана в коммерческом использовании РН «Зенит» прорабатывается с российской и украинской сторонами.

— **Проект «Байтерек» по мнению многих экспертов стал «долгостроем». Возможна ли ситуация, при которой Казахстан скорректирует участие в этом проекте? Есть ли сценарий или запасной вариант действий при таком развитии событий?**

— Проект по созданию КРК «Байтерек» является самым масштабным международным космическим проектом на всем постсоветском пространстве. В СССР созданием аналогичных КРК занималось более 40 союзных министерств и ведомств, а также сотни промышленных предприятий.

К моменту подписания соглашения с Россией о реализа-

ции проекта в 2004 году, Казахстан не располагал соответствующим научно-техническим и кадровым потенциалом, имеющим опыт создания подобных космических мега-проектов. Естественно, что имели место многочисленные объективные и субъективные обстоятельства на пути создания КРК «Байтерек». К ним можно отнести: ошибки в оценке сроков исполнения, незавершенность испытаний РН «Ангара», перенос места строительства КРК «Байтерек» и т.д. В конечном счете все это привело к тому, что сроки завершения создания КРК затянулись, а заложенная в эскизном проекте стоимость возросла многократно.

С казахстанской стороны подготовкой этого межправительственного соглашения занимались люди, мало что понимавшие, что они делают. В соглашении не прописаны сроки сдачи в эксплуатацию комплекса, не учтены возможные риски для Казахстана, нет никакой ответственности российской стороны, предприятия которой и являются основными исполнителями. И, наконец, записана цена комплекса – 223 млн. долларов. В мире нигде и никогда комплексы такого масштаба не имели такой «смешной» цены.

В настоящее время Казкосмосом принимаются кардинальные меры по решению проблемных вопросов по проекту КРК «Байтерек», налаживанию четкой координации работ с российскими партнерами.

Казкосмосом и Роскосмосом разработаны и согласованы организационные документы, регламентирующие их взаимодействие и их взаимную ответственность при реализации проекта.

Разработано тактико-техническое задание на опытно-конструкторскую работу по созданию КРК «Байтерек», утверж-

денное Казкосмосом и Роскосмосом и согласованное предприятиями — соисполнителями Российской Федерации и Республики Казахстан.

В целях снижения политических и экономических рисков для Казахстана в реализации проекта подготовлен и направлен на согласование российской стороне проект Протокола о внесении изменений в Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о создании КРК «Байтерек» от 22 декабря 2004 года.

В целях снижения финансовых рисков на уровне Казкосмоса и Роскосмоса прорабатывается вопрос изменения схемы реализации проекта путем его софинансирования заинтересованными сторонами.

— **Большое внимание сегодня привлечено к созданию Космического Центра в Астане, его первого этапа Сборочно-испытательного комплекса (СБИК). Как проходит строительство? Когда комплекс вступит в строй?**

— АО «НК «КҒС» на земельном участке площадью 30 га, расположенном по проспекту Туран (район развязки на аэропорт), реализует проект создания Национального космического центра (НКЦ) в г. Астане.

Целью создания НКЦ является территориальная и технологическая интеграция производственных и проектных предприятий, работающих как в сфере космической деятельности, так и в смежных отраслях, научно-образовательных центров, учреждений социально-культурного назначения, коммерческих и других организаций, которые дополняя и усиливая друг друга будут способствовать эффективной деятельности как НКЦ, так и отрасли.



Воплощение данного проекта позволит создать высокотехнологичный центр для обеспечения благоприятных условий становления космической отрасли Казахстана, конкурентоспособной на внешнем рынке.

Создание Национального космического центра, в составе которого более десяти комплексов и отдельных объектов, будет вестись в две очереди.

Начало строительства объектов I очереди — январь 2011 года, окончание строительства — IV квартал 2013 года.

Объект «Сборочно-испытательный комплекс космических аппаратов» предназначен для проведения проектирования, производства космических аппаратов, а также проведения приемно-сдаточных и квалификационных испытаний КА и его составных частей.

Также в составе проекта СБИКА КА предусмотрено строительство здания Специального конструкторско-технологического бюро космической техники. На сегодняшний день выполнены работы по устройству фундаментов и каркаса здания «Специального конструкторско-технологического бюро космической техники». Ведутся работы по строительству здания «Наземного сегмента космической системы дистанционного зондирования Земли».

**— В ближайшие годы в действие вступит космическая система дистанционного зондирования Земли. Достаточно ли современен ее облик? Что получит страна от реализации этого проекта?**

— Создаваемая космическая система дистанционного зондирования Земли нашей республики по всем техническим показателям конкурентоспособна с зарубежными анало-

гами, так как проект реализуется совместно со стратегическим партнером — компанией EADS «Astrium» (Франция), крупнейшей аэрокосмической компанией в Европе и второй по величине аэрокосмической компанией в мире.

Актуальность создаваемой системы определяется необходимостью и важностью организации единой государственной системы мониторинга окружающей среды, природных ресурсов и чрезвычайных ситуаций, представляющей собой комплекс выполняемых по научно-обоснованным программам наблюдений, оценок, прогнозов и разрабатываемых на их основе рекомендаций и вариантов управленческих решений, необходимых и достаточных для обеспечения управления состоянием окружающей среды, природных ресурсов и экологической безопасности, обеспечения обороны и безопасности страны.

При реализации проекта будут решены многие социально-экономические задачи, в том числе предупреждение и предотвращение чрезвычайных ситуаций, влекущих за собой гибель населения и многомиллиардные бюджетные затраты.

Создание системы является не только экономической необходимостью обеспечения государственных органов актуальными данными ДЗЗ, но и имеет потенциал стратегического спроса обеспечения безопасности и обороны. При этом, в случае международных или региональных конфликтов, экономический эффект в виде обеспечения безопасности и обороны страны может превысить стоимость проекта в несколько раз.

При реализации проекта Казахстан будет иметь собственную космическую систему с высоким качеством полу-

чения данных ДЗЗ высокого (1 м) и среднего (6,5 м) пространственного разрешения, что является имиджевым показателем, существенно влияющим на инвестиционную привлекательность страны для вложения в разработки инновационных технологий.

Имеющиеся в Казахстане приемные станции решают небольшой ряд задач и по техническим характеристикам способны осуществлять прием целевой информации с низким пространственным разрешением с очень низкой скоростью и с не принадлежащих Казахстану спутников ДЗЗ. Кроме этого, имеющаяся в Казахстане поставка данных ДЗЗ высокого и среднего разрешения с иностранных спутников ДЗЗ с высокой добавленной стоимостью, посредством интернет технологий и других видов распространения данных ДЗЗ через официальных дистрибьюторов, не обеспечивает решения стратегических задач государственной безопасности и обороны, разведки и прогнозирования на основе данных ДЗЗ. Ежегодно на приобретение космических снимков с иностранных спутников, казахстанские потребители оплачивают миллионы тенге иностранным компаниям — поставщикам данных ДЗЗ.

Экономические выгоды от реализации проекта:

- 1) увеличение экспортного потенциала страны;
- 2) увеличение международных научных связей, что сопровождается развитием научных исследований в области создания космических систем и использования данных ДЗЗ;
- 3) повышение эффективности всех отраслей экономики, использующих результаты проекта;
- 4) повышение занятости в высокотехнологичных секторах экономики страны и т.д.



5) решение множество задач в различных секторах экономики Казахстана в целом.

— **Какую роль Казкосмос отводит своему научному блоку — АО «Национальный центр космических исследований и технологий» и его институтам? Каковы перспективы развития Центра и его научно-экспериментальной базы?**

— В Казахстане более 60 лет проводятся исследования ближнего и дальнего космоса, работы по изучению Земли из космоса.

В 2004 году на базе научных институтов космического профиля был создан Центр астрофизических исследований, преобразованный в 2008

году в акционерное общество «Национальный центр космических исследований и технологий» (АО «НЦКИТ»).

На сегодняшний день АО «НЦКИТ» объединяет Астрофизический институт имени В.Г.Фесенкова, Институт ионосферы, Институт космических исследований имени академика У.М.Султангазина, Институт космической техники и технологий — известные научно-исследовательские институты нашей республики, внесшие огромный вклад в развитие отечественной космической науки. С этими институтами связаны имена выдающихся ученых и открытия мирового уровня в различных областях наук о космосе — В.Г. Фесенкова, Г.А. Тихова, У.М. Султангази-

на, Т.Б. Омарова, В.И. Дробжева и другие.

В настоящее время развиваются исследования в следующих областях: астрофизика, физика солнечно-земных связей, физика динамических процессов в околоземном космическом пространстве, радио- и геофизика, изучение нестационарных процессов в атмосфере, биосфере и литосфере Земли, космический мониторинг природных ресурсов, чрезвычайных ситуаций, разработка новых образцов космической техники и космических технологий.

Подтверждением соответствия мировому уровню казахстанских фундаментальных и прикладных космических исследований является выполне-



ние более 30 проектов по грантам международных фондов и компаний.

Высокий уровень научно-исследовательских работ, проводимых учеными, подтверждается публикациями в высокорейтинговых международ-

ных научных изданиях. Только в 2008-2011 гг. опубликованы 8 монографий, 420 научных статей, из них 172 — в дальнем и ближнем зарубежье, около 500 докладов на международных и республиканских конференциях.

Сотрудники АО «НЦКИТ» активно участвовали в подготовке «Единой информационной системы государств — участников СНГ по защите от биопасностей (на основе спутниковых съемок)» при постоянной комиссии по аграр-



ной политике, природным ресурсам и экологии Межпарламентской Ассамблеи государств — участников Содружества независимых государств.

В 2010 г. АО «Национальный центр космических ис-

следований и технологий» НКА РК стал полноправным членом международного проекта «Sentinel Asia», организованного космическими агентствами стран азиатско-тихоокеанского региона и направленного на глобальный космический мониторинг чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий методами дистанционного зондирования Земли.

В то же время материально-техническая база космической науки отстает от современного мирового уровня. В обновлении нуждается, прежде всего, исследовательское оборудование. Последние два года руководство Центра предпринимает энергичные шаги по решению этой проблемы. В свою очередь, Казкосмос оказывает всемерную поддержку и активное содействие в продвижении проектов, направленных на создание современной лабораторной и опытно-экспериментальной базы, обеспечивающей развитие новых научных направлений.

Исследования космоса с использованием непосредственно расположенных в нем технических средств становятся научной базой всей космической деятельности. Первым шагом в этом направлении является формирование современного информационно-технологического базиса астрономических исследований посредством участия Республики Казахстан в международном космическом проекте «Всемирная космическая обсерватория — Ультрафиолет» (ВКО-УФ), направленном на исследование Вселенной в недоступном для наблюдений наземными инструментами ультрафиолетовом участке электромагнитного спектра. Подписан Меморандум о взаимопонимании между Национальным космическим агентством Республики Казахстан и Федеральным космиче-

ским агентством (Россия) относительно сотрудничества по проекту «Создание космической астрофизической обсерватории для наблюдений астрономических объектов в ультрафиолетовом диапазоне спектра электромагнитного излучения («Всемирная космическая обсерватория») ОКР «Спектр-УФ». Запуск обсерватории запланирован на 2014 год.

Важным компонентом космических исследований является наземный сегмент. С целью формирования современной инфраструктуры отечественной астрономической науки планируется провести не только модернизацию ее экспериментального комплекса, но и оснащение более современными оптическими средствами, и в первую очередь, оптическим телескопом с диаметром главного зеркала в 3,6-метра. Это позволит Казахстану построить современную инфраструктуру для обеспечения высокоточных наземных наблюдений, приема результатов наблюдений с космических телескопов и обеспечить самостоятельность Казахстана в научных исследованиях с использованием существующих и новых космических телескопов.

Большое внимание в Центре уделяется развитию отечественной космической техники и технологий. Для этого планируется создать опытно-экспериментальное производство космической техники, на базе которого будут проектироваться, разрабатываться и испытываться различные компоненты космических систем, экспериментальные образцы служебных и научных приборов для космических аппаратов научно-технологического назначения, технологии управления ими. Это позволит увеличить казахстанское содержание в будущих космических проектах.

Планируется разработка системы высокоточной спутниковой навигации на основе собственных технических и программно-математических средств, разработка унифицированной системы передачи данных на базе мобильной космической связи и спутниковой навигации, резервной системы сбора и передачи данных для управления различными видами высокотехнологичного специализированного оборудования. Все это необходимо для удовлетворения все возрастающих потребностей картографии, геодезии, контроля транспортных перевозок критически важных грузов.

Для использования в космической технике новых материалов планируется разработка технологических инструкций и рекомендаций на производство легких конструктивных материалов с заданными характеристиками из сплавов на основе алюминия и магния для изготовления ответственных узлов космических аппаратов.

В перспективе Казахстан должен стать активным участником мирового космического рынка, развивающим все направления космической деятельности, в том числе исследования объектов дальнего и ближнего космоса, Земли из космоса, занимающим определенную нишу в производстве космической техники и разработке космических технологий.

**Программа «Казсат», несмотря на первоначальные трудности, сегодня развивается и сулит определенные результаты. Не могли бы Вы, с позиций сегодняшнего дня, рассказать о модернизации «KazSat-2», о переговорах со страховыми компаниями по вопросу «KazSat-1», о выборе**

**подрядчика для следующего аппарата.**

#### **По страховке спутника «KazSat-1»**

Переговоры со страховыми компаниями по урегулированию страховых выплат за спутник «KazSat-1» были начаты в ноябре 2008 года и завершены в июне 2011 года.

К расследованию события со спутником «KazSat-1» были привлечены следующие иностранные компании:

1) по техническим вопросам — французская компания «Satel Conseil International», которая имеет опыт расследования страховых событий с космическими аппаратами;

2) для юридической оценки ситуации по урегулированию страхового события со спутником — юридическая компания Reed Smith (Англия), которая представляет более 10 лет интересы Республики Казахстан в международных арбитражных и иных процессах;

3) для проведения анализа методики расчета допустимого уровня страховых выплат – аудиторская компания «Прайс-отерхаусКуперс Такс энд Эд-вайзори».

Заключения компаний были использованы при урегулировании страховых выплат со страховыми компаниями, все принимаемые решения по результатам переговоров со страховыми компаниями были согласованы с Правительством Республики Казахстан.

В результате напряженной и трудоемкой работы, проведенной казахстанской стороной в течение 3 лет, удалось урегулировать со всеми страховыми компаниями страховые выплаты на приемлемых для Республики Казахстан условиях.



#### **По модернизации спутника «KazSat-2»**

Запуск и использование спутника «KazSat-2» — эффективное решение проблемы связи и вещания на всей территории страны, который удовлетворяет потребности и растущий спрос на услуги космической связи путем повышения конкурентоспособности на внутреннем рынке.

Срок активного существования спутника «KazSat-2» составляет 12,25 лет.

С целью улучшения технических характеристик, повышения надежности и ресурса космического аппарата «KazSat-2» были приняты следующие основные меры:

- усовершенствованы приборы бортовых систем и программно-математического обеспечения по результатам летной эксплуатации космического аппарата «KazSat-1»;





- проведен комплекс мероприятий по защите приборов и бортовой кабельной сети (БКС) от воздействия радиации, электростатических разрядов и электромагнитного излучения (оптимизация радиационной защиты приборов, обеспечение электромагнитной «герметичности» приборов, экранирование БКС, заземление, металлизация, применение ионных ловушек);

- расширен объем испытаний бортовых систем, включая наработку на отказ;

- усовершенствована технология управления космическим аппаратом за счет использования прямых радиокоманд для парирования сбоя в работе электронных систем и других нештатных ситуаций;

- в составе системы управления командных приборов использованы приборы за-

рубежного производства (гироскоп, астродатчики, солнечные датчики), имеющие положительную летную историю.

#### По выбору подрядчика на создание и запуска спутника «KazSat-3»

Государственные закупки работ на создание и запуск казахстанского спутника связи и вещания «KazSat-3» проводились дважды и два раза в соответствии с законодательством Республики Казахстан признаны не состоявшимися.

В конкурсе изъявили желание принять участие крупнейшие международные компании-производители, такие как EADS Astium (Европа), КПК «Великая Стена» (КНР), Orbital Science (США), SUMITOMO Corporation (Япония), Thales Alenia Space (Европа), ОАО «Информационные спутниковые систе-

мы имени академика М.Ф. Решетнева» (Россия). Первый конкурс был признан несостоявшимся ввиду несоответствия заявок требованиям конкурсной документации, второй конкурс — по причине того, что к участию в конкурсе был допущен только один потенциальный поставщик.

В обоих случаях заявки на участие представляли две компании — ОАО «ИСС имени академика М.Ф. Решетнева» и КПК «Великая стена».

По результатам проведенных конкурсных процедур генеральным подрядчиком по проекту «KazSat-3» выбрано ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева».

20 июня 2011 г. в рамках мероприятий авиакосмического салона в Ле Бурже-2011 (Париж), который проходил во Франции с 20 по 26 июня 2011 г., в присутствии руководителей

Казкосмоса и Роскосмоса был подписан Договор между АО «Республиканский центр космической связи» и ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева» на создание и запуск спутника связи и вещания «KazSat-3». Срок создания и запуска спутника «KazSat-3» составляет 28 месяцев, запуск его планируется провести с космодрома «Байконур» в декабре 2013 года.

#### — Как обстоят дела сегодня с подготовкой кадров для Казкосмоса?

— Я всегда говорил, что создание полноценной космической отрасли Республики Казахстан и реализация проектов в сфере космической деятельности должно сопровождаться развитием кадрового потенциала, как в количественном, так и в качественном отношении. Это требует системной организации подготовки, переподготовки, повышения квалификации кадров для удовлетворения стратегических интересов государства в развитии современной космической отрасли. Поэтому вопросы кадрового обеспечения космической отрасли являются одними из основных задач Стратегического плана Казкосмоса.

В этом направлении Казкосмосом проводится системная работа по подготовке специалистов для космической отрасли.

В настоящее время сформирована система повышения квалификации и переподготовки кадров космической отрасли, которая включает несколько направлений:

- обучение студентов в ВУЗах Казахстана и по международной программе «Болашак»;
- организация семинаров по вопросам космической деятельности;

- организация обучения казахстанских специалистов в рамках реализации космических проектов.

Совместно с Министерством образования и науки Республики Казахстан разработаны стандарты подготовки специалистов по специальности «Космическая техника и технологии», которая в настоящее время является наиболее востребованной. В связи с этим базовыми вузами по подготовке специалистов для космической отрасли начата работа по организации подготовки специалистов по указанной специальности. В 2010 году осуществлен первый набор на подготовку бакалавров по специальности «Космическая техника и технологии» в Алматинском университете энергетики и связи, Казахском национальном университете имени Аль-Фараби, с 2011 года — в Евразийском национальном университете имени Л.Н. Гумилева, Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева. В настоящее время в этих вузах обучаются около 70 студентов по указанной специальности.

В 2010 году в Классификатор специальностей высшего и послевузовского образования Республики Казахстан введена новая специальность «Производство космических аппаратов» для магистратуры и докторантуры.

Начиная с 1996 года, в филиале «Восход» Московского авиационного института (МАИ), расположенном в городе Байконыр, ведется обучение (по данным МОН РК) 205 казахстанских граждан для космической отрасли республики. С 2008 года Министерством образования и науки Республики Казахстан обеспечено ежегодное выделение 45 грантов для обучения студентов в филиале «Восход» МАИ.

Организовано обучение в рамках Международной программы «Болашак» в зарубежных ВУЗах по космическим специальностям в таких странах как Россия, США, Великобритания, Франция, Германия, Нидерланды, Канада, Китай. По данным АО «Центр международных программ» в 2010 году по 9 космическим специальностям программы «Болашак» обучаются 58 человек. Обучение в рамках программы «Болашак» ведется в следующих направлениях: проектирование, конструирование, производство и эксплуатация космической техники и технологий.

Одной из важных составляющих совершенствования и развития кадрового потенциала является формирование системы повышения квалификации и переподготовки специалистов Казкосмоса по стратегическим направлениям формирования космической отрасли.

К настоящему времени на системной основе организуются обучающие семинары повышения квалификации по стратегическим направлениям космической деятельности, которые имеют целенаправленный характер.

В рамках реализуемых подведомственными предприятиями Казкосмоса космических проектов также проводится подготовка казахстанских специалистов для отрасли. Данное направление примечательно тем, что дает возможность повышению квалификации казахстанских специалистов в плане приобретения практического опыта и навыков создания космической техники.

Работа по системному развитию и совершенствованию кадрового потенциала организаций отрасли продолжается. ■

# We are building country's space industry

Talgat Musabayev, Chairman of the National Space Agency of Kazakhstan, answers on questions from the magazine «Space Research & Technologies»

**N**ational Space Agency—the first space agency in the country's history was created in 2007. How did the first years of the agency? What was decided in the first place?

— Yes, the creation of space industry in the country is strategically important task for our country, standing in front of the National Space Agency, which was established by the Decree of President of Kazakhstan on March 27, 2007 as an independent central body of state administration responsible for space activities.

Analysis of the development of space activities have been held since the first days of operation of Kazkosmos as an independent state body. Objective analysis showed that the country on whose territory is the largest in the world and unique cosmodrome, does not have the scientific and technical basis for the creation of rocket and space technology and has developed a space segment.

Moral and physical depreciation of fixed assets of «Baikonur», which can cause a depletion of resources in the next 10 years, is a major problem. In addition, there is a shortage of specialists who have practical experience, skills for development of space technology.

Today, it is clear to all that effective development of space

requires advanced development of fundamental and applied research in fields such as physics of near and far space, electronics, communications, materials science, space instrumentation, remote sensing of the Earth. Based on the foregoing, under the present conditions, when space activities in the republic is in its early stages, is necessary to provide powerful scientific support for all projects to develop space technology and techniques.

President Nursultan Nazarbayev has always devoted special attention to the country's space activities, and provides great support. President of the Republic of Kazakhstan has set the task to develop and implement long-term program of creation and development of space industry.

Now after more than four years since the establishment of the agency we were able to achieve certain results, which are discussed below.

In general I can say that we have overcome the difficult moments of formation as government body and I believe that despite the enormous difficulties that are and will be on the way, we can achieve our goals.

— **Creation of own space industry is a strategic task of enormous difficulty facing Kazakhstan. What will distinguish it from cosmonautics of other countries? What are the goals**

**and priorities? What barriers must we overcome in this way?**

— For Kazakhstan, which is a dynamically developing country, development of space activities is one of the most powerful factors of implementation of the Strategy of industrial-innovative development. The presence in





the country largest in the world cosmodrome «Baikonur», needs of the economy, national security and defense in space technologies and services as well as scientific, technical and personnel potential formed in the past four and half years create the objective conditions for formation of space industry in country.

Republic of Kazakhstan is the third in CIS which on initiative of President N.A. Nazarbayev has adopted and implements its own national space program.

The implementation of space projects in the Republic of Kazakhstan is a resource for innovative development. Practice of the leading countries of the world proved that space activities is a factor of high-tech and competitive development. All for the state, all for a society, to all people are the motto of modern cosmonautics.

Implementation of projects in the field of space activities in Kazakhstan will be able to give a strong impetus to solving problems for

the development of industrial-innovative sector of economy.

I can say following about specific our business.

In order to form a complete space sector for the next planning period is necessary ensure the development of following directions of space activity:

1. Creation and development of orbital constellation of satellites for communication of «KazSat» series.

Grouping of spacecraft series «KazSat» will provide new



technical capabilities to provide services in promising areas such as direct television broadcasting, television of broadcasting high-definition, services of direct broadband subscriber access to the global Internet, multimedia satellite broadcasting transmission of TV signals, Internet traffic and the sound broadcast directly to the terminals of mobile subscribers.

This will give significant impetus to the domestic telecommunications industry, to ensure govern-

ments by independent channels of satellite communications.

2. The creation and development of space system of distance sensing (SS DS) in complex with the development of the National System of Space Monitoring (NSSM) based on Earth remote sensing data.

SS DS together with NSSM intended to solve of strategic problems for Kazakhstan, in particular, the data of SS DS will be used for the Ministry of Agriculture, Ministry of Emergency Situations, Ministry of Environment, Ministry of Defense, National Security Committee and other departments.

3. The creation and development of spacecrafts (SC) of scientific purposes.

The analysis of developed project materials shows that created the necessary preconditions for successful implementation of project for creation of space system of scientific purposes (SSSP). Were identified scientific, fundamental and applied problems that can be solved with the help of spacecrafts, separated from their primary and urgent task for Kazakhstan — the study of earthquake precursors. List of scientific equipment and instruments, as well as the payload, which may be installed on the spacecraft, was developed. Work on this project was based on foreign experience, especially France and Russia. Requirements for ground control complex of spacecraft and ground target complex, as well as technical and economic study for developing of SSSP have been developed.

4. Establishment of the National Space Centre in Astana, which has become the core of Kazakhstan's space activities, will be a real step in the development of space activities.

Establishment of the National Space Centre will allow to solve the problem of the gradual

development of Kazakhstan's space technology and involve more local industries in space activities.

Design, construction and technological base of the production of spacecraft is the basis of creation of space industry.

Creation of own Special Design and Technological Office of Space Technology with the assembly and testing complex for assembling and testing of the spacecraft will initially allow full participation of Kazakhstan specialists together with French specialists in the creation of domestic satellites, and eventually design and build satellite systems themselves.

5. The development of scientific and technological base of space activities.

Goals and objectives of scientific block should be determined by the necessity to form integrated system of research, development, testing and manufacture of space equipment. This will ensure the creation and launch of spacecraft of various types on the basis of modern science and technology, the creation of hardware and software use of space systems by end users as well as providing of dynamic progress of Kazakhstan in priority areas of technological development of space activities.

6. The practical use of space communications and broadcasting, Earth remote sensing, global navigation satellite systems (GNSS) and ground space infrastructure.

Creating a target space system is not the goal. This is tool of final consumer for solving the tasks of social and economic development, strengthening of national security and defense of the Republic of Kazakhstan with the use of space systems. To make effective use of this tool is necessary to implement targeted projects using of space systems and technologies, network oper-

ators to deploy space-based services to various customers.

To date, the possibilities of satellite navigation systems are not used in the country. System for monitoring of the navigation fields, high-precision positioning, personal positioning, and navigation support of transport telematics in the development stage, there is no ground infrastructure.

Thus, the development and implementation of a system project for the ground infrastructure system of high-precision satellite navigation of the Republic of Kazakhstan, the satellite geodetic network, providing a wide range of services based on satellite navigation systems are relevant.

7. The development of a full international cooperation of the Republic of Kazakhstan in the field of space activities through the development of legal base of cooperation with other States that are world leaders in the field of space activities through the participation of the Republic of Kazakhstan in international projects to develop space techniques, technology, objects of space infrastructure as well as in scientific research in cooperation with leading world manufacturers.

Implementation of these measures will allow Kazakhstan to enter into international cooperation and global market of space services, to establish strong partnerships with leading developers and manufacturers of space equipment and technology and will help create a world-class space industry in Kazakhstan.

8. Development of human resources, regulatory-legal and normative and technical base for space activities through the creation of staffing, space and a full regulatory and normative and technical base for the development of space industry.

Development of the preferred directions amounts the

main priorities for the development of space industry in the Republic of Kazakhstan for the long term.

In general, the implementation of space projects would contribute greatly to scientific, technical and socio-economic development of Kazakhstan. The space agency is doing everything necessary to create the country's space industry, which would serve the interests and needs of the state and society. All our space programs serve one purpose — to ensure the competitiveness of Kazakhstan.

— **One of the most important priorities for Kazakhstan is to preserve and develop the Baikonur Cosmodrome, the full participation of domestic enterprises in its work. How real is the joint work with companies launching at Baikonur «Land Launch», «Cosmotras»?**

— The presence of «Baikonur» provides a unique opportunity for Kazakhstan to participate in the launching of the spacecraft, experience in training, maintenance and implementation of start-up of launch vehicles, the development of own production and test facilities. Kazakhstan's participation in various activities and the implementation of international projects at Baikonur is one of the highest priorities.

As requested by the Head of State regarding the gradual entry into the complex «Baikonur» for Kazakhstan is necessary to take steps to participate in projects of commercial use of carrier rockets (CR) «Zenith» and «Dnepr» at the cosmodrome «Baikonur» with a view to the efficient use and development of the complex «Baikonur» in their own interests. This direction should be a priority in the development of space activities in the country until 2030.

Currently estimated ensuring of Kazakhstan's participation

in three projects at the cosmodrome «Baikonur» by Kazcosmos as actions for the effective use and development of complex «Baikonur» in the interests of Kazakhstan:

- creation of a space rocket complex (SRC) «Baiterek»;
- commercial use of CR «Dnepr»;
- commercial use of CR «Zenit».

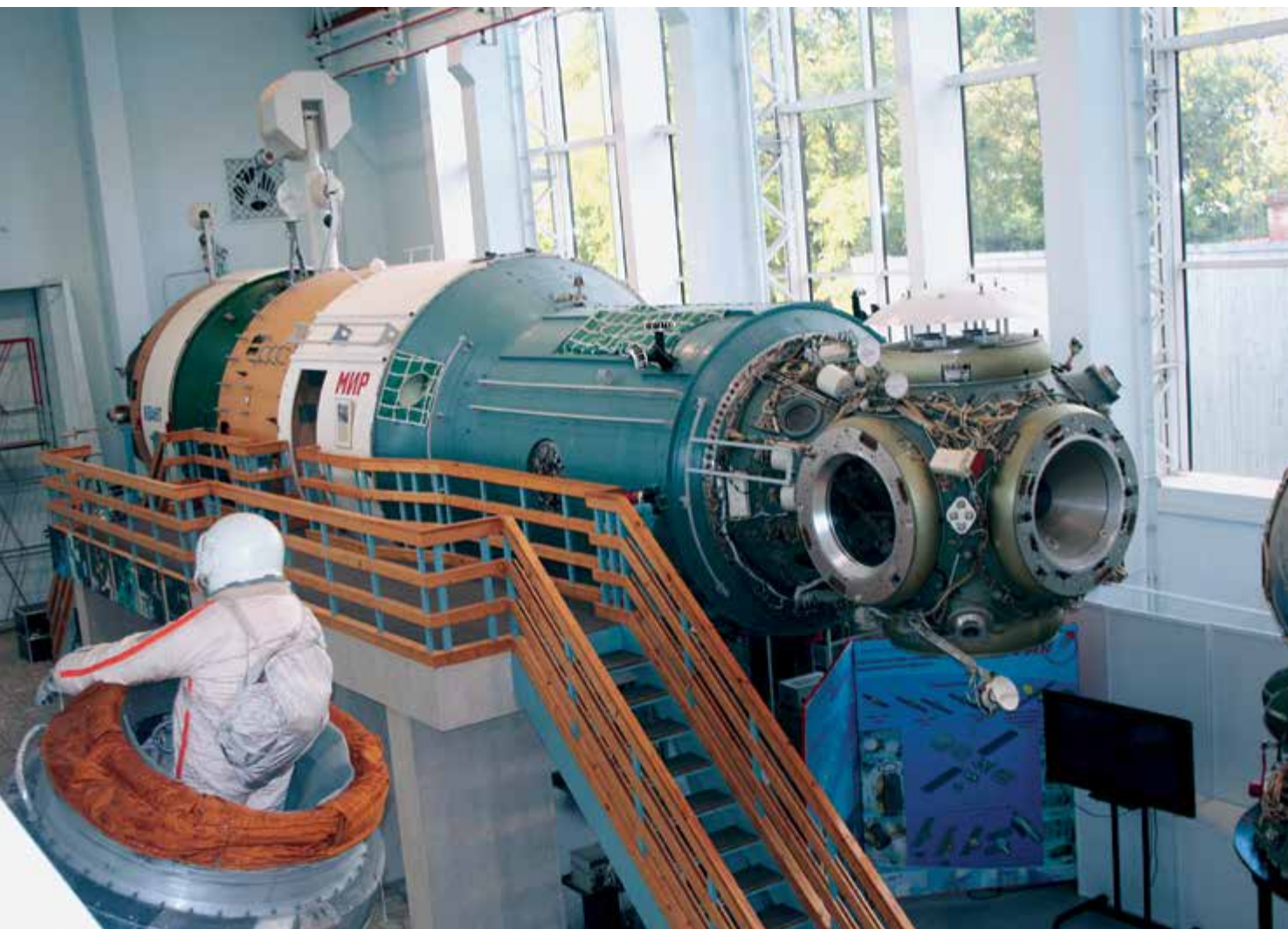
Currently Kazcosmos has ensured that the company JSC «NC «Kazakhstan Garysh Sapary» owns 10% shares of JSC «International Space Company «Cosmotras». The Kazakh side has received dividends on their shares as a results the activity of JSC «ISC «Cosmotras» for 2010. Work on acquisition of additional 23,3% shares of CJSC «ISC «Cosmotras» for the equal participation of Russia and Ukraine conducted.

The question of Kazakhstan's participation in commercial use of CR «Zenit» studied with the Russian and Ukrainian sides.

— **The project «Baiterek» became a «protracted» in the opinion of many experts. Can the situation in which Kazakhstan will adjust their participation in this project? Is there a script or a backup plan of action in this scenario?**

— The project on creation of SRC «Baiterek» is the most ambitious international space project in the CIS. More than 40 Union ministries and departments, as well as hundreds of industrial enterprises engaged the creation of similar SRC in the USSR.

Kazakhstan did not have the appropriate scientific, technical and personnel potential with experience in creation of similar space mega-projects at the time of signing the agreement with Russia on project implementation in 2004. Naturally, there have been numerous objective



and subjective circumstances towards the creation of SRC «Baiterek.» These include errors in the evaluation of deadlines, incompleteness of testing of CR «Angara», the transfer of the construction site of the SRC «Baiterek», etc. Ultimately this led to prolong the completion of time of SRC, and the cost of preliminary design has increased many times over.

People who have little understanding what they are doing, engaged in the preparation of an intergovernmental agreement with the Kazakh side. The agreement does not stipulate terms of putting into operation of the complex; do not take into account possible risks for Kazakhstan, there are no respon-

sibility of the Russian side, the enterprises which are the main performers. And finally, the price of the complex recorded — 223 million dollars. Complexes of this size do not have such a «ridiculous» prices never and nowhere in the world.

Currently Kazkosmos takes drastic measures to address the problematic questions on the project SRC «Baiterek», establishment of coordination work with Russian partners.

Kazkosmos and Roskosmos developed and agreed organizational documents regulating their interaction and their mutual responsibilities for project implementation.

It was developed the tactical and technical requirements

for development projects to create SRC «Baiterek» approved by Kazkosmos and Roskosmos and agreed by companies-subcontractors of the Russian Federation and the Republic of Kazakhstan.

Draft Protocol on amendments to Agreement between the Government of the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation on the establishment of SRC «Baiterek» of December 22, 2004 was prepared and submitted for approval to the Russian side in order to reduce political and economic risks for Kazakhstan in the project.

In December of this year in Baikonur is expected to meet between heads of Kazkosmos and Russian Space Agency for devel-



opment of offers on further implementation of the SRC «Baiterek.»

— **Today much attention attracted to creation of the Space Centre in Astana, its first phase of Assembly and test complex (ATC). How is the building? When the complex will become operational?**

— JSC «NC «KGS» on the land area of 30 hectares, located on Turan Avenue (area interchange on the airport), implements the project of creation of the National Space Centre (NSC) in Astana.

The purpose of the NSC is territorial and technological integration of design and production companies working in the field of space activities and in related industries, research and education centers, institutions, social and cultural facilities, commer-

cial and other organizations that complementing and reinforcing each other will help effective operation of the NSC as well as industry.

Realization of this project will create a high-tech center for ensure favorable conditions for the formation of the space industry in Kazakhstan, competitive in foreign markets.

Establishment of the National Space Centre, which included more than ten systems and individual facilities, will be conducted in two stages.

Start of construction of the I stage — January 2011, end of construction — IV quarter of 2013.

Object Assembly and test complex of spacecraft intended for engineering, aerospace industry, as well as for receiving and acceptance and qualification testing of spacecraft and its components.

Construction of the building Special Design and Technological Office of space technology provided within the project ATC of spacecraft. Nowadays works on installation of foundations and building framework «Special Design and Technological Office of Space Technology» are satisfied. Construction works of building «Ground Segment of the space system of Earth remote sensing» in progress.

— **In the near future the space system of remote Earth sensing will come into operation. Is the modern look of it? What will get country from this project?**

— Created space system for remote sensing of the Earth of our country in all technical indicators is competitiveness with foreign counterparts, as



the project is implemented together with a strategic partner — a company EADS «Astrium» (France), the largest aerospace company in Europe and second largest aerospace company in the world.

The urgency of the system is determined by the need and importance of organizing a unified state system of environmental monitoring, natural resources and emergency situations. It is a set of observations, estimates, forecasts and developed based on these recommendations and options for management decisions that are necessary and sufficient to establish an environmental management, natural resources and environmental security, defense and national security.

Many socio-economic objectives, including warning and emergency prevention, entailing the death of people and billions of dollars in low cost, will be addressed during project implementation.

Creating a system is not only an economic need for government agencies relevant by remote sensing data, but also has the potential demand for strategic security and defense. Thus in case of international or regional conflicts, economic benefits in the form of security and defense of the country may exceed the cost of the project several times.

During the project implementation Kazakhstan will have its own space system with a high quality remote sensing data acquisition with high (1 m) and medium (6.5 m) spatial resolution, which is a measure of certain image, significantly affecting the country's investment attractiveness for investment in the development of innovative technologies.

Available in Kazakhstan receiving stations decide a small number of tasks and technical characteristics are capable of receiving targeted information with low spatial resolution

at very low speeds and do not belong to Kazakhstan remote sensing satellites. In addition, the available supply in Kazakhstan remote sensing data of high and medium resolution from foreign remote sensing satellites with high added value by means of Internet technology and other forms of dissemination of remote sensing data through official distributors do not provide the strategic objectives of national security and defense, intelligence and forecasting on the basis of remote sensing data. Annually Kazakh consumers pay millions tenge to foreign companies — suppliers of remote sensing data for the acquisition of satellite images from foreign satellites.

The economic benefits of the project:

1) increase the export potential;

2) increase of international scientific relations, which is accompanied by the development of research in the field of space systems and the use of remote sensing data;

3) improving the efficiency of all sectors of the economy using the results of the project;

4) increased employment in high technology sectors of the economy, etc.

5) solve many problems in various sectors of Kazakhstan's economy as a whole.

— **What role the Kazkosmos devotes his research unit — JSC «National Center for Space Research and Technology» and its institutions? What are the prospects for the development of the Centre and its scientific and experimental base?**

— In Kazakhstan, more than 60 years, studies the near and far space, work on the study of Earth from space.

In 2004, on the basis of scientific institutes of space profile was established Center for Astrophysics, converted in 2008 into a joint stock company «National Center for Space Research and Technology» (JSC «NCSRT»).

At present JSC «NCSRT» combines Astrophysical Institute named after V.G. Fesenkov, Institute of Ionosphere, Institute of Space Research named after Academician U.M. Sultangazin, Institute of Space Techniques and Technology — known research institutes of our country who have made a huge contribution to the development of space science. The names of prominent scientists — V.G. Fesenkov, G.A. Tikhov, U.M. Sultangazin, T.B. Omarov, V.I. Drobzhev and others, and the world level discoveries in various fields of space sciences, associated with these institutes.

At present investigations are developed in the following areas: astrophysics, physics of solar-terrestrial connections, the



physics of dynamic processes in near-Earth space, radio and geophysics, the study of unsteady processes in the atmosphere, biosphere and lithosphere of the Earth, space monitoring of natural resources, emergency situations, development of new types of space techniques and space technology.

Implementation of more than 30 projects on grants from international foundations and companies is proof of conformity to the world level of Kazakhstan fundamental and applied space research.

The high level of scientific research carried out by scientists, is confirmed by publications in high ranking international journals. Only in 2008-2011 was published 8 books, 420 scientific papers, among them 172 — in the far and near abroad, and about 500 reports — on the international and national conferences.

The employees of «NC-SRT» actively participated in the preparation of «Unified information system of CIS countries for the protection from biohazard (based on satellite surveys)» at the Standing Committee on Agrarian Policy, Natural Resources and Ecology of the Interparliamentary Assembly of States — members of the Commonwealth of Independent States.

In 2010 JSC «National Center for Space Research and Technology» NSA RK became a full member of the international project «Sentinel Asia», organized by the space agency's of the Asia-Pacific region and aimed at the global space monitoring of emergencies and natural disasters by Earth remote sensing techniques.

At the same time, material and technical base for space science behind the modern world level. Research equipment needs to be updated. Last two years management of the Centre is taking active steps to address this

problem. At the same time, Kazcosmos provides full support and active assistance in the promotion of projects aimed at creating a modern laboratory and experimental base, providing development of new scientific fields.

Space explorations with the use of directly located in its facilities have become a scientific basis of all space activities. The first step in this direction is the development of modern information and technological basis of astronomical research through the participation of the Republic of Kazakhstan in the international space project «World Space Observatory — Ultraviolet» (WSO-UV), aimed to explore the universe in the ultraviolet part of the electromagnetic spectrum, away from ground-based observation instruments. Memorandum of Understanding between the National Space Agency of the Republic of Kazakhstan and the Federal Space Agency (Russia) on cooperation on the project «Creating Space astrophysical observatory for observations of astronomical objects in the ultraviolet spectrum of electromagnetic radiation («World Space Observatory») orbital space radio telescope «Spectrum-UV» was signed. Starting the observatory is scheduled for 2014.

In order to form a modern infrastructure of national astronomy is planned not only to modernize its experimental facility, but also to equip with more modern optical means, first and foremost, an optical telescope with a main mirror diameter of 3.6 meter. This will allow Kazakhstan to build a modern infrastructure to ensure high-precision ground-based observations, receipt the results of observations from space telescopes and ensure the independence of Kazakhstan in research with using of existing and new space-based telescopes.

Much attention at the Centre is paid to the development of

national space engineering and technology. For this purpose is planned create an experimental production of space technology, based on which will be designed, developed and tested the various components of space systems, experimental models of service and scientific instruments for spacecraft of scientific and technological purposes, technology management. This will increase the Kazakhstan content in future space missions.

It is planned to develop a system of high-precision satellite navigation based on its own technical and mathematical software tools, development of a unified system of data transfer on the basis of mobile satellite communications and satellite navigation, a backup system for the collection and transfer of data to manage the various types of high-tech specialized equipment. All this is necessary to meet the increasing needs of cartography, surveying, monitoring of transportation of critical goods.

Development of technological guidelines and recommendations for production of lightweight structural materials with predetermined characteristics from alloys based on aluminum and magnesium for the production of responsible knots of spacecraft is planned for use in space applications for new materials.

In the future, Kazakhstan should become an active participant in the global space market, developing all aspects of space activities, including research objects of near and far space, the Earth from space, occupying a specific niche in the production of space techniques and development of space technologies.

— **The «KazSat» program, despite the initial difficulties, is developing and promising results. Could you tell us about the modernization of «KazSat-2», negotiations with**

**insurance companies on «KazSat-1», and choice of contractor for the next unit.**

#### **On insurance of the satellite «KazSat-1»**

Negotiations with insurance companies on settlement of insurance payments for satellite «KazSat-1» was started in November 2008 and completed in June 2011.

To investigate the events with the satellite «KazSat-1» were involved the following foreign companies:

1) on technical questions — French company «SateConseil International», which has experience in investigating of insurance events with spacecraft;

2) for the legal assessment of the situation on the settlement of the insured event with a satellite — law firm Reed Smith (England), which represents more than 10 years the interests of the Republic of Kazakhstan in international arbitration and other processes;

3) to analyze the method of calculating the permissible level of insurance payments — audit company «PricewaterhouseCoopers Tax and Advisory.»

Conclusions of companies were used in the settlement of insurance payments with insurance companies. All decisions on the basis of negotiations with the insurance companies have been agreed with the Government of the Republic of Kazakhstan.

As a result of intensive and labor-intensive work carried out by the Kazakh side for 3 years, were resolved insurance payments with all insurance companies on acceptable terms for the Republic of Kazakhstan.

#### **On modernization of the satellite «KazSat-2»**

Launch and use the satellite «KazSat-2» - an effective solution





to the problem of communications and broadcasting all over the country, which will satisfy the needs and growing demand for satellite communications by enhancing the competitiveness of the domestic market.

Lifetime of «KazSat-2» is 12.25 years.

To improve technical specifications, reliability and lifetime of the spacecraft «KazSat-2» has adopted the following main steps:

- instruments onboard systems and software-mathematical support on results of the flight operation of the spacecraft «KazSat-1» have been improved;
- complex of measures to protect the devices and onboard cable network (OCN) from exposure of radiation, electrostatic discharge and electromagnetic radiation (optimization of radiation protection of devices, providing of electromagnetic «leakage» of devices, shielding, OCN, earth, metal, the use of ion traps) was performed;
- amount of testing of onboard systems, including time between failures has been extended;

- technology of management by spacecraft due to the use of direct radio commands to parry the failures of electronic systems and other emergency situations has been improved;

- foreign-made instruments (gyro, astro-sensors, solar sensors) with a positive history of flight, were used in the control command devices.

#### On choice of contractor to build and launch the satellite «KazSat-3»

Government purchases of works on creation and launch of Kazakhstan satellite of communications and broadcasting «KazSat-3» were held twice, and twice in accordance with the laws of the Republic of Kazakhstan declared not valid.

The largest international manufacturing companies such as EADS Astium (Europe), «Great Wall» (PRC), Orbital Science (USA), SUMITOMO Corporation (Japan), Thales Alenia Space (Europe), JSC «Information Satellite Systems named after Academician M.F. Reshetnev»

(Russia) have expressed their desire to participate in the contest. The first contest was declared void in view of applications do not match the requirements of the bidding documents, the second competition — the reason being that the bid was allowed only one potential supplier.

In both cases, the enrollment was represented by two companies — JSC «ISS named after Academician M.F. Reshetnev» and «Great Wall».

On the results of bidding procedures JSC «Information Satellite Systems named after Academician M.F. Reshetnev» was chosen the general contractor on the project «KazSat-3».

June 20 under activities of Air Show at Le Bourget 2011 (Paris), which took place in France from 20 to 26 June, the leaders of the Russian Space Agency and Kazkosmos signed the Treaty between the JSC «National Center for Space Communications» and JSC «Information Satellite Systems named after Academician M.F. Reshetnev» about creation and launch of satellite of communications and broadcasting «KazSat-3». The term of the creation and launch of the satellite «KazSat-3» is 28 months, its launch is planned from «Baikonur» in December 2013.

#### — What about personnel training for Kazkosmos?

— I've always said that the establishment of a full-fledged space industry of the Republic of Kazakhstan and implementation of projects in the field of space activities should be accompanied by the development of human resources both in quantity and in quality. This requires a systematic organization of training, retraining and advanced training to meet the strategic interests of the state in the development of the modern aerospace industry. Therefore, the issues of staffing the space industry are one of the

main objectives of the Strategic Plan of Kazkosmos.

Kazkosmos conducts systematic work on training of specialists for the space industry in this direction.

At present the system of training and retraining of personnel of space industry, which includes several areas is formed:

- training of students in universities of Kazakhstan and International «Bolashak» program;
- organization of workshops on space activities;
- organization of training of Kazakhstan's specialists in the implementation of space projects.

Together with the Ministry of Education and Science of Kazakhstan have developed standards of training in the specialty «Space applications and technology», which is currently most in demand. In this regard, the basic higher education institutions have begun work on the training of specialists for the aerospace industry. In 2010, the first set for bachelors degree in «Space techniques and technology» in the Almaty Energy and Communications University, Kazakh National University named after Al-Farabi was carried out, in 2011 — at the Eurasian National University named after L.N. Gumilev, Kazakh National Technical University named after K.I. Satpaev. Currently, about 70 students on this specialty are trained in these high schools.

In 2010, a new specialty «Manufacture of spacecraft» for master's and doctorate was introduced in the Classifier of specialties of higher and postgraduate education of the Republic of Kazakhstan.

Starting from 1996, training (according to MES RK) 205 Kazakh citizens for the space industry of the country is conducted in a branch of «Voskhod» of the Moscow Aviation Insti-



tute (MAI), which is located in the city of Baikonur. Since 2008, annual funding of 45 grants for training of students in the branch «Voskhod» of MAI has been provided by the Ministry of Education and Science of Kazakhstan.

Education on space professions was organized by the International «Bolashak» program in foreign Universities — Russia, USA, United Kingdom, France, Germany, Netherlands, Canada, and China. 58 persons are trained on 9 space professions of «Bolashak» program in 2010, according to the JSC «Center for International Programs». Education under the «Bolashak» program is conducted in the following areas: design, construction, production and exploitation of space applications and technology.

An important part of the improvement and development of human capacity is the formation of advanced training and retraining of specialists of Kazkosmos on the strategic direction of formation of the space industry.

To date, training seminars for improvement of professional skill in strategic areas of space ac-

tivities are organized in a systematic manner.

Preparation of Kazakhstan specialists for industry is also in satellite projects implemented by subordinate enterprises of Kazkosmos. This direction is notable in that it gives the possibility of further training of Kazakhstan specialists in the acquisition of practical experience and skills to create of space technology.

Work on system development and improvement of human resources of organizations in the industry continues. ■



# Основные направления развития космического мониторинга **сельскохозяйственного производства** в Республике Казахстан

## **Л.Ф. СПИВАК,**

Д.т.н., директор ДТОО «Институт космических исследований им. академика У.М. Султангазина», 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, д. 15, тел./факс: +7(7272)91-99-35, e-mail: levspivak@mail.ru,

## **Н.Р. МУРАТОВА**

К.т.н., начальник отдела «Исследования Земли из космоса», ДТОО «Институт космических исследований им. академика У.М. Султангазина», e-mail: nmuratova@mail.ru

**Ключевые слова:** космический мониторинг сельского хозяйства, посевные площади, прогноз урожая

**Аннотация:** Обозначены перспективы и представлены основные результаты применения ГИС-технологий космического мониторинга сельскохозяйственного производства РК, включающие дистанционный контроль сроков и масштабов проведения посевной и уборочной кампаний; определение размеров посевных площадей яровых посевов; оценку фитосанитарного состояния зерновых культур и прогноз валового сбора зерна.

### **Введение**

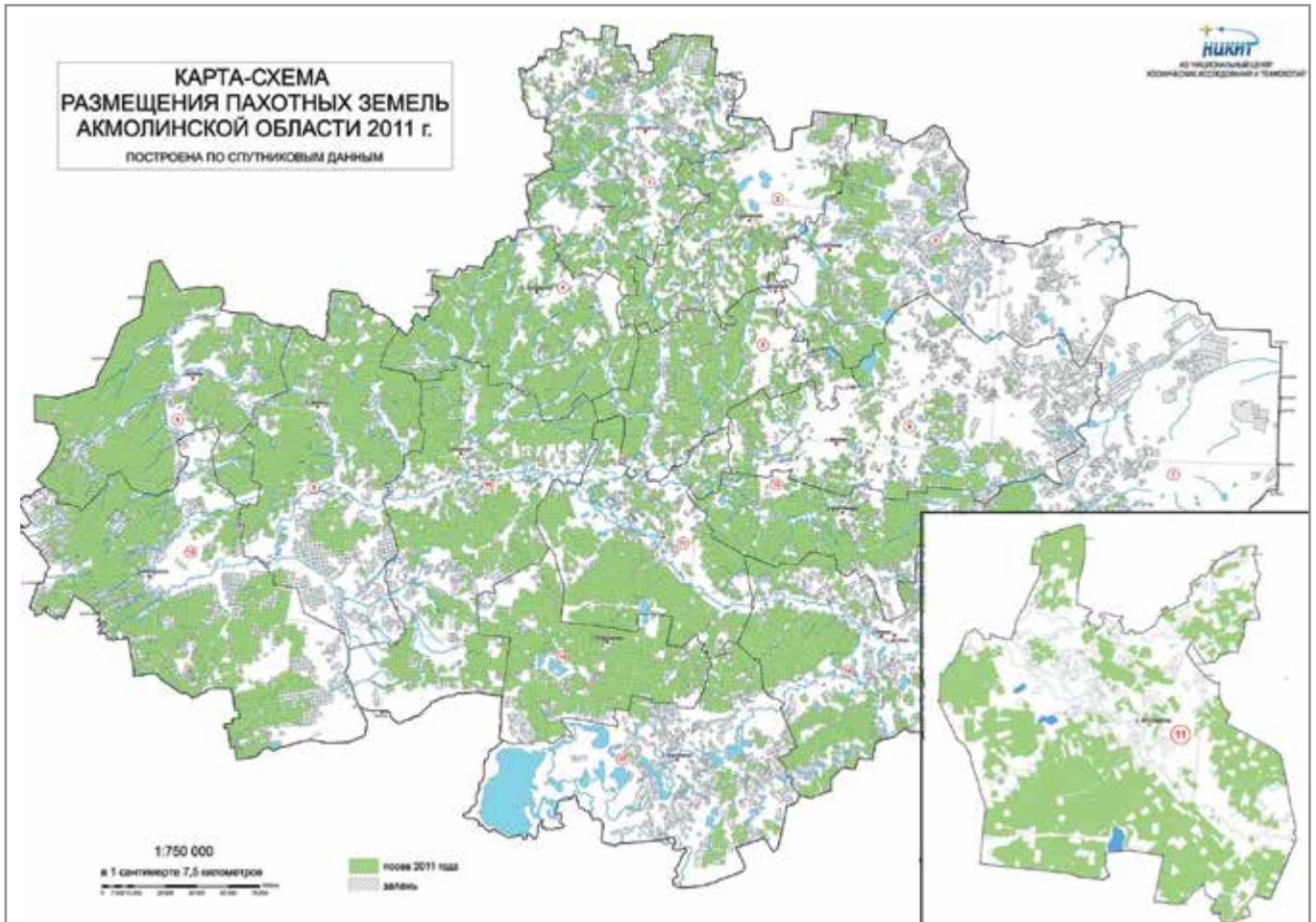
Сельское хозяйство является важной отраслью национальной экономики Республики Казахстан. В последние годы отмечается активный рост зернового производства — основы экспортной

сельскохозяйственной продукции республики — за счет использования земель крупными агропромышленными компаниями и крестьянскими хозяйствами. При этом республиканским управляющим органам при увеличении объема дотаций, сокращении размеров налога или выработке политики страховых выплат необходима объективная информация о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения, получение которой становится все более сложной задачей без спутниковых данных. Современные данные дистанционного зондирования Земли, получаемые при помощи съемочной аппаратуры с борта космических аппаратов, обладают техническими характеристиками, позволяющими решать комплекс задач управления и страхования посевов, включая картирование границ полей, мониторинг посевной и уборочной кампаний, ана-

лиз землепользования, оценку фитосанитарного состояния и продуктивности сельскохозяйственных культур.

Основные зерносеющие области расположены в северной части Казахстана — обширной зоне неполивного земледелия, которая простирается на 2 000 км с востока на запад и свыше 700 км с юга на север. Здесь в основном практикуется монокультурное выращивание яровых зерновых культур на сельскохозяйственных полях с крупными размерами (от 200 до 500 га). В этих условиях для организации системы космического мониторинга сельскохозяйственных угодий, подразумевающей оперативное получение и тематическую обработку больших объемов пространственных данных, необходимо привлекать широкоохватные спутниковые системы.

Первые работы по космическому мониторингу 15 миллионов гектаров пахотных зе-

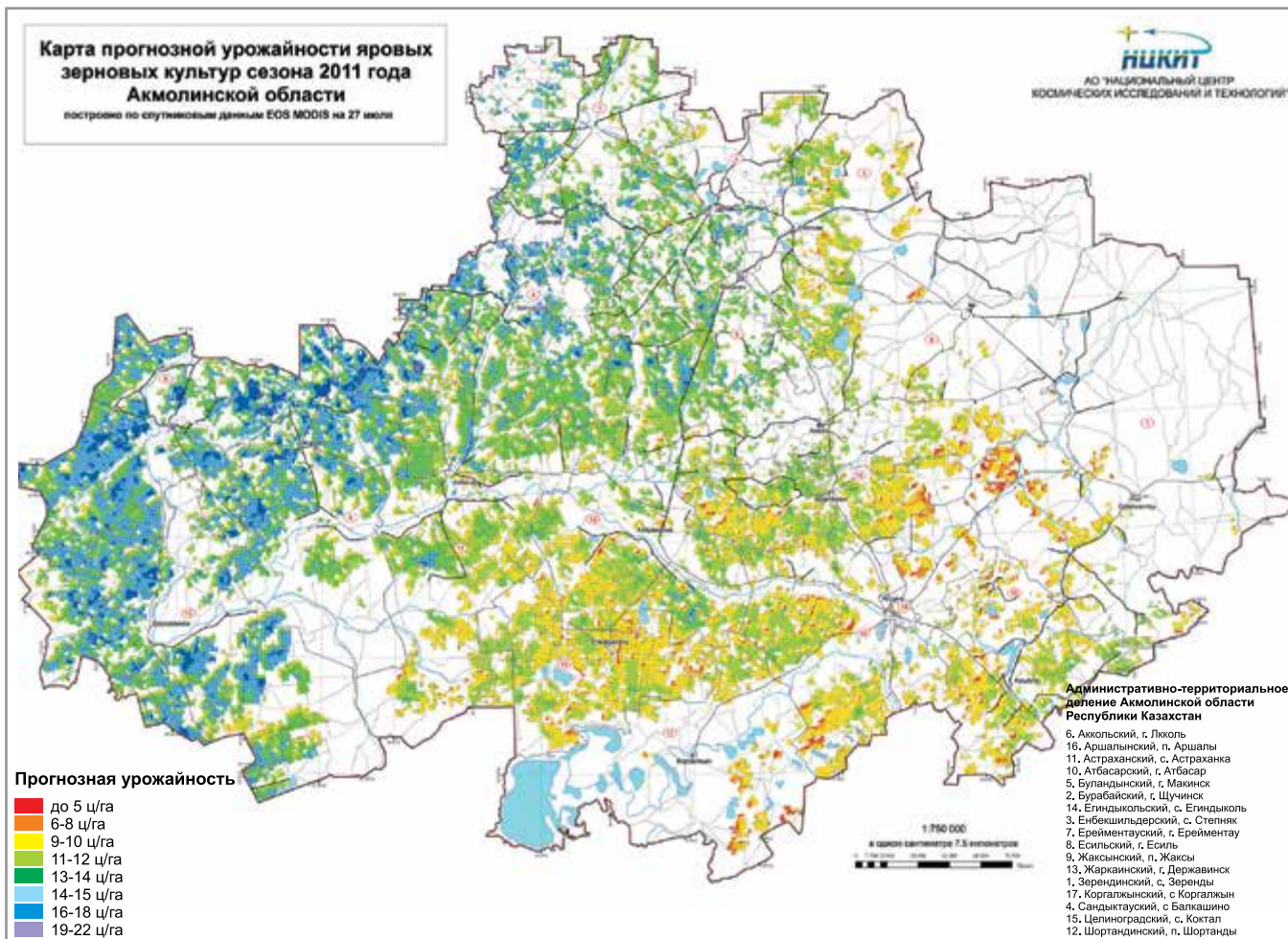


мель в северной части Казахстана были инициированы заказом Правительства РК в 1997 г. Первоначально использовались многозональные снимки NOAA/AVHRR (1 км) и Ресурс/МСУ-СК (160 м). С появлением спутниковых данных Terra/MODIS (250м), обеспечивающих режим ежедневного покрытия всех яровых посевов данными космической съемки, космический мониторинг яровых посевов в основных зерносеющих областях перешел в режим регулярного оперативного информационного обеспечения МСХ РК. Сегодня дополнительно к спутниковым данным Terra/MODIS к анализу привлекаются широкополосные данные индийской спутниковой системы IRS-P6/LISS/Awifs и канадской ради-

олокационной космической съемки RADARSAT-1. Подключение новых спутниковых систем существенно расширило список задач, решаемых с помощью космического мониторинга.

В настоящий момент список задач космического мониторинга сельскохозяйственных угодий Казахстана включает оценку посевной площади яровых культур и паровых полей, контроль сроков ярового сева, оценку состояния и засоренности зерновых посевов; прогноз валового сбора зерна месячной заблаговременности; контроль сроков уборочных работ и убранных площадей. Указанные виды работ выполняются для основных зерносеющих регионов Казахстана: Акмолинской, Костанай-

ской, Северо-Казахстанской, Карагандинской и Павлодарской областей, где основной культурой возделывания является яровая пшеница и ячмень; Кызылординской области, где возделывается рис. Высокая точность и эффективность работ достигаются за счет применения современных ГИС-технологий. Ежегодно в рамках разработанных ГИС для каждой области обновляется атрибутивная информация по каждому полю, что позволяет проводить различные виды ГИС-анализа и хранить историю полей за все годы мониторинга. Сбор наземных данных, необходимых для решения задач космического мониторинга, осуществляется на подспутниковых полигонах сельскохозяйственного назначения.



## Сеть подспутниковых полигонов

Первичным звеном в сети полигонов сельскохозяйственного назначения, развернутых в Акмолинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областях, являются отдельные хозяйства, где согласно разработанным программам регулярно проводятся наблюдения для определения состояния почвенного и растительного покровов, оценки продуктивности и качества урожая зерновых культур, контроля сроков полевых работ и т.д. Для работы на подспутниковых полигонах разработана Инструкция по проведению подспутниковых работ, в которой указаны

принципы выбора и организации наблюдательных участков на полях, основные методики проведения наблюдений за агротехническими работами, влажностью почв, биометрическими параметрами, фитосанитарным состоянием и элементами продуктивности зерновых культур. В дополнение разработаны форматы книжки для записи подспутниковых наблюдений, предназначенные для фиксации полевых наблюдений и результатов первичной обработки информации на полигонах по установленным формам. Соответственно, разработана электронная база данных для хранения информации с полигонов.

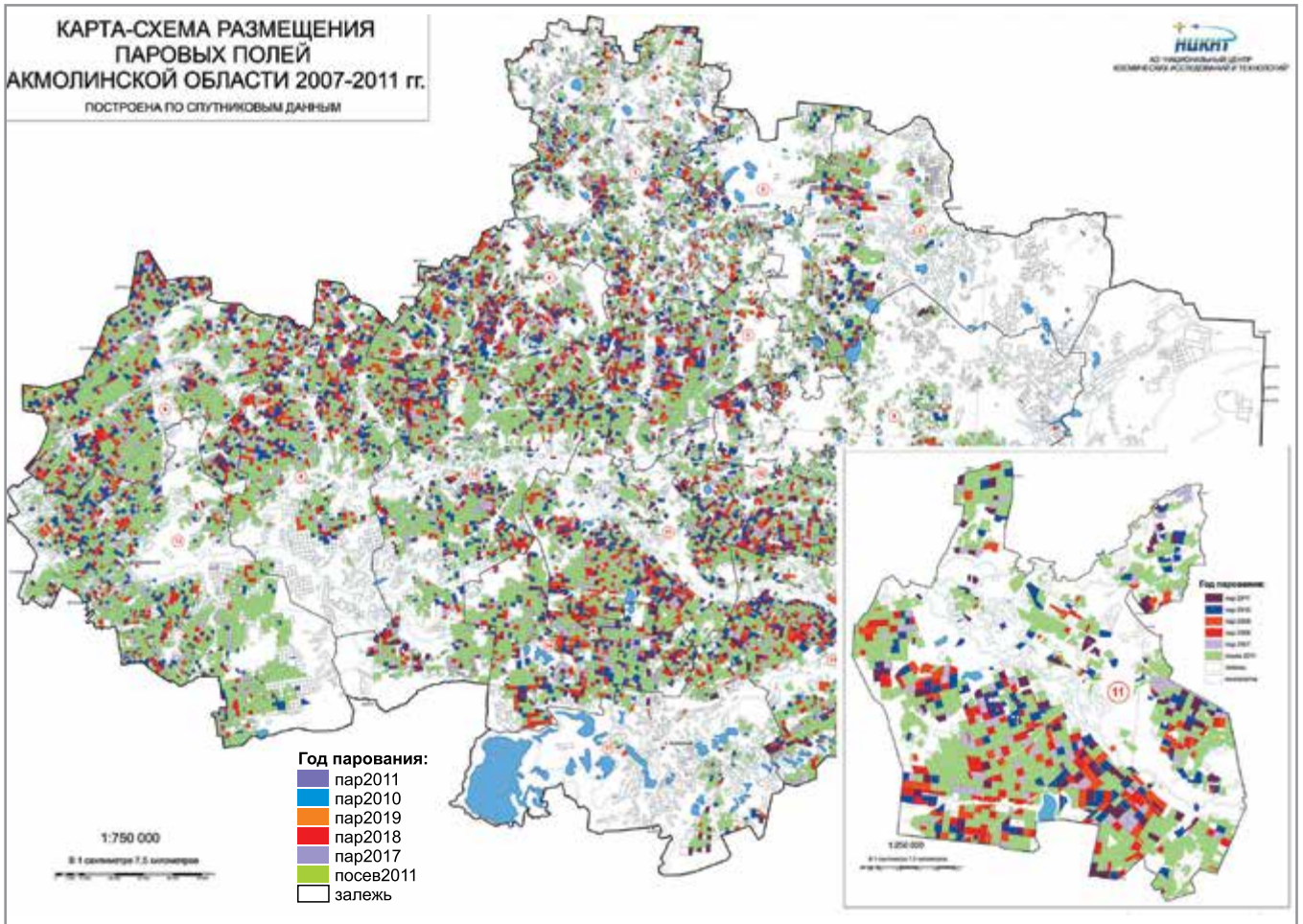
Результаты наземных наблюдений используются в качестве

обучающих материалов для классификационных моделей и проверки их применимости в процессе тематического дешифрирования, а также для верификации методик решения прикладных задач мониторинга.

## Оценка посевных площадей

Сегодня мониторинг землепользования основывается на данных Terra/MODIS (250 м), IRS/LISS (23 м), IRS/Avifs (56 м) и RADARSAT-1 (100 м). Соответствие между наземными обследованиями Акмолинской области в 2000–2009 гг. и результатами распознавания посевов зерновых культур по спутниковым данным составляет 97%. Анализ 3% ошибок показал, что они были связаны





в основном с дефицитом «безоблачной» информации или сильными отклонениями в календарных датах проведения основных сельскохозяйственных работ.

В качестве базовой методики расчета посевных площадей по материалам космической съемки используется прямая оценка размера площади спутниковой маски. Важным моментом является учет влияния граничных пикселей маски. Система учета различий между площадью, определяемой маской зерновых культур, и реальной ситуацией строится на использовании ряда локальных геоинформационных систем. В настоящий момент используются ГИС для районов с суммарной площадью пахотных земель свыше 5 млн га. Суммар-

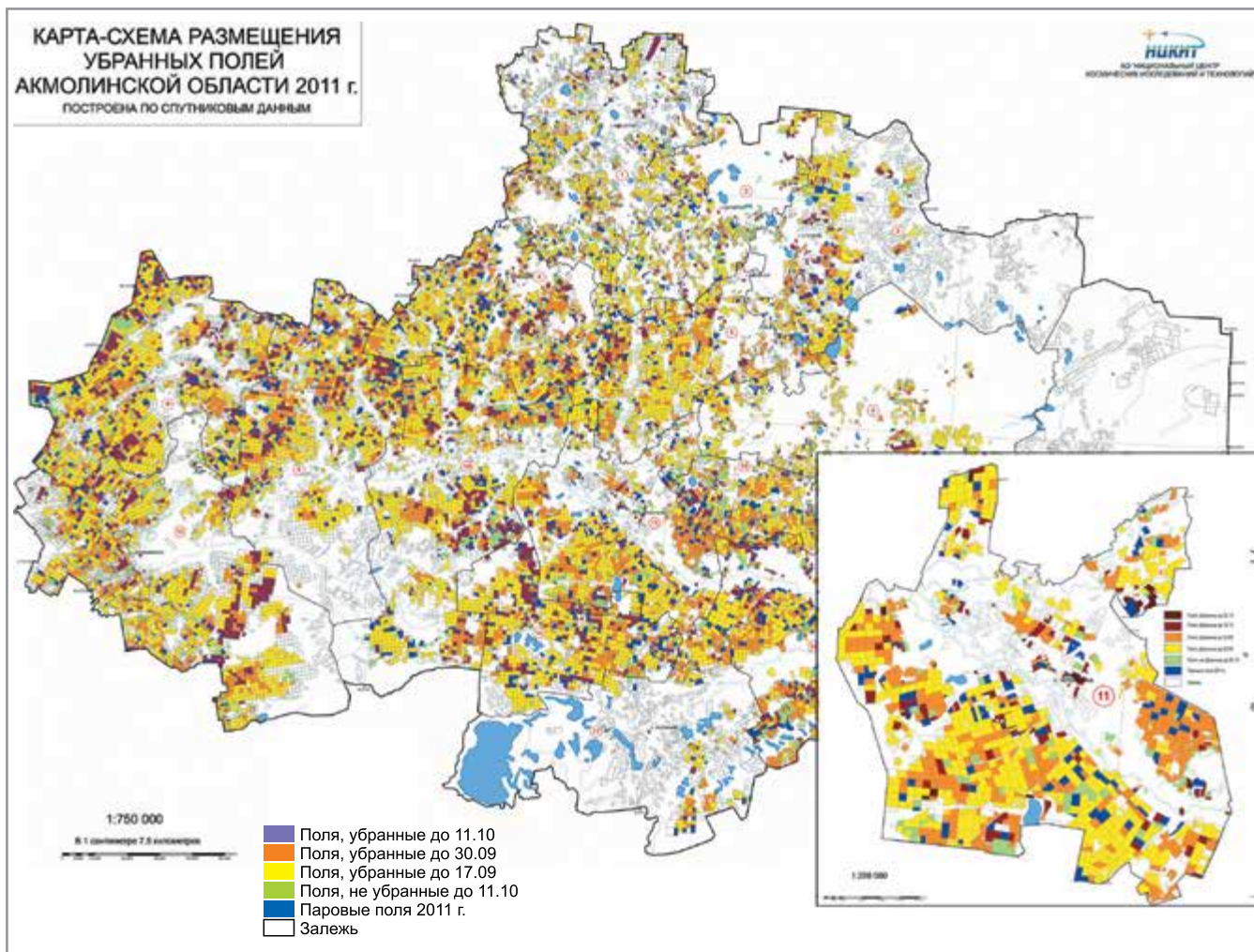
ная ошибка метода определения размера посевных площадей яровых зерновых культур по спутниковым данным для отдельной области (свыше 4 млн га посевов) находится в пределах 3–5 %. Результаты представляются к 1 июля текущего года в форме табличных данных о размерах посевных площадей яровых зерновых культур и областных картосхем расположения посевов яровых культур в целом (рис. 1).

**Оценка фитосанитарного состояния и прогноз урожайности зерновых культур месячной заблаговременности**

Для оценки состояния зерновых посевов и прогноза урожайности анализируются

агрометеорологические условия, данные стационарных полигонов и наземного маршрутного обследования, распределение спутниковых индексов вегетации. Одна из проблем прогноза урожайности из космоса заключается в наличии сорной растительности в зеленой биомассе посевов зерновых культур. Для оценки этого фактора разработана технология оценки степени засоренности и учета ее влияния на будущий урожай.

Анализ состояния пшеницы выполняется на основе статистического анализа спутниковых индексов вегетации по маскам различных сроков парования. С их увеличением закономерно возрастает и засоренность. Наземная информация используется для кали-



бровки величины спутниково-го вегетационного индекса на реальное состояние и потенциальную продуктивность посевов пшеницы на обследованных полях, а также для прогноза урожайности яровых зерновых посевов. Основанная на спутниковой оценке информация о состоянии и засоренности яровых посевов, а также прогноз валового сбора зерна предоставляются к 10 августа текущего года в форме областных картосхем посевов однолетних яровых культур по классам состояния (плохое, удовлетворительное, хорошее); картосхем размещения полей со слабым, средним и сильным засорением; картосхем прогнозной урожайности зерновых культур (рис. 2).

### Мониторинг агротехнических работ: календарных дат ярового сева, севооборота, уборочной площади

Дистанционная оценка календарных дат ярового сева основывается на ежедневном мониторинге территории Северного Казахстана в период проведения весенних агротехнических работ с помощью спутниковой системы Terra/MODIS. Принцип оценки даты посева основан на фиксации резких изменений спектральных характеристик сельскохозяйственных полей после их механической обработки. Согласно рекомендуемым агротехническим нормам весенняя обработка земли проводится не-

сколько раз (закрытие влаги, сев). Дата последней обработки, зафиксированной в течение периода наблюдения, принимается за дату сева. Результаты по спутниковому контролю сроков ярового сева предоставляются к 1 июля текущего года в виде таблиц с данными по срокам сева и картосхем сроков сева.

Что касается дистанционного контроля зернопарового севооборота, то он основывается на ежегодном построении масок зерновых посевов и парующихся полей, обрабатываемых механическим способом. Метод построения масок основан на регистрации весеннего минимума коэффициента отражения в ближней инфракрасной области спектра, фиксируемого на сельскохо-

зайственных полях и связанного с механической обработкой почв в период сева, и летнего максимума периода колосения, подтверждающего, что обработанное весной поле было засеяно зерновой культурой. Полученная классификация служит основой для более детального анализа состояния зерновых посевов и прогноза урожайности, поскольку система севооборота во многом определяет запас питательных веществ в почве и фитосанитарное состояние полей в условиях недостаточного использования удобрений и гербицидов. Результаты представляются к 10 августа текущего года в форме картосхем областей с масками пахотных земель, находящихся в обороте под однолетними яровыми культурами с разбивкой по классам года парования (рис. 3а).

Ежегодно проводится оценка уборочной площади яровых сельскохозяйственных культур в Акмолинской, Северо-Казахстанской и Костанайской областях по данным оптико-электронной и радиолокационной космической съемки среднего разрешения в оперативном режиме. Спутниковая оценка уборочной площади и контроль сроков уборки яровых зерновых культур предоставляются в форме областных картосхем расположения убранных полей яровых культур к 15, 30 сентября и 15 октября текущего года (рис. 3б).

### Состояние внедрения, экономический и социальный эффект

Практика последних лет показала, что использование спутниковых данных играет важную роль в обеспечении МСХ РК оперативной статистической и картографической информацией. Наличие тако-

го источника объективной информации позволяет руководству проводить мониторинг некоторых параметров зернового производства (посевные площади, севооборот, фитосанитарное состояние и урожайность) в основных зерносеющих областях республики. В результате создаются условия для установления экономической прозрачности в зерновом производстве, что способствует его саморегуляции и развитию рыночных отношений в сельскохозяйственном секторе экономики республики.

Применение спутниковых данных открывает возможность выявления незарегистрированных посевных площадей, вовлечения залежных земель в севооборот, контроля объема паровых полей, оптимизации использования химических средств защиты растений, что будет, в свою очередь, дисциплинировать сельскохозяйственных производителей и способствовать охране окружающей среды. Кроме того, наличие оперативных и объективных методов контроля сельскохозяйственного производства расширяет возможности МСХ РК в организации государственной поддержки сельскохозяйственных производителей.

### Перспективы дальнейшего использования результатов

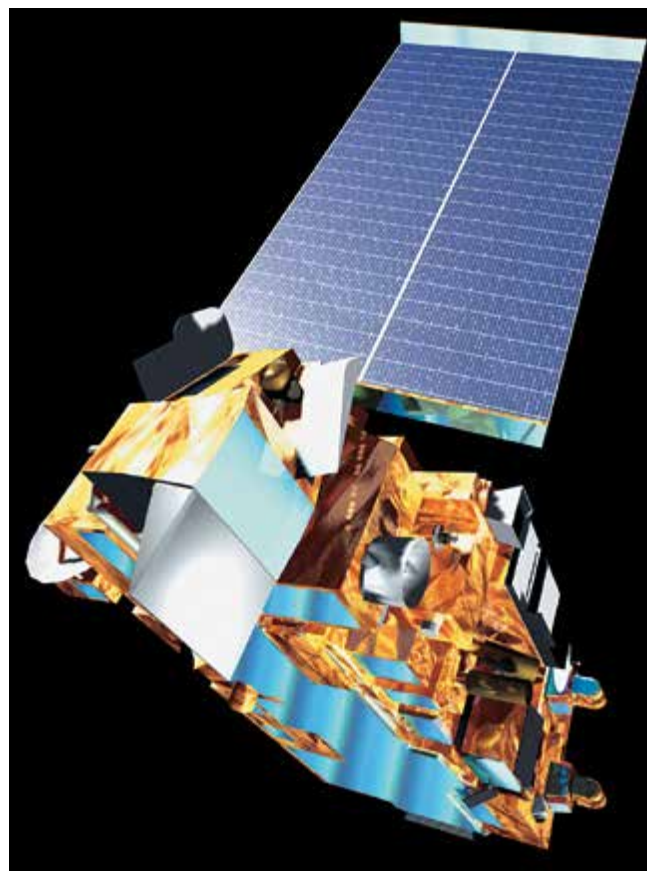
Опыт космического мониторинга основных зерносеющих регионов Казахстана показал перспективность данного направления. Уже сегодня пользователям открыт доступ к результатам космического мониторинга на геопортале [agriculture.gzi.kz](http://agriculture.gzi.kz).

В будущем планируется территориальное расширение работ по космическому мониторингу сельскохозяйственных угодий. Предполагается,

что он распространится также на западные и южные области, с включением озимых зерновых, технических и масличных культур в список контролируемых посевов. Кроме того, будут проводиться оценки состояния и продуктивности пастбищ Казахстана.

Одним из наиболее перспективных направлений применения данных дистанционного зондирования является развитие системы страхования урожая в Казахстане на базе ситуационного центра космического мониторинга МСХ РК.

В качестве нового направления применения космических технологий в Казахстане планируется развернуть работы по созданию информационного обеспечения системы точного земледелия на основе высоточной спутниковой навигации и данных будущей космической системы дистанционного зондирования РК. ■



# Астрофизический S-фактор термоядерной реакции $p^{13}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N}\gamma$



**С.Б. ДУБОВИЧЕНКО**

Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова  
«НЦКИТ» НКА РК

**В рамках потенциальной кластерной модели с запрещенными состояниями рассмотрена возможность описания экспериментальных данных по астрофизическому S-фактору радиационного  $p^{13}\text{C}$ -захвата при энергиях 0.03–0.8 МэВ.**

Одной из основных характеристик любой термоядерной реакции, протекающей, например, на Солнце и звездах нашей Вселенной является астрофизический S-фактор, который характеризует поведение сечения этой реакции, т.е. вероятность ее протекания, при энергиях, стремящихся к нулю [1]. Астрофизический S-фактор можно определять экспериментально, но для большинства взаимодействующих легких ядер, которые участвуют в различных термоядерных процессах, это оказывается возможным только при энергиях, примерно, в области 100 кэВ–1 МэВ, причем ошибки его измерения не редко достигают до ста и более процентов [2]. Однако для реальных астрофизических расчетов, например, развития и уточнения моделей эволюции звезд [3] и нашей Вселенной [4,5], его значения, причем, с минимально возможными ошибками, требуются при энергиях,

примерно, с 0.1 до 100 кэВ, что соответствует температурам в центре звезды порядка  $10^6$  К– $10^9$  К.

Один из методов определения величины астрофизического S-фактора при нулевой энергии — это экстраполяция его значений из области, где он экспериментально определим, в область более низких энергий. Однако, как уже говорилось, большие экспериментальные ошибки измерений S-фактора приводят к большим неоднозначностям проводимых экстраполяций, что существенно снижает ценность таких результатов. Второй, и, по-видимому, наиболее предпочтительный путь, заключается в теоретических расчетах S-фактора некоторой термоядерной реакции, например, радиационного захвата на основе определенной ядерной модели [1]. Такой метод основан на вполне очевидном предположении, что если некоторая модель ядерных процессов позволяет правильно описать

экспериментальные данные по астрофизическому S-фактору, в той области энергий, где они имеются, например, 100 кэВ–1 МэВ, то допустимо предположить, что она будет, в целом, правильно передавать форму S-фактора и при более низких энергиях, порядка 1 кэВ, где на сегодняшний день прямые экспериментальные измерения его значений пока еще не возможны [6].

В данной статье мы продолжим теоретическое изучение астрофизических S-факторов реакций с легкими атомными ядрами и остановимся на радиационном  $p^{13}\text{C}$ -захвате при астрофизических энергиях. Этот процесс входит в CNO-термоядерный цикл, который дает, по-видимому, существенный вклад в энергетический выход термоядерных реакций [1,7,8], приводящих к горению Солнца и звезд нашей Вселенной [12]. Для расчетов астрофизических S-факторов нами используется потенциальная кластерная модель

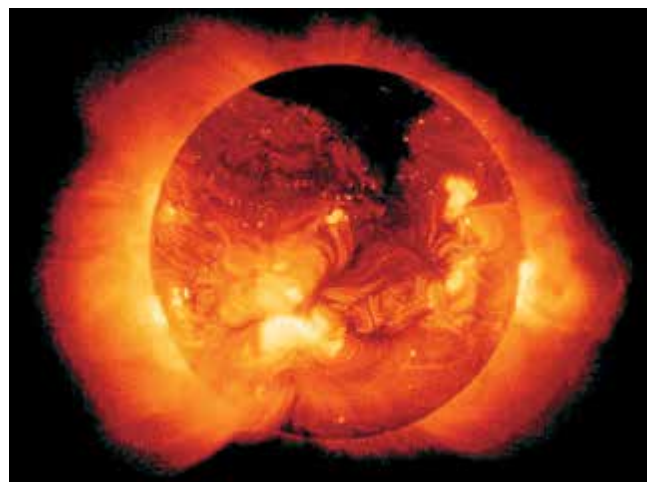
(ПКМ) легких атомных ядер с классификацией орбитальных состояний по схемам Юнга или запрещенными состояниями (ЗС) в межкластерных взаимодействиях [9,10,11,12]. Выбор ПКМ обусловлен тем, что во многих легких атомных ядрах вероятность образования нуклонных ассоциаций и степень их обособления друг от друга сравнительно высоки. Это подтверждается многочисленными экспериментальными данными и различными теоретическими расчетами, полученными за последние пятьдесят-шестьдесят лет [10].

Для построения полуфеноменологических потенциалов взаимодействия между кластерами для состояний рассеяния в ПКМ обычно используются результаты фазового анализа экспериментальных данных по дифференциальным сечениям упругого рассеяния соответствующих свободных ядер [6]. Межкластерные потенциалы взаимодействия строятся из условия наилучшего описания полученных, таким образом, фаз упругого рассеяния [13,14]. Однако результаты фазового анализа, обычно имеющиеся только в ограниченной области энергий, как правило, не позволяют полностью однозначно восстановить потенциал взаимодействия. Поэтому дополнительным условием для построения межкластерного потенциала связанных состояний (СС) является требование воспроизведения на его основе энергии связи ядра в соответствующем кластерном канале и описание некоторых других статических ядерных характеристик.

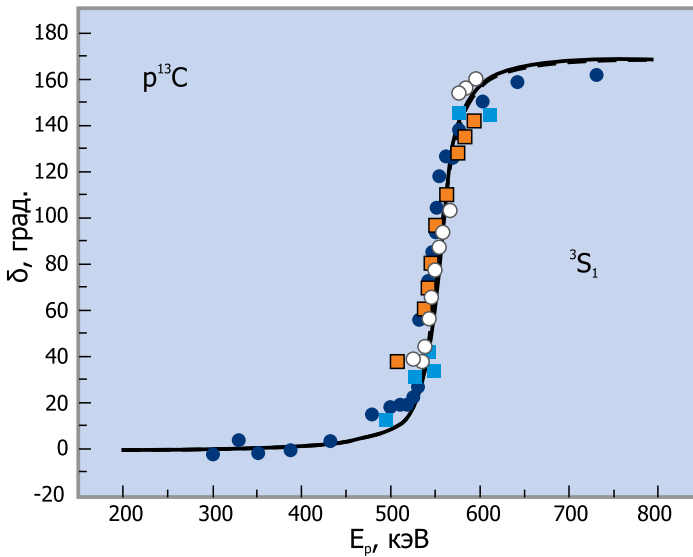
Рассмотрим теперь классификацию орбитальных состояний  $p^{13}\text{C}$ -системы по схемам Юнга. Ранее было показано, что основному состоянию (ОС) ядра  $^{13}\text{N}$ , а значит и  $^{13}\text{C}$ , соответствует схема Юнга {4441} [9,15]. Напомним, что

возможные орбитальные схемы Юнга в системе  $N = n_1 + n_2$  частиц можно определить, как прямое внешнее произведение орбитальных схем каждой подсистемы, что для  $p^{13}\text{C}$  системы дает {1}  $\rightarrow$  {4441}  $\rightarrow$  {5441} + {4442} [16]. Первая из полученных схем совместима с орбитальным моментом  $L = 1$  и является запрещенной, поскольку в  $s$ -оболочке не может быть пять нуклонов, а вторая схема разрешена и совместима с орбитальными моментами ноль и два [16]. Таким образом, в потенциале  $^3S_1$ -волны имеется только разрешенное состояние, а  $^3P$ -волна имеет запрещенное и разрешенное состояние, которое находится при энергии  $-7.55063$  МэВ [17]. Однако, поскольку у нас отсутствуют полные таблицы произведений схем Юнга для системы с числом частиц больше восьми [18], которые использовались нами ранее для подобных расчетов [6,11,19,20], то полученный выше результат следует считать лишь качественной оценкой возможных орбитальных симметрий ОС ядра  $^{14}\text{N}$  для  $p^{13}\text{C}$ -канала.

Далее, на основе экспериментальных данных, полученных в [21,22], нами выполнен фазовый анализ упругого  $p^{13}\text{C}$ -рассеяния при энергиях от 250 до 800 кэВ. В результате проведенного анализа синглетная  $^1S_0$ -фаза получилась близкой к нулю, а вид триплетной  $^3S_1$ -фазы показан на рис.1. Триплетная  $^3S_1$ -фаза имеет явно выраженный резонанс, который соответствует уровню  $J^\pi T = 1-1$  ядра  $^{14}\text{N}$  в  $p^{13}\text{C}$ -канале при энергии 0.55 МэВ (л.с.) [17]. Ширина этого резонанса имеет меньшее, чем в  $p^{12}\text{C}$ -рассеянии [23], значение, равное 23(1) кэВ [17], и для ее описания потребуются узкий потенциал без ЗС, что должно привести нас далее к параметру ширины порядка



**Рисунок 1.**  $^3S_1$ -фаза упругого  $p^{13}C$ -рассеяния при астрофизических энергиях. Точки: ●, ○, ■ и □ – наш фазовый анализ, основанный на данных [21,22].



$\beta = 2-3 \text{ Фм}^{-2}$ .

Ядерная часть межкластерного потенциала  $p^{13}C$ -взаимодействия, как обычно, представляется в виде гауссойды [6]  $V(r) = -V_0 \exp(-\beta r_2)$  с точечным кулоновским членом. Потенциал  $^3S_1$ -волны строился так, чтобы правильно описать резонансную парциальную фазу упругого рассеяния (см. рис.1). Используя результаты нашего фазового анализа, было получено два варианта  $^3S_1$ -потенциала  $p^{13}C$ -взаимодействия без ЗС и параметрами

$$V = 265.40 \text{ МэВ}, \quad \beta = 3.0 \text{ Фм}^{-2}, \quad (1)$$

$$V = 186.07 \text{ МэВ}, \quad \beta = 2.0 \text{ Фм}^{-2}. \quad (2)$$

Результаты расчета  $^3S_1$ -фазы с такими потенциалами практически совпадают и показаны на рис.1 сплошной (1) и штриховой (2) кривыми.

Потенциал с ЗС связанного  $^3P_1$ -состояния должен правильно воспроизводить энергию связи ядра  $^{14}N$  с  $J^\pi T = 1^+0$  в  $p^{13}C$ -канале при  $-7.55063$  МэВ [17] и разумно описывать средне-квадратичный радиус  $^{14}N$ , экспериментальное значение которого равно  $2.560(11)$  Фм [17]. В результате были получены следующие параметры:

$$V_{GS} = 1277.853205 \text{ МэВ}, \quad \beta_{GS} = 1.5 \text{ Фм}^{-2}. \quad (3)$$

Потенциал дает энергию связи  $-7.550630$  МэВ и сред-

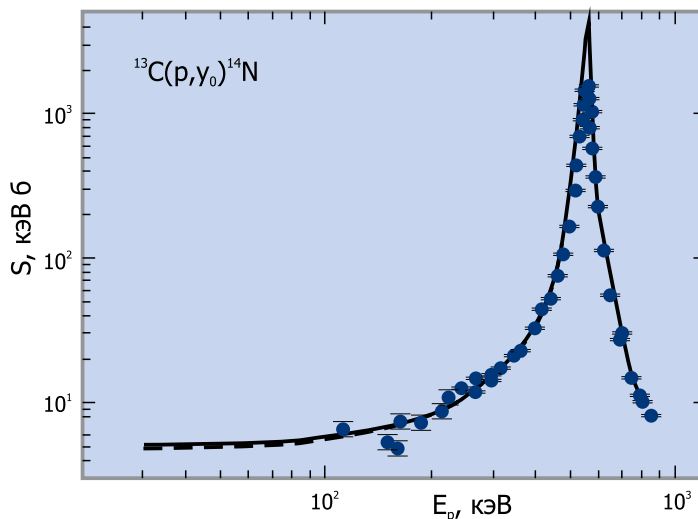


неквадратичный зарядовый радиус  $R_{ch} = 2.38$  Фм. В качестве радиусов протона и  $^{13}C$  использованы величины:  $0.8768(69)$  Фм [ ] и  $2.4628(39)$  Фм [17]. Другой вариант потенциала основного связанного  $3P_1$ -состояния ядра  $^{14}N$  в  $p^{13}C$ -системе

$$V_{GS} = 1679.445025 \text{ МэВ}, \quad \beta_{GS} = 2.0 \text{ Фм}^{-2} \quad (4)$$

приводит к такой же энергии связи  $-7.550630$  МэВ и дает также несколько заниженный среднеквадратичный зарядовый радиус  $R_{ch} = 2.36$  Фм.

Имеющиеся экспериментальные данные по астрофизическому S-фактору радиационного  $p^{13}C$ -захвата [25] показывают наличие узкого, с шириной около  $23(1)$  кэВ, резонанса при энергии  $0.551(1)$  МэВ (л.с.) [17], который приводит к подъему S-фактора на два-три порядка. Такая форма S-фактора может быть получена благодаря E1-переходу с изменением изоспина  $\Delta T = 1$  из резонансной  $^3S_1$ -волны рассеяния с



**Рисунок 2.** Астрофизический S-фактор радиационного  $p^{13}C$ -захвата при низких энергиях.



уровнем при 0.55 МэВ и моментами  $J^{\pi}T = 1-1$  на триплетное  $^3P_1$ -связанное состояние  $p^{13}C$ -кластеров в потенциалах типа (3) или (4), которое сопоставляется основному состоянию  $^{14}N$  с  $J^{\pi}T = 1^+0$  в  $p^{13}C$ -канале, поскольку ядро  $^{13}C$  имеет моменты  $J^{\pi}T = 1/2-1/2$  [17].

Результаты расчета  $S$ -фактора радиационного  $p^{13}C$ -захвата на основное состояние ядра  $^{14}N$  с приведенными выше потенциалами при энергиях ниже 0.8 МэВ приведены на рис.2. Экспериментальные данные взяты из работы [26], в которой, по-видимому, приведены одни из самых последних исследований рассматриваемой реакции. На рис.2 сплошной кривой показаны результаты для комбинации потенциалов (1) и (3) и штриховой кривой для потенциалов (2) и (4). Поскольку фазы потенциалов  $^3S_1$ -рассеяния, приведенные на рис.1, практически совпадают, то и результаты расчета  $S$ -факторов очень похо-

жи. В области энергий 30–50 кэВ расчетный астрофизический  $S$ -фактор для потенциалов (1) и (3) имеет практически постоянное значение, равное 5.0(1) кэВ·бн. Для потенциалов (2) и (4) при тех же энергиях получено 4.8(1) кэВ·бн. Приведенная здесь ошибка определяется усреднением величины  $S$ -фактора по указанному выше интервалу энергий. Известные экстраполяции экспериментальных измерений  $S$ -фактора к нулевой энергии для переходов на основное состояние ядра  $^{14}N$  приводят к величинам в интервале от 5.0 кэВ·бн до 5.5 кэВ·бн [ ].

Таким образом, получаются вполне приемлемые результаты по описанию астрофизического  $S$ -фактора радиационного  $p^{13}C$ -захвата при энергиях в области от 30 до 800 кэВ. При энергиях 30–50 кэВ величина  $S$ -фактора остается практически постоянной, определяя, тем самым, его значение для экстраполяции к нулевой энергии. ■

1. Ядерная астрофизика, Под. ред. Ч. Барнса, Д. Клейтона, Д. Шрама (Мир, Москва, 1986).
2. С. Casella et al., Nucl. Phys. A 706, 203 (2002).
3. И.С. Шкловский, Звезды: их рождение, жизнь и смерть (Наука, Москва, 1984).
4. Я.Б. Зельдович, И.Д. Новиков, Строение и эволюция Вселенной (Наука, Москва, 1975).
5. Д.С. Горбунов, В.А. Рубаков, Теория горячего Большого взрыва (КИ, Москва, 2008).
6. С.Б. Дубовиченко, Ю.Н. Узиков, ЭЧАЯ 42, 478 (2011).
7. У.А. Фаулер, УФН 145, 441 (1985).
8. И.М. Капитонов, Б. С. Ишханов, И. А. Тутынь, Нуклеосинтез во Вселенной (Либроком, Москва, 2009).
9. В.Г. Неудачин, А. А. Сахарук, Ю.Ф. Смирнов, ЭЧАЯ 23, 480 (1992); V.G. Neudatchin et al., Phys. Rev. C 45, 1512 (1992).
10. О.Ф. Немец и др., Нуклонные ассоциации в атомных ядрах и ядерные реакции многонуклонных передач (Наукова Думка, Киев, 1988).
11. С.Б. Дубовиченко, Свойства легких атомных ядер в потенциальной кластерной модели (Данекер, Алматы, 2004); <http://arxiv.org/abs/1006.4944>
12. С.Б. Дубовиченко, Термоядерные процессы Вселенной (А-три, Алматы, 2011, 402с.); <http://arxiv.org/abs/1012.0877>.
13. П.Е. Ходгсон, Оптическая модель упругого рассеяния (Атомиздат, Москва, 1966).
14. С.Б. Дубовиченко, ЯФ 58, 1253 (1995); ЯФ 61, 210 (1998).
15. С. Б. Дубовиченко, А. В. Джазаиров-Кахраманов, Изв. Вузов. Физика, №8, 58 (2009).
16. В. Г. Неудачин, Ю. Ф. Смирнов, Нуклонные ассоциации в легких ядрах (Наука, Москва, 1969).
17. F. Ajzenberg-Selove, Nucl. Phys. A 523, 1 (1991).
18. C. Itzykson and M. Nauenberg, Rev. Mod. Phys. 38, 95 (1966).
19. S.B. Dubovichenko and A. V. Dzhazairov-Kakhramanov, Eur. Phys. J. A 39, 139 (2009).
20. С.Б. Дубовиченко, Изв. Вузов. Физика, №2, 28 (2011).
21. D.F. Hebbard and J.L. Vogl, Nucl. Phys. 21, 652 (1960).
22. W. Galster et al., Phys. Rev. C 44, 2776 (1991).
23. С.Б. Дубовиченко, Изв. вузов. Физика, №11, 21 (2008).
24. [http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?mud|search\\_for=atomnuc/](http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?mud|search_for=atomnuc/)
25. C. Angulo et al., Nucl. Phys. A 656, 3 (1999).
26. J.D. King et al., Nucl. Phys. A 567, 354 (1994).
27. C. Angulo et al., Nucl. Phys. A 656, 3 (1999).

# Основные направления развития спутниковых навигационных технологий и их функциональных дополнений

## Д.Ш. АХМЕДОВ

Институт космической техники и технологий АО «Национальный центр космических исследований и технологий»  
Akhmedov.Daulet@gmail.com

Одним из самых динамически развиваемых секторов мировой космической деятельности являются спутниковые навигационные технологии. Если еще 10 лет назад единственной глобальной навигационной спутниковой системой являлась американская система GPS NAVSTAR, то на настоящий момент завершается развертывание российской глобальной навигационной системы ГЛОНАСС, запущены уже 8 спутников китайской глобальной навигационной спутниковой системы Бейдоу, продолжают работы по началу развертывания европейской навигационной системы Галилео, развернуты индийская (GPS Aided Geo Augmented Navigation) и японская (Quasi-Zenith Satellite System) региональные навигационные спутниковые системы (рисунки 1 — рисунок 6).

Развитие глобальных спутниковых навигационных систем приведет буквально в ближайшие годы к следующим результатам:

- завершение работ в 2011 году по доведению количества спутников системы

ГЛОНАСС до штатной численности;

- возможное завершение развертывания до штатной численности китайской навигационной системы Бейдоу в 2012-2014 гг;

- продолжение работ по развертыванию европейской навигационной системы, однако возможности доведения ее до штатной численности в 30 спутников в ближайшие 7 лет под большим вопросом.

В области разработки новых моделей навигационных модулей и чипов следует отметить следующее. Если 5-7 лет назад выпускались навигационные модули в подавляющем большинстве ориентированные только на систему GPS и принимающие навигационные сигналы на двух частотах, то в последнее время и на ближайшие годы тенденциями развития навигационных модулей и чипов:

- повышение чувствительности навигационных приемников;

- миниатюризация;
- выпуск GPS-модулей, позволяющих работать только на одной частоте, что зна-

чительно удешевляет многие навигационные приложения и устройства;

- появление многосистемных навигационных модулей, в том числе одно- и двухчастотных;

- увеличение доли GPS-модулей с возможностью получения «сырых» данных.

Появление достаточно большого количества глобальных навигационных спутниковых систем связано в первую очередь с перспективами коммерциализации результатов функционирования глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), которые, по доходности занимают третью позицию после доходов операторов спутниковой связи и распространения снимков ДЗЗ.

Космические навигационные технологии нашли широкое применение во многих областях жизнедеятельности во всех регионах мира, позволяя комплексно решать важнейшие вопросы мониторинга подвижных объектов, контроля и управления ими.

Как показывает анализ, глобальный рынок навигаторов всех типов ежегодно оце-



Рисунок 1 — Система GPS NAVSTAR (США)

**Орбитальная группировка:**

Полная группировка — 24 спутника на круговых орбитах на высоте 20180 км Находится на орбите: 31 спутник

**Начало запусков:** 1974 год **Сформирована группировка** в 1993 Загрубления точности сняты в 2000 году

**Запущено всего НКА:**

59 аппаратов Зона обслуживания: Глобально по поверхности Земли в воздушном и околоземном космическом пространстве

**Точность навигационных определений**

-10 м (50 нс)

**Навигационные сигналы:**

L1 :C/A+P+M

L2:C/A+P+M

L5:C

**Особенности:**

Имеется межспутниковая связь

**Запущенные модели:**

GPS-II

GPS-IIA

GPS-IIR

GPS-IIRM

GPS-IIF



Рисунок 2 — Система ГЛОНАСС (Россия)

**Структура системы ГЛОНАСС состоит:**

- Космический сегмент
- Наземный комплекс управления
- Сегмент пользователей

**Орбитальная группировка:** 24 спутника (3 плоскости x 8 спутников) 24-й спутник запущен 3 октября 2011 года в 00. 15 Москвы с космодрома Плесецк

**Тип орбиты:** круговая

$H = 19\,100\text{ км}$ ,

$i = 648^\circ$

**Период обращения** 11ч. 15мин.

Орбиты сдвинуты по экватору на  $120^\circ$

**Частотный диапазон:** L1 – 1,6 ГГц L2-1,4 ГГц

**Зона обслуживания:** Глобально по поверхности Земли в воздушном и околоземном космическом пространстве

**Точность навигационных определений** (вероятность 0,95):

В стандартном режиме»

по плановым координатам -20 м

по высоте -30 м

по скорости -5 см/с

по времени привязки к Госэталону -0,7мс

В дифференциальном режиме: от 1 м до 5 м



Рисунок 3 — ГНПСС Система COMPASS Бейдоу (Китай)



**Орбитальная группировка:**

35 спутников (5-ГЕО; 30-негеостационарных)  
 5 - геостационарных спутника  
 12 НКА на наклонных геосинхронных орбитах  
 18 НКА на круговых орбитах высотой 22000км

**Состояние:**

27 июля 2011 года запущен 4-й спутник на геостационарную орбиту (9-й в общей сложности)  
 10 апреля 2011 года запущен 8-й спутник  
 18 декабря 2010 года запущен 7-й спутник

**Начало запусков:** 2000 год

**Перспективы:** планируется к 2015 году стать глобальной, полное завершение формирования ГНСС COMPASS к 2010 году.

**Зона обслуживания:** Глобально по поверхности Земли в воздушном и околоземном космическом пространстве

**Точность навигационных определений**

- 10 м (50 нс)

Рисунок 4 — ГНПСС Система GALILEO (Европейский союз)



**Орбитальная группировка:**

30 спутников  
 27- операционных спутников  
 3 - резервные спутники  
 Высота орбиты-23222 км

**Состояние:**

27 апреля 2008 года запущен 2-й спутник GLOVE-B  
 30 декабря 2005 года запущен 1-й спутник GLOVE-BA

**Начало запусков:** 2005 год

**Перспективы:**

в 2014 году — предоставление первых видов услуг  
 к 2016 году — завершение построения глобальной, Навигационной системы

**Зона обслуживания:** Глобально по поверхности Земли в воздушном и околоземном космическом пространстве

**Точность навигационных определений -10м**  
 (50нс)

**Основные службы:**

открытая общая служба служба  
 служба повышенной надежности  
 коммерческая служба  
 правительственная служба  
 поисково-спасательная служба

**Рисунок 5 — Региональные навигационные спутниковые системы Индии (IRNSS) и Японии (QZSS)**



### **Индийская спутниковая региональная система навигации IRNSS**

#### **Орбитальная группировка**

7 спутников на геосинхронных орбитах, которые

#### **Проектная дата завершения работ**

2011 год

**Зона обслуживания:** Региональная, включая покрытие страны и сопредельных государств

### **Японская навигационная система Quasi-Zenith (QZSS)**

#### **Орбитальная группировка:**

3 спутника, при этом один как минимум будет виден под углом места более 70 градусов

**Особенности:** дополнение возможностей GPS

**Зона обслуживания:** Региональная, включая покрытие страны и сопредельных государств

нивается в среднем в 15 млрд. долл. США в год, при этом темпы его роста колеблются в последние годы в пределах 25-30. Согласно прогнозам, к 2011-2014 годам общий объем рынка навигации (при условии полного функционирования GPS, ГЛОНАСС) составит не менее 320 млрд. долл. США. Однако, как представляется, подобного уровня следует ожидать не ранее 2014-2015 гг., когда и ГЛОНАСС, и возможно Galileo составят реальную конкуренцию американской системе GPS, придав рынку навигации активную динамику развития. Кроме того следует внести поправки на стремительно развивающуюся навигационную систему Бэйдоу (Китай).

Конкурентная среда предоставления навигационных услуг на сегодняшний день отличается малым числом участников — GPS (США) и ГЛО-

НАСС (РФ), при этом американская система наиболее распространена и фактически монополизировала рынок, в перспективе его доля возможно снизится за счет укрепления российской и создания китайской и европейской глобальных систем. Жесткая конкуренция наблюдается на рынке операторов услуг навигации и производителей приемников сигнала.

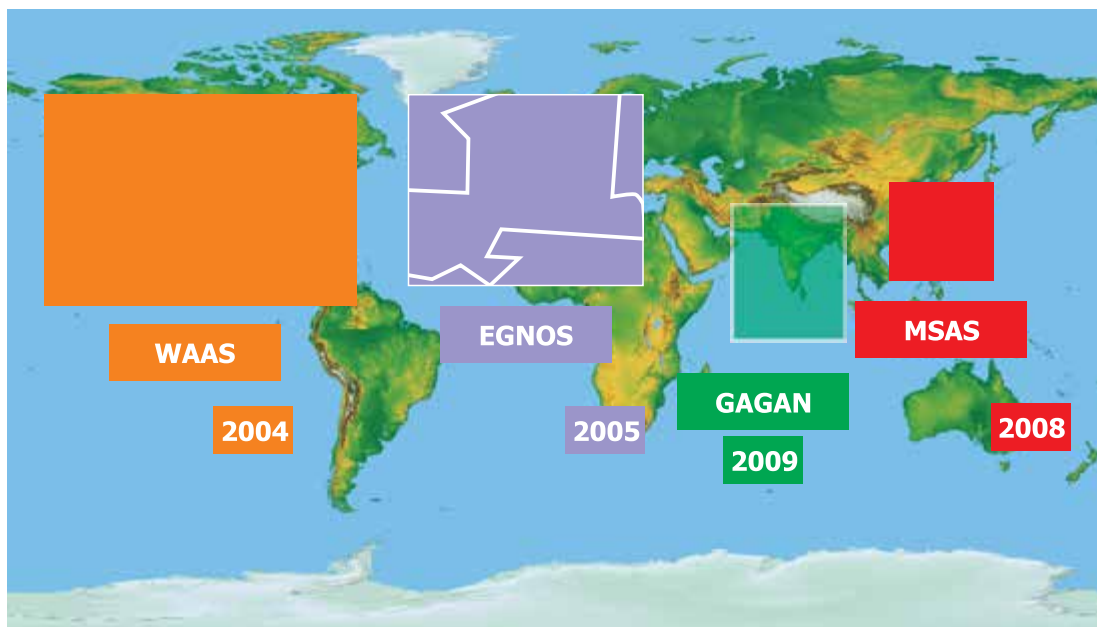
Рынок навигационных систем и услуг на их основе в настоящее время является одним из наиболее быстрорастущих и перспективных в космической отрасли. Развитию рынка способствует ожидание полного разворачивания российской орбитальной группировки ГЛОНАСС, глобальное покрытие которой планируется обеспечить к 2011-2012 гг., а также китайской и возможно европейской навигационных систем.

Аналогично, рост наблюдается в подсегменте производства чипов с навигационными микросхемами, и навигационного оборудования. Если в 2005 г. — 5,62 млрд. долларов, то в 2011 г. данный рынок может достичь 10 млрд. долларов (рисунок 7). Рынок отличается диверсифицированной международной структурой; в частности, его значительная доля принадлежит Тайваню и Израилю. Тем не менее, от 45 до 50% рынка принадлежит США.

Согласно большинству прогнозов, в течение следующих 7 лет рынок будет быстро развиваться и до 2018 года может составить 18-22 млрд. долларов (общий рынок, ИЕК, Тайвань), в зависимости от определения рынка. До 2020 г. рынок может достичь показателя 25 млрд. евро.

Согласно данным маркетинговых исследований отде-

## Другие системы спутниковых навигационных дополнений



**Рисунок 6 —**  
Региональные  
спутниковые  
навигационные  
системы других стран

ла по проекту Галилео Еврокомиссии, общий экономический эффект от развития рынка навигационных систем и услуг может (Gross turnover) составить около 140 млрд. евро в 2015 г. и 150 млрд. евро в 2020 г.

Среди основных тенденций рынка необходимо выделить рост доли услуг на основе навигационного оборудования по сравнению с его производством, а также рост потребительского рынка по сравнению с коммерческим.

В частности, если доходы от предоставления услуг в 2003 г. составляли около 2,3 млрд. евро или около 12%, то к 2020 г. доля услуг, согласно исследованиям маркетингового центра системы Галилео при Еврокомиссии, может вырасти до 43% и составить 112 млрд. евро (рисунок 8).

Доля потребительского рынка в настоящее время может вырасти с более 40% в настоящее время до 75% в 2015 г., в первую очередь, благодаря значительному росту сегмента услуг на основе персонального позиционирования.

Среди основных точек роста необходимо выделить следующие:

- сектор услуг, связанных с персональным позиционированием пользователей (сегмент LBS), в частности через мобильные телефоны;
- навигационные системы и услуги на их основе для массового (автомобильного) рынка;
- сегмент коммерческого автотранспорта. Согласно действующим прогнозам, к 2020 г. около 50% всего коммерческого транспорта будет оснащено приемниками GPS – это около 130 млн. транспортных средств.

Таким образом, успешная стратегия выхода на рынок навигационных систем и услуг должна предполагать сильное присутствие в подсегментах, связанных с оказанием различных услуг на основе персонального позиционирования, а также навигации личного автотранспорта. При этом конкурентоспособность таких систем будет определяться их способностью к комбинированию с другими системами и услугами.

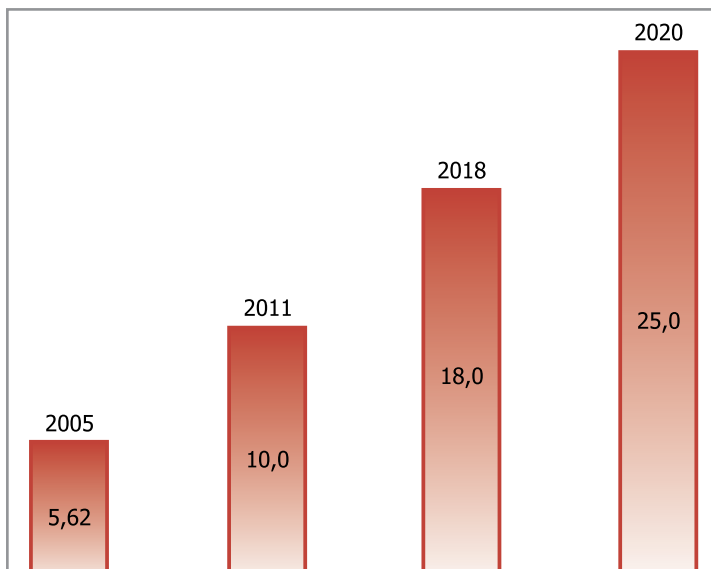
Оценка современного состояния решаемой научно-технической проблемы. В мире уже достаточно давно развиваются системы, связанные с высокоточной навигацией, наиболее известные из них — это EGNOS, WAAS, EUPOS, MSAS. В Республике Казахстан в последние годы появились разработки таких фирм как Alsi, SKAUT, Bassar electronics и т.д., связанные с использованием спутниковых систем навигации и их функциональных дополнений для решения различных задач по определению местоположения и мониторинга подвижных объектов. При этом, в основном, используются готовые решения по навигационной аппаратуре, а в некоторых случаях разрабатывается программное обеспечение верхнего уровня — программы диспетчеризации и обмена сообщениями между абонентскими терминалами, в которых использованы навигационные OEM-модули.

Анализ работ в области создания спутниковой навигационной аппаратуры пользователей показывает, что од-

ним из перспективных направлений в этой области является разработка приложений технологии высокоточной спутниковой навигации, которая имеет широкое применение в спутниковой геодезии, геодинамических исследованиях, маркшейдерских работах, точном земледелии. На базе технологии высокоточной спутниковой навигации создаются и развертываются государственные высокоточные спутниковые системы, такие как система дифференциальной коррекции и мониторинга (Россия), система координатно-временного и навигационного обеспечения Украины.

Успешное освоение такого высокотехнологичного направления развития спутниковых технологий связано, в первую очередь, с освоением математического аппарата и созданием собственного программного обеспечения в области высокоточной спутниковой навигации. Это позволит не только перейти к производству собственной навигационной аппаратуры, которая будет значительно дешевле приобретения такого же оборудования за рубежом, но позволит на долгие годы собственными силами модернизировать спутниковую навигационную аппаратуру и создавать специализированные комплексы для различных приложений.

В АО «Национальный центр космических исследований и технологий» решением задач создания собственного программно-математического обеспечения и разработки на этой основе экспериментальных, опытных и опытно-промышленных изделий для решения задач навигационных определений и дифференциальной коррекции занимается институт космической техники и технологий. На настоящий момент специалистами



**Рисунок 7 —** Рост производства навигационных чипов и аппаратуры, млрд. евро (по данным Центра маркетинговых исследований IEK, Тайвань)

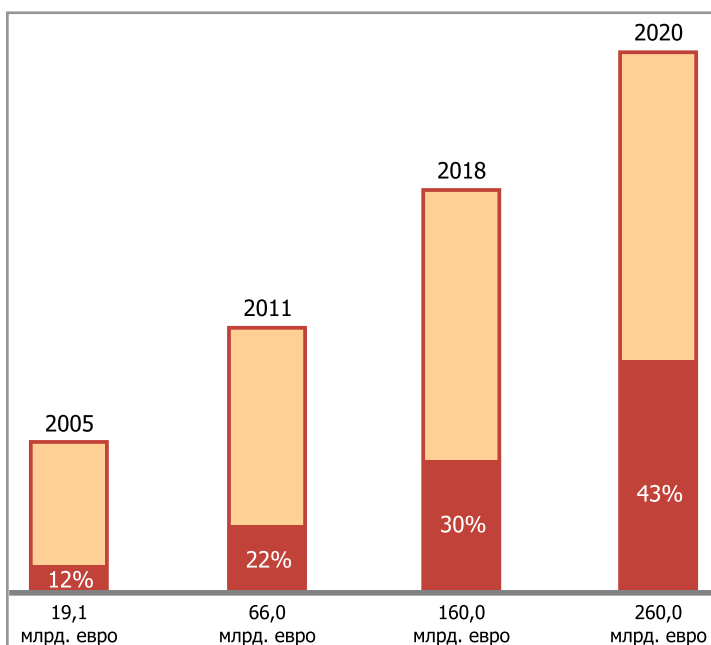
АО «НЦКИТ» получены следующие результаты:

- разработано программно-математическое обеспечение решения задач дифференциальной коррекции для работы в режиме постобработки и режиме реального времени;
- разработано программное обеспечение базовой станции локальной системы дифференциальной коррекции по навигационным сигналам ГНСС GPS в режиме реального времени;

- разработано программное обеспечение мобильной станции локальной системы дифференциальной коррекции по навигационным сигналам ГНСС GPS в режиме реального времени;

- разработаны структурная и принципиальная электрические схемы технического обеспечения передачи корректирующей информации на пользовательское оборудование по каналу связи;

- изготовлен экспериментальный образец техниче-



**Рисунок 8 —** Рост доли услуг на основе навигационного оборудования по сравнению с его производством



**Рисунок 9 —**  
Опытный образец  
локальной системы  
дифференциальной  
коррекции

ского обеспечения передачи корректирующей информации на пользовательское оборудование по каналу связи;

- проведены испытания экспериментального образца технического обеспечения передачи корректирующей информации на пользовательское оборудование;

- изготовлен экспериментальный и опытный образцы технического обеспечения локальной системы дифференциальной коррекции для

работы в режимах постобработки и реального времени (рисунок 9);

- разработана инструкция пользователя локальной системы дифференциальной коррекции для работы в режимах постобработки и реального времени;

- разработана методика испытаний локальной системы дифференциальной коррекции и ее подсистем;

- проведены испытания опытного образца ло-

кальной системы дифференциальной коррекции и ее подсистем в режиме реального времени.

Результаты испытаний опытного образца ЛСДК подтвердили его соответствие заявляемым техническим и функциональным характеристикам, и показали, что разработанные образцы локальной системы дифференциальной коррекции не уступают по точности аналогичным зарубежным системам. ■



# The main directions of development of satellite navigation technology and its augmentations

**D.SH. AKHMEDOV**

Institute of Space Technique and Technology JSC «NCCIT»,  
Akhmedov.Daulet@gmail.com

**S**atellite navigation technology is one of the most dynamically developing sectors of the global space activities. If even 10 years ago, the only global satellite navigation system was the American system GPS NAVSTAR, then the currently completed the deployment of the Russian global navigation system GLONASS, has launched eight satellites of Chinese global satellite navigation system Beidou, work continues on the launch of the European navigation system Galileo, deployed Indian (GPS Aided Geo Augmented Navigation) and Japanese (Quasi-Zenith Satellite System) regional navigation satellite system.

The development of global satellite navigation systems in the coming years will lead to the following results:

- completion of work in 2011 on bringing the number of GLONASS satellites to full strength;
- a possible completion of the deployment to full strength the Chinese Beidou navigation system in 2012-2014;
- continuation of work on deployment of the European navigation system, but the possibility of bringing it to full strength of 30 satellites in the next 7 years is a big question.

It should be noted following in the development of new models of navigation modules and

chips. If 5-7 years ago produced the navigation modules, focused only on the GPS system and receiving navigation signals on two frequencies, in recent years and in the coming years, trends in the development of navigation modules and chips are as follows:

- increase in the sensitivity of navigation receivers;
- miniaturization;
- release GPS-modules allowing work only on one frequency, which greatly reduces the cost of many navigation applications and devices;
- the appearance of multi-system navigation modules, including one and two frequency;
- increase the share of GPS-modules with the ability to get «raw» data.

The appearance of sufficiently large number of global navigation satellite systems is related primarily with the prospects for commercializing the results of functioning of global navigation satellite systems (GNSS), which occupy the third position after the income of satellite operators of communication and dissemination of remote sensing imagery.

Space navigation technology have been widely applied in many areas of life in all regions of the world, allowing the complex to solve most important questions the monitoring of moving objects, control and management.

The analysis shows that the global market for navigators of all types each year is estimated to average 15 billion US dollars per year, while its growth in recent years is fluctuated in the range 25-30. It is projected that the total market for navigation (with the full functioning of GPS, GLONASS) will be at least 320 billion US dollars to 2011-2014. However, it seems, this level should be expected no earlier than 2014-2015, when the GLONASS and, perhaps, Galileo will make a real competition to the American GPS system, giving to market of navigation the active dynamics. In addition, should be amended in the rapidly evolving navigation system Beidou (China).

Competition landscape of providing navigational services for today differs by small number of participants — GPS (U.S.) and GLONASS (Russia). At the same time the American system is the most common and virtually monopolized the market. In the future its share may decrease due to strengthening of Russian and creation of Chinese and European global positioning systems. There is stiff competition in the market of operators of navigation service and manufacturers of signal receivers.

The market of navigation systems and services based on them is now one of the fastest growing and perspective in the

space industry. Waiting for the full deployment of the Russian GLONASS satellite constellation, whose global coverage is planned provide to 2011-2012, as well as Chinese, and possibly the European navigation system contributes to the development of the market.

Similarly, the growth in the production of chips with the navigation microchips and navigational equipment is observed. While in 2005 – 5,62 billion US dollars, in 2011 this market could reach 10 billion US dollars. The market differs by diversified international structure. In particular, a significant share of it belongs to Taiwan and Israel. However, from 45 to 50% of the market belongs to the United States.

According to most forecasts within the next seven years the market will grow rapidly. It can make 18-22 billion US dollars (the total market, IEK, Taiwan) until 2018. The market may reach the target of 25 billion Euros until 2020.

According to market research department on the Galileo project of European Commission, the total economic effect from market development of navigation systems and services (Gross turnover) could be around 140 billion Euros in 2015 and 150 billion Euros in 2020.

Among the main market trends is necessary to identify growth in the share of services based on the navigational equipment in comparison with its production, as well as the growth of the consumer market in comparison to the commercial market.

In particular, if the income from providing of services in 2003 were around 2.3 billion Euros, or about 12%, by 2020 the share of services, according to research marketing center of Galileo system at the European Commission, can grow up to 43% and up 112 billion Euros.

The share of the consumer market can currently grow from 40% to 75% in 2015 primarily due to the significant growth of segment of the services on the basis of personal positioning.

Among the main points of growth is necessary to identify the following:

- the sector of services related to personal positioning of users (segment LBS), in particular through mobile phones;
- navigation systems and services based on them for the mass (car) market;
- segment of commercial vehicles. According to current projections, approximately 50% of all commercial vehicles will be equipped with GPS receivers to 2020. It is about 130 million vehicles.

Thus, successful strategy of enter on the market of navigation systems and services must assume strong presence in the sub-segment associated with the provision of various services on the basis of personal positioning and navigation of private vehicles. At the same time the competitiveness of these systems will be determined by their ability to combining with other systems and services.

Estimation of the current state of solved science and technology problem. Systems associated with high-precision navigation developed long ago in the world. EGNOS, WAAS, EUPOS, MSAS are the most famous of them. Development of such firms as AISI, SCAUT, Bassar electronics, etc., associated with the use of satellite navigation systems and their augmentations for solving of various problems to determine the location and monitoring of mobile objects that appeared in Kazakhstan in recent years. At the same time were mainly used ready-made solutions on navigation equipment and, in some cases developed a top-level software —

programs for dispatching and messaging between the subscriber terminals, which are used in navigation OEM-modules.

Analysis of the work in creating of satellite navigation equipment of users shows that one of the promising directions in this area is the development of technological applications of high-precision satellite navigation which has wide application in satellite geodesy, geodynamic studies, surveying work, precision agriculture. On the basis of technology of high-precision satellite navigation are created and deployed the state-precision satellite systems, such as a system of differential correction and monitoring (Russia), a system of coordinate and time and navigation support for Ukraine.

The successful development of such hi-tech direction of satellite technology is primarily due to the development of mathematical tools and creation of proprietary software in the field of high-precision satellite navigation. This will not only move into its own navigation equipment, which will be much cheaper than purchasing the same equipment abroad, but will upgrade the satellite navigation equipment and create specialized systems for various applications for many years by their efforts.

Institute of Space Technique and Technology JSC «National Center of Space Research and Technology» is engaged by decision the tasks of creating their own software and mathematical support and development on this basis the experimental, experienced and pilot industrial products to solve the problems of navigation and differential correction. At present, specialists of JSC «NCSRT» produced the following results:

- software and mathematical support for solution of the problems of differential correction for work in the mode of





post-processing and real-time has been developed;

- the software of base station of the local system of differential correction on navigation signals GPS GNSS in real time was developed;

- the software of mobile station the local system of differential correction on navigation signals GPS GNSS in real time was developed;

- structural and electrical principal diagrams of technical support for the transfer of corrective information to a user equipment through a communication channel have been developed;

- experimental model for technical support the transmission of correction information to the user equipment through a communication channel has been made;

- experimental tests of a sample of technical maintenance of correcting information to a user equipment has been carried out;

- experimental and experienced samples of technical support of local system of differential correction for work in post-processing and real-time mode were produced;

- user guide on the local system of differential correction

to work in post-processing and real-time modes has been developed;

- test procedure the local system of differential correction and its subsystems has been developed;

- prototype testing the local system of differential correction and its subsystems in real time were carried out.

Test results of sample LSDK confirmed its compliance with the claimed technical and functional characteristics and showed that the developed models the local system of differential correction is not inferior to similar foreign systems in accuracy. ■

# ESTEC принимает гостей



Сотрудники журнала с руководителем отдела по внешним связям ESTEC Хуаном де Далмау

Employees of the magazine with Juan de Dalmau, the Head of Department for External Relations of ESTEC

Стенд динамических испытаний

Dynamic test stand

9 марта 2012 года делегация журнала «Космические исследования и технологии» посетила Центр космических исследований и технологий (ESTEC), входящий в структуру Европейского космического агентства (ESA). Небольшой голландский городок Ноордвейк расположен на берегу Северного моря известен своим вкладом в мировую космонавтику.

Была организована экскурсия по основным помещениям и лабораториям Центра. В ходе ее была показана вся последовательность операций по разработке и созданию космической техники. Многочисленные испытательные стенды и камеры, помещения для персонала, образцы космических аппаратов — все это было продемонстрировано гостям из Казахстана. Во время ланча были проведены переговоры о сотрудничестве журнала с ESA.

Финалом встречи стало посещение специализированного музея SPACE EXPO. Музей обладает уникальной экспозицией, в составе которой лунный модуль EAGLE, российский модуль МКС «Звезда», спускаемый аппарат «Фотон» и другие редкие экспонаты.

Посещение ESTEC напомнило научно-фантастические фильмы, настолько современное и высокотехнологичное оборудование было продемонстрировано. Центру исполняется скоро 50 лет, в нем работает более 2600 человек, что составляет основную часть персонала Европейского космического агентства. Журнал и в дальнейшем будет рассказывать о космических центрах и предприятиях разных стран мира, их опыте и технологиях.

**Предлагаем Вашему вниманию фоторепортаж об этом визите.**

ESTEC является инкубатором европейских программ по освоению космоса. Центр поддерживает европейскую космическую промышленность и тесно сотрудничает с университетами, исследовательскими центрами и космическими агентствами по всему миру. Его задача — осуществлять научно-исследовательские разработки для развития технологий, необходимых при выполнении задач аэрокосмической отрасли в будущем.

ESTEC с птичьего полета  
ESTEC with a bird's eye view

Центр разрабатывает и авиатехнику  
Center develops and airplanes too







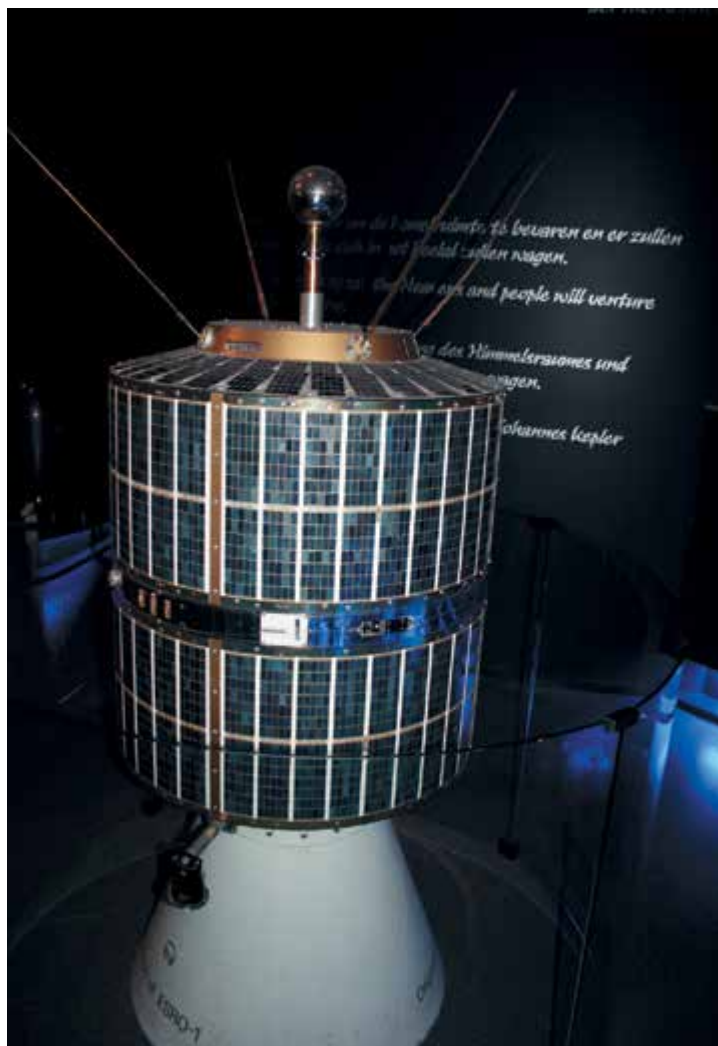
Вместе с Робертом Уильямсоном, сотрудником отдела по внешним связям ESTEC

Together with Robert Williamson, employee of department on Foreign Relations of ESTEC

Все европейские модули МКС проходят здесь тестовые испытания

All European ISS modules perform the tests here





Европейское космическое агентство (ESA) — международная организация, созданная в 1975 году в целях исследования космоса. ESA состоит из 19 постоянных членов, в некоторых проектах также принимают участие Канада, Израиль и Венгрия. Штаб-квартира Агентства находится в Париже. В Ноордвейке (Нидерланды) расположен Европейский центр космических исследований и технологий. Европейский центр управления расположен в Дармштадте (Германия). В другом германском городе, Кельне, расположен Европейский центр астронавтов. Центр наблюдения за Землёй и информационный центр Европейского космического агентства находятся во Фраскатти под Римом (Италия). Для запусков создаваемых космических аппаратов используется космодром Куру во Французской Гвиане. ESA имеет контактные офисы в Бельгии, США, России, наземные станции слежения по всему миру.

Первый европейский спутник, созданный в ESTEC, в начале 60-х  
The first European satellite designed at ESTEC, in the early 60s

Камера электромагнитных испытаний  
Electromagnetic test chamber



# ESTEC meets guests



Так создается космическая техника  
Space technology is created in such a way

**M**arch 9, 2012 the delegation of the journal «Space research and technologies,» visited the European Space Research and Technology Centre (ESTEC), included in the structure of the European Space Agency (ESA). A small Dutch town Noordwijk on the banks of the North Sea is known for his contributions to world astronautics.

The excursion was organized for the main rooms and laboratories of the Centre. The whole sequence of operations on the development and creation of space technology has been shown during the tour. Numerous test stands and camera, facilities for personnel, spacecraft designs - all of this was demonstrated by guests from Kazakhstan. During the lunch negotiations were held

Безэховая камера —  
гордость Центра  
Anechoic chamber is the  
pride of the Center

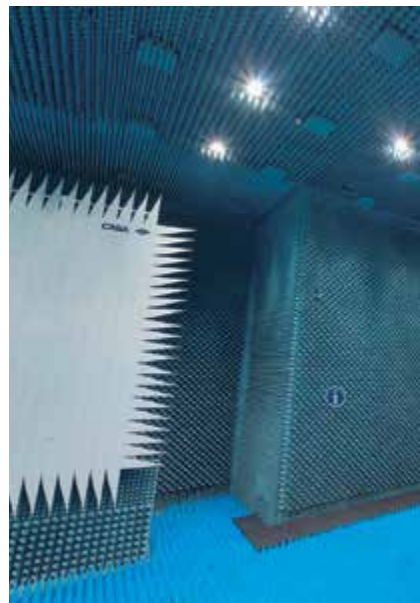
Команды разработчиков  
Design team

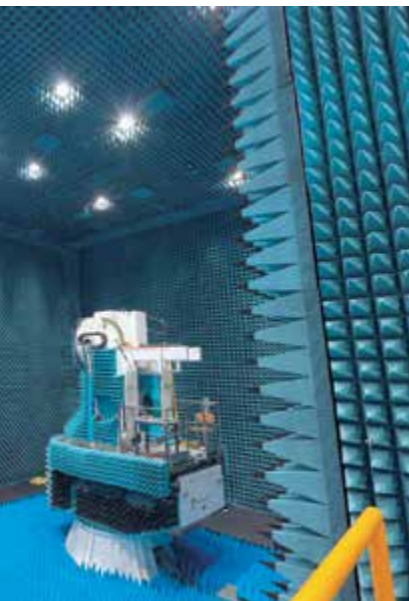
on cooperation of magazine with ESA.

Visit of the specialized museum SPACE EXPO was the finale of meeting. The museum has a unique exhibition, which included the lunar module EAGLE, the Russian ISS module «Zvezda», lander «Photon» and other rare artifacts.

Visit to ESTEC reminded science fiction movies, because it is so modern and hi-tech equipment has been demonstrated. The Centre will soon celebrate 50 years. More than 2,600 people working in it, which constitutes the main part of the staff of the European Space Agency. The magazine will continue to talk about space centers and enterprises around the world, their experiences and technologies.

**We offer you a photo essay about the visit.**





ESTEC is the European incubator program of space exploration. Center supports the European space industry and works closely with universities, research centers and space agencies around the world. Its mission — to carry out research and development to develop technologies needed for the tasks the aerospace industry in the future. The European Space Agency (ESA) — international organization founded in 1975 in order to study the cosmos.

ESA has 19 permanent members. Canada, Israel and Hungary are also involved in some projects. The headquarters of the Agency is situated in Paris. European Space Research and Technology Centre is located in Noordwijk (The Netherlands). European Management Centre is located in Darmstadt (Germany). The European Astronaut Centre in Cologne, another German city. Center for Earth Observation and Information Centre of the European Space Agency are in Frascati near Rome (Italy). Spaceport in Kourou, French Guiana is used for launching of produced spacecraft. ESA has contact offices in Belgium, USA, Russia, ground tracking station around the world.



Интерьер жилого модуля МКС  
Interior of the housing module of ISS





Музей космической  
техники Space Expo  
Space Technology  
Museum Space Expo

Казахстан тоже  
представлен в музее  
Kazakhstan is also  
represented in the  
museum

Только в ESTEC  
можно увидеть  
на одном стенде  
Королева и фон Брауна  
Only in the ESTEC can  
be seen Korolev and von  
Braun on one stand







Лунный модуль  
с астронавтами  
Lunar Module with  
astronauts

Экспериментальный  
спускаемый аппарат —  
демонстратор технологии  
Experimental  
lander-demonstrator  
of technology

Европейское косми-  
ческое агентство —  
плод международного  
сотрудничества  
The European Space  
Agency — the fruit of  
international cooperation

# Наземно-космический мониторинг космической погоды и геодинамического состояния литосферы в Казахстане

**Ж.Ш. ЖАНТАЕВ, Б.Т. ЖУМАБАЕВ, Р.А.-А. НАМВАР,  
Н.Г. БРЕУСОВ, А.Г. ФРЕМД, В.П. АНТОНОВА,  
Г.И. ГОРДИЕНКО, А.Ф. ЯКОВЕЦ**

ДТОО «Институт ионосферы» АО «Национальный Центр космических исследований и технологий» НКА РК

**В** настоящее время значительные усилия мирового сообщества в области космической деятельности направлены на развитие методов диагностики и прогноза космической погоды с целью принятия ряда предупредительных мероприятий по снижению вероятности выхода из строя наземных и космических технологических систем во время опасных в геофизическом смысле ситуаций в околоземном космическом пространстве.

Для анализа состояния околоземного космического пространства гелио-геофизических комплексы были объединены в единую систему мониторинга околоземного космического пространства (ОКП), создан программный комплекс, обеспечивающий функционирование системы мониторинга ОКП в режиме реального времени. Система мониторинга ОКП объединяет следующие гелио- и геофи-

зические комплексы: высокогорную станцию космических лучей, расположенную на высоте 3340 м над уровнем моря, радиополигон «Орбита» (высота 2700 м над уровнем моря) и геомагнитную обсерваторию «Алма-Ата», расположенную на территории ДТОО «Институт ионосферы». Управление гелио- геофизическими комплексами, сбор и представление оперативной информации производится Системой мониторинга ОКП, созданной в Центре диагностики и прогноза геофизической обстановки ДТОО «Институт ионосферы».

Система предназначена для регистрации параметров ОКП, сбора данных с измерительных устройств в минутном режиме, обработки и хранения полученной информации; сбора данных в Центр управления системой и представления оперативной гелио- геофизической информации в графическом и текстовом виде на сайте в сети Интернет; кон-

троля функционирования и управления работой комплексов из Центра системы мониторинга; удаленного контроля и коррекции качества данных станций. Все представленные гелио-геофизические комплексы работают в автономном круглосуточном режиме. Регистрация интенсивности радиоизлучения Солнца ограничена световым периодом. Ежеминутно на станциях производится измерение наблюдаемых параметров ОКП, обработка данных, запись в банки архивной информации, построение графиков оперативных данных и представление результатов регистрации на сайтах станций.

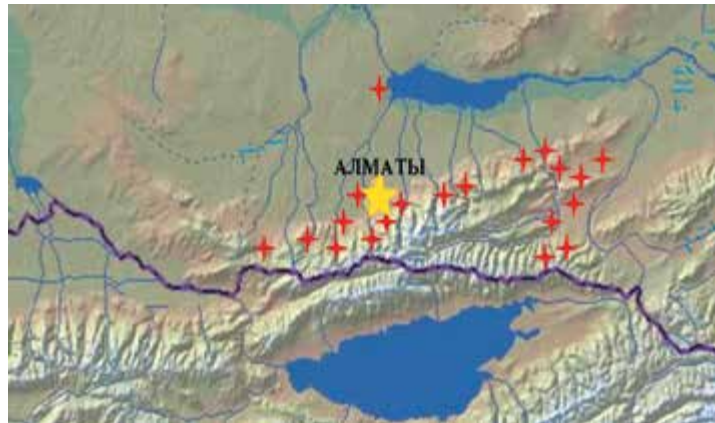
Казахстанская система мониторинга состояния ОКП используется для диагностики и прогнозирования космической погоды совместно с данными других наземных обсерваторий, спутниковыми измерениями и наблюдениями на различных космических об-

серваториях.

На Тянь-Шаньской высокогорной научной станции в последнее десятилетие был создан уникальный многофункциональный комплекс «Гроза» для экспериментального исследования взаимосвязи космических лучей с динамическими процессами в грозовой атмосфере и выяснения реальности прогноза теории пробоя на убегающих электронах [1]. Комплекс состоит из разнесенных как по площади, так и по высоте детекторов, регистрирующих синхронно излучения различных типов: электронного, гамма- и рентгеновского излучения, радиоизлучения в широком диапазоне, высокоэнергичных и тепловых нейтронов. Проводятся измерения квазистатического электрического поля и его высокочастотной составляющей, фиксирующей возвратный молниевый удар.

Исследована роль высокоэнергичных частиц космического излучения в создании высокой проводимости среды и инициации молнии в атмосфере, поскольку обычный пробой между грозовым облаком и землей или облаками неосуществим в реальных электрических полях грозовой атмосферы. Первые результаты обнаружения интенсивных всплесков гамма- и радиоизлучения во время образования атмосферного ливня высокоэнергичной частицей  $10^{15} \div 10^{16}$  эВ и молниевых разрядов подтвердили прогнозы теории пробоя на убегающих электронах. Последующие результаты исследования позволяют утверждать, что именно пробой на убегающих электронах, иницируемый космическими лучами, является основным движущим механизмом грозового разряда [2-3].

По данным вертикально-



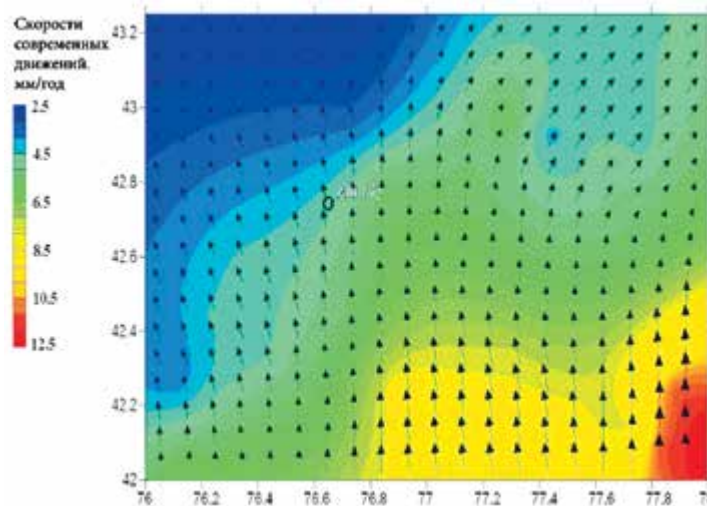
**Рисунок 1.** Пункты локальной и перманентной GPS — сетей вблизи г. Алматы

**Figure 1.** Points of local and permanent GPS — network near Almaty.

го зондирования ионосферы в Алматы исследован отклик разнообразных параметров ночного F-слоя на прохождения атмосферной гравитационной волны, сгенерированной во время большой магнитной бури. Показано, что полутолщина F-слоя колеблется в противофазе с вариациями электронной плотности в максимуме слоя. Приведено объяснение известного факта малых амплитуд вариаций критических частот F-слоя по сравнению с амплитудами вариаций электронной плотности на фиксированных высотах. Исследованы ионосферные эффекты солнечного затмения по данным измерений локальной электронной концентрации на станции вертикального зонди-

рования ионосферы и измерений полного электронного содержания. Развита новая методика оценки вертикальной фазовой скорости узла меридионального термосферного ветра, основанная на измерении времени запаздывания момента инверсии направления меридионального термосферного ветра на высоте основания F-слоя ионосферы относительно момента на высоте максимума слоя.

С первой половины 90-х годов прошлого века впервые начаты работы по изучению современных движений земной поверхности с использованием GPS — технологий в целях создания системы мониторинга состояния земной коры и динамики развития геоди-



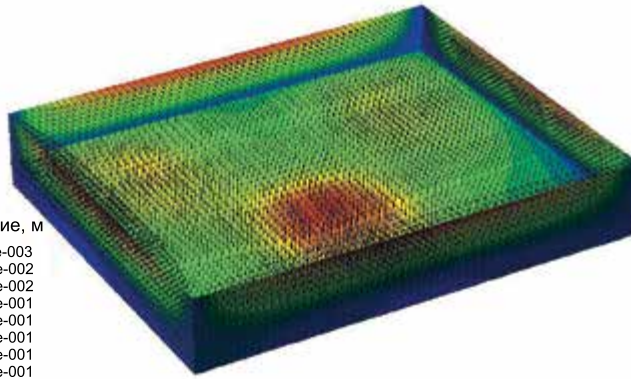
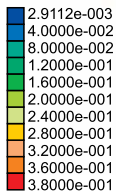
**Рисунок 2.** Скорости современных движений земной поверхности на территории Северного Тянь-Шаня по данным GPS.

**Figure 2.** Speed of the modern movements of earth surface in the Northern Tien Shan according to GPS.

**Рисунок 3.**

Перемещения фундаментной плиты и стены в грунте после возведения здания.

Смещение, м



**Figure 3.**

Displacement of foundation plate and wall in ground after construction of building.

наимических процессов в ней. Были созданы сети региональных, локальных и перманентных наблюдений. Особое внимание было уделено районам повышенной сейсмической активности естественной приро-

ды на Тянь-Шане (Рис.1).

По данным GPS — наблюдений были определены скорости современных движений земной поверхности на территории Северного Тянь-Шаня (Рис. 2).

Установлено, что отри-

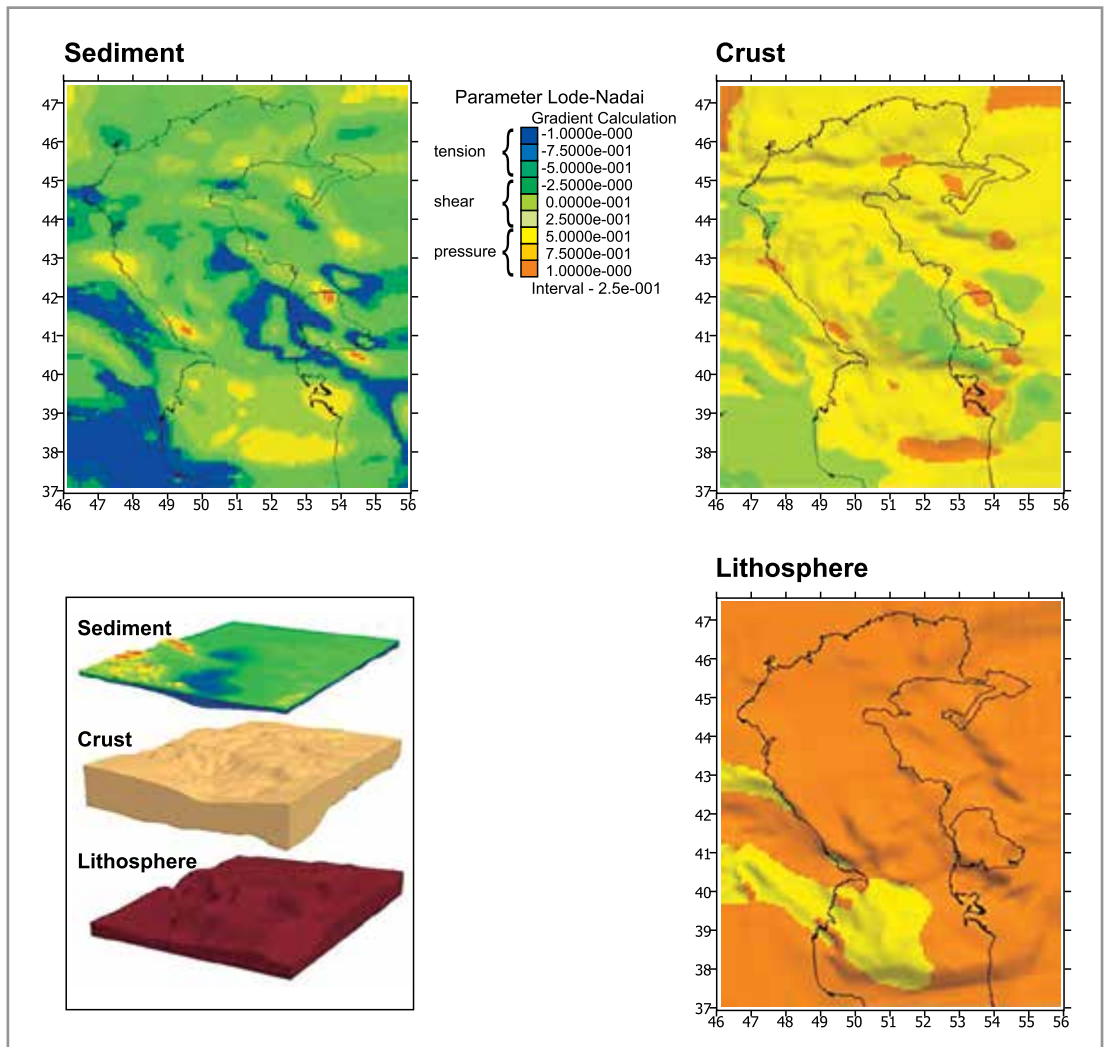
цательные области дивергенции поля скорости движения земной коры расположены над наиболее погруженными участками основания коры, указывая на продолжающееся формирование подороженного прогиба Центральной части Северного Тянь-Шаня и в настоящее время. Более того стало ясно, что полоса эпицентров сильнейших землетрясений, обрамляющая подороженный прогиб, обусловлена именно образованием этого прогиба. Детальное рассмотрение картины позволило установить почти строгую приуроченность эпицентров к линии, хорошо совпадающей с линией равных значений дивергенции поля векторов горизонталь-

**Рисунок 4.**

Распределение параметра Лодэ-Надаи напряженного состояния в осадочном слое, коре и литосфере Каспийского региона с учетом горизонтальных движений по данным GPS — наблюдений.

**Figure 4.**

Distribution of Lode-Nadai parameter of the stress state in the sedimentary layer, the crust and lithosphere of the Caspian region taking into account the horizontal movements according to the GPS.



ной скорости. Таким образом, стало возможным высказать предположение, что все сильнейшие землетрясения региона будут происходить вблизи указанной линии.

Еще одна проблема приобретает остроту в связи с урбанизацией территорий и резким изменением нагрузок поверхности в городах — прокладка линий метро, увеличение высотности зданий и т.д. Многие в этих вопросах еще предстоит изучить. Но уже ясно, что в комплексе возможных методов одним из ведущих может быть высокоточные GPS — измерения. Отметим, что данные GPS должны формироваться поэтапно и включать региональные и детальные работы и обязательно перманентные наблюдения с постоянно наращением их объема.

Значительные перспективы открываются в вопросах прогнозирования геодинамического состояния в модельных исследованиях с использованием данных GPS — измерений, особенно в наиболее гибкой их модификации — численного моделирования (Рис. 3).

Современное состояние его алгоритмической и программной базы таково, что практически нет препятствий в применении метода при весьма сложном строении объемной среды (3D). Принципиальным методическим преимуществом является возможность проигрывания ряда различных модельных сценариев развития геодинамического процесса в численной модели, некоторые из которых в конечном итоге приводят к катастрофическим эффектам.

Достигнутая в настоящее время геолого-геофизическая изученность литосферы позволяют создавать трехмерные геомеханические модели для исследуемых районов земной коры. Одним из таких

районов, привлекающих внимание сейсмологов и нефтяников, является Каспийский регион [4]. Создана его трехмерная геомеханическая модель, включающая основные структурные границы — поверхности Мохоровича и консолидированной земной коры, а также дневную поверхность, содержащую горный рельеф и батиметрию. Внешними усилиями, порождающими напряжения, являются собственный вес и горизонтальные тектонические усилия, вызванные движениями тектонических плит (по данным GPS наблюдений).

В результате расчета получены новые данные о напряженно-деформированном состоянии земной коры Каспийского региона, что позволяет выполнить районирование территории по степени сейсмической опасности, а также производить количественную оценку георисков для ответственных сооружений и предложить меры по осуществлению их мониторинга (Рис. 4).

Совместно с Институтом океанологии им. П.П. Ширшова РАН разрабатывается технология многоуровневого геодинамического и экологического мониторинга объектов нефтедобывающей отрасли в казахстанском секторе акватории Каспийского моря и Прикаспийского региона.

Эта разработка позволит осуществлять контроль и прогнозировать негативные последствия техногенных загрязнений акватории моря и прибрежных участков суши (а в сейсмоопасных районах — геодинамическую активность) и обеспечивать необходимой информацией процесс принятия адекватных управленческих решений для минимизации возможного ущерба.

Учитывая высокую опас-

ность развития геодинамических явлений техногенной природы (наведенная сейсмичность) на объектах с интенсивной добычи углеводородного сырья начаты работы по проведению сейсмологического мониторинга и анализу смещений земной поверхности на объектах нефтедобычи Прикаспийской впадины.

Космические технологии являются безальтернативными, а эффективность их доказана приведенными примерами. Они, в сочетании с наземными измерениями и численным моделированием, могут быть основой принципиально нового подхода к решению проблемы мониторинга космической погоды и геодинамического состояния литосферы, непосредственно ведущего к прогнозу природных и техногенных катастроф. ■

## Литература

1. А.В.Гуревич, К.П. Зыбин. // УФН, 2001, Т. 171, № 11, С. 1177 -1199.
2. А.В.Гуревич и др. // УФН, 2009, Т. 179, № 7, С. 779 -790.
3. V.P.Antonova et al // Radiophysics and Quantum Electronics, Vol. 52, No.9, 2009.
4. Ж.Ш. Жантаев, А.Ж. Бибосинов, А.В. Иванчукова, Б.А. Исаков, А.Г. Фремд. // Наведенная сейсмичность при разработке месторождений углеводородов. Нефть и газ, 2011, №2, С. 61-71.
5. Л.И. Лобковский, С.А. Ковачев, Г.Н. Мар, М.К. Абсаметов, Н.Г. Бреусов, Р.А. Намвар, А.Г. Фремд. // Сейсмологический мониторинг Южно-Мангистауского региона нефтедобычи Западного Казахстана. Нефть и газ, 2011, №2, С. 129-139.

# Ground-space monitoring of space weather and the geodynamic state of the lithosphere in Kazakhstan

**ZH.SH. ZHANTAEV, B.T. ZHUMABAEV, R.A-A. NAMVAR,  
N.G. BREUSOV, A.G. FREMD, V.P. ANTONOVA,  
G.I. GORDIENKO, A.F. YAKOVETS**

SLLP «Institute of Ionosphere» of the JSC  
«National Center for Space Research and Technology» NSA RK

Currently, significant efforts of the international community in space activities directed on development methods for diagnosis and prediction of space weather in order to take some precautionary measures to reduce the probability of failure of ground and space technology systems during dangerous situations in the near-Earth space in the geophysical sense.

Helio-geophysical systems were combined into a single system for monitoring of near-Earth space (NES) for the analysis of near-Earth space. The program complex ensuring the functioning of monitoring system of NES in real time was established. The monitoring system of NES includes the following helio- and geophysical systems: high-altitude station of cosmic rays «AATV» located at an altitude of 3340 m above sea level, the radio polygon «Orbit» (height 2700 m above sea level) and the geomagnetic observatory «Alma-Ata» located on the territory of SLLP «Institute of Ionosphere.» Management by helio-geophysical complexes, the collection and presentation of operational information is made by NES Moni-

toring System, established at the Center for diagnosis and prediction of geophysical conditions of SLLP «Institute of ionosphere.»

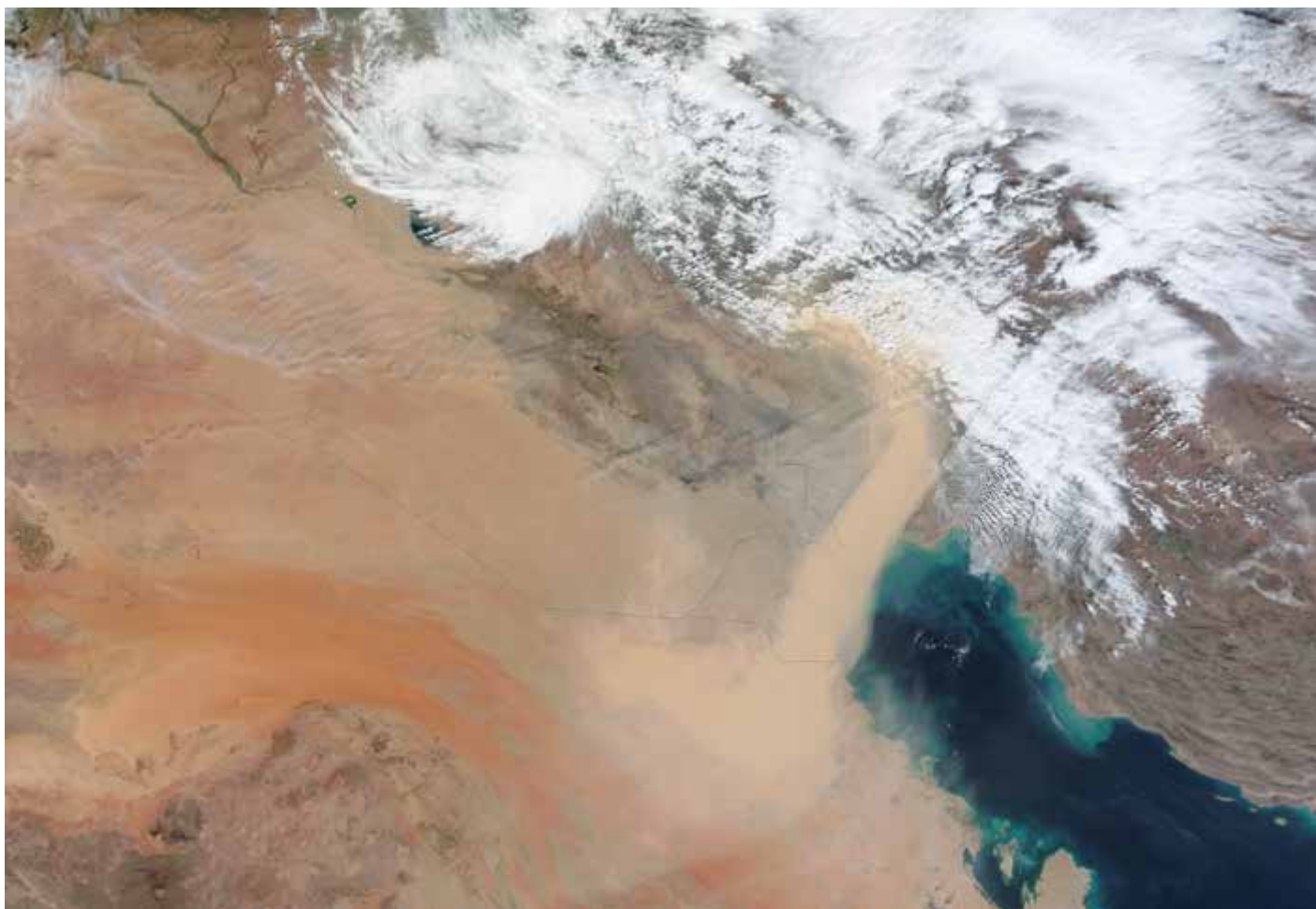
The system is intended to record the parameters of NES, the collection of data from measuring devices in minute mode, processing and storing the received information, data collection in the Center for control system and presentation of operational helio-geophysical information in graphical and text form on the website on the Internet, monitoring the operation and management by work of complexes from the Center for monitoring system, remote control and correction of quality data of stations. All presented helio-geophysical systems operate in stand-alone around the clock. Registration of the intensity of solar radio emission is limited by light period. Measurement of the observed parameters of NES, data processing, recording to the banks of archival information, graphing of operational data and presentation of results on Web sites is made continually at the stations.

Kazakhstan's system for monitoring the state of NES used for the diagnosis and prediction

of space weather together with data from other ground-based observatories, satellite measurements and observations on the various space observatories.

The unique multifunctional complex «Groza» was created in the Tien Shan mountain scientific station in the last decade for the experimental study of the relationship of cosmic rays with dynamic processes in the thunderstorm atmosphere and to determine reality of prediction of the theory runaway of electron breakdown [1]. The complex consists of detectors separated over the area and height, simultaneously recording different types of radiation: electron, gamma- and X-rays, radio waves over a wide range, high-energy and thermal neutrons. Measurements of quasi-static electric field and its high-frequency component fixing lightning return stroke performed.

The role of high-energy cosmic-ray particles in creation of high conductivity of environment and initiation of lightning in atmosphere has been investigated, because usual breakdown between thundercloud and earth or clouds is not feasible in real electric fields of thunderstorm



atmosphere. The first results of detecting of intense bursts of gamma-ray and radio emission during the formation of air showers by high energy particles in  $1015 \div 1016$  eV and lightning discharges confirmed the predictions of the theory runaway of electron breakdown. Subsequent results of the study suggest that the runaway of electron breakdown initiated by cosmic rays is the main driving mechanism for lightning discharge [2-3].

The response of various parameters of the night F-layer to the passage of atmospheric gravity waves generated during a large magnetic storm was investigated according to the vertical ionospheric sounding in Almaty. It was shown that the F-layer half-thickness varies in antiphase with the variations of the electron density at the peak of the layer.

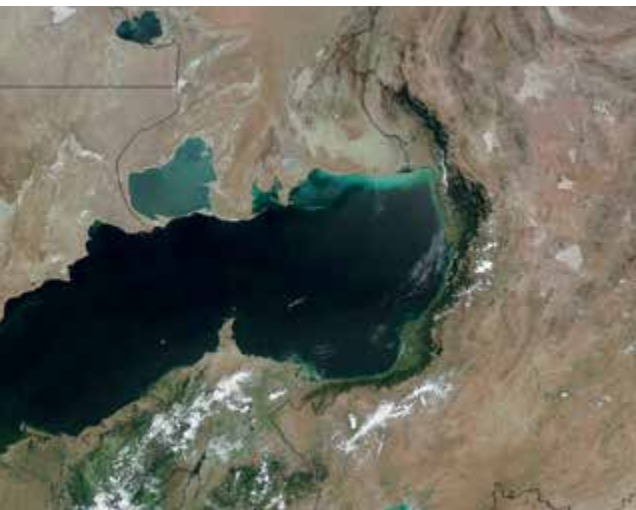
The explanation of the known fact of small amplitude variations of critical frequency F-layer compared with the amplitudes of variations of the electron density at fixed heights was done. Ionospheric effects of solar eclipse, according to measurements of local electron density at the station of vertical sounding of the ionosphere and measurements of total electron content have been investigated. It was developed new method for estimating the vertical phase velocity of the meridional thermospheric wind site, based on measurement of time delay the inversion moment of the meridional thermospheric wind direction at the height of the base of the F-layer of ionosphere relative to the moment at the height of the layer maximum.

From the first half of the 90-s of last century the first time start-

ed work on the study of contemporary movements of the earth's surface in order to establish monitoring of the Earth's crust and evolution of geodynamic processes in it. Network of regional, local and permanent observations were made. Particular attention was paid to areas of high seismic activity of the natural nature of the Tien Shan (Fig. 1).

Speeds of the modern movements of the earth surface in the Northern Tien Shan were determined according to the GPS — observations (Fig. 2).

It was established that the negative divergence of the velocity field of crustal movement are located above the submerged areas of the base of cortex, pointing to the continuing formation of the Central Trough of the North Tien Shan at present. Moreover, it became clear that the band of



epicenters of the most powerful earthquake, framing the trough is due to the formation of this trough. A detailed analysis of the picture allowed establishing a strict confinement of epicenters to the line in good agreement with the line of equal values of divergence of the field of horizontal velocity vectors. Thus, it became possible to suggest that all the strongest earthquake in the region will occur near the specified lines.

Another problem becomes acute in relation to the urbanization of territories and sharp change in surface stress in cities — laying of underground lines, increasing the height of buildings, etc. Much of these questions have yet to be explored. But it is clear that high-precision GPS — measurements can be one of the leading in the complex of possible methods. It should be noted that GPS data should be formed gradually and include regional and detailed work, and required permanent monitoring with the increase of their volume.

Significant prospects are opening up in matters of prediction of geodynamic conditions in model studies using data from GPS, especially in the most flexible modifications — numerical modeling (Figure 3).

The current state of its algorithmic and program base is

such that practically no barriers in the application of the method with a very complex structure of the bulk medium (3D). Ability to play a number of different modeling scenarios for the development of geodynamic processes in the numerical model is a fundamental methodological advantage. Some will eventually lead to catastrophic effect.

Achieved in the present geological and geophysical exploration of the lithosphere can create three-dimensional geomechanical models for studied areas of the crust. The Caspian region is one such area, which has attracted the attention of seismologists and oil industry workers [4]. It was established its three-dimensional geo-mechanical model, which includes major structural boundaries — the Mohorovich's surface and consolidated crust as well as the day surface, containing mountainous topography and bathymetry. Own weight and horizontal tectonic force caused by the movements of tectonic plates (according to GPS measurements), are external efforts, generating tension.

As a result of the calculation of new data on the stress-strain state of crust of the Caspian region, allowing the zoning by degree of seismic hazard as well as to perform a quantitative evaluation of geohazards for critical facilities and suggest measures for the implementation their monitoring (Fig. 4).

Together with the Institute of Oceanology named after P.P. Shirshov of the RAS has been proposed a multi-level technology of geodynamic and environmental monitoring for the oil platforms on the sea shelf.

This design allows on the time scale which close to the real, to monitor and predict the negative effects of anthropogenic pollution of water area (and in the earthquake-prone areas — geodynamic activity) and ensure the

adequate decision-making information needed to minimize possible damage.

Work on carrying out of seismological and GPS-monitoring of displacements of the Earth's crust on the Mangyshlak Peninsula were initiated in Southern Mangyshlak region of oil production because of the high danger of geodynamic phenomena of technogenic nature (induced seismicity) [5].

Space technologies are uncontested, but their effectiveness is proved by the above examples. Together with ground-based measurements and numerical modeling, they can be the basis of a fundamentally new approach to solving the problem of space weather monitoring and geodynamic state of the lithosphere, directly leading to the prediction of natural and technological disasters. ■

## References

1. A.V. Gurevich, K.P. Zybin // *Adv.Phys.Sci.*, 2001, Vol. 171, № 11, P. 1177-1199.
2. A.V. Gurevich et al. // *Adv.Phys.Sci.*, 2009, Vol. 179, № 7, P. 779-790.
3. V.P. Antonova et al // *Radiophysics and Quantum Electronics*, 2009, Vol. 52, No. 9.
4. Zh.Sh. Zhantayev, A.Zh. Bibosinov, A.V. Ivanchukova, B.A. Iskakov, A.G. Fremd. Induced seismicity in the development of hydrocarbon deposits // *Oil and Gas*, 2011, №2, P. 61-71.
5. L.I. Lobkovski, S.A. Kovachev, G.N. Mar, M.K. Absametov, N.G. Breusov, R.A. Namvar, A.G. Fremd. Seismological monitoring of the South Mangistau oil region of Western Kazakhstan // *Oil and Gas*, 2011, №2, P. 129-139.



# Launchers

Приложение к журналу «Космические исследования и технологии»

космодромы  
и носители



Успешный дебют «Веги»

Совершенствование ракетно-космических комплексов

Космодром Байконур  
как научно-инновационный кластер

# Новый носитель Европы



**Н**овейшая европейская разработка — ракета-носитель Vega с научными спутниками — впервые стартовала с космодрома Куру во Французской Гвиане.

Vega — легкая ракета-носитель совместно разрабатываемая с 1998 года Европейским космическим агентством (ESA) и Итальянским космическим агентством (ASI). Ракета названа в честь ярчайшей звезды северного полушария.

Изначально проект «Вега» разрабатывался с начала 1990-х ASI, как замена РН «Скаут» производства НАСА.

Италия является ведущим разработчиком проекта и от-

вечает за 65 % бюджета, другие участвующие страны — Франция (15 %), Испания (6 %), Бельгия (5,63 %), Нидерланды (3,5 %), Швейцария (1,34 %) и Швеция (0,8 %).

Планируемая полезная нагрузка РН «Вега» составит 1500 кг на полярную орбиту высотой ~ 700 км. РН разработана для вывода полезной нагрузки на низкую опорную орбиту и солнечно-синхронную орбиту. В отличие от большинства одноклассных РН, «Вега» способна выводить сразу несколько космических аппаратов. Основные типы аппаратов, являющиеся потенциальной нагрузкой:

- Микроспутники — до 300 кг;

- Миниспутники — от 300 до 1 000 кг;

- Малые спутники — от 1 000 до 2 000 кг.

Первый запуск Vega состоялся в расчетное время с новой стартовой площадки. Теперь в распоряжении Европейского космического агентства имеется вся линейка ракет: тяжелый Ariane-5 может выводить на орбиты спутники весом от 6,8 до 18,5 тонны, российский «Союз-СТ» среднего класса — от 2,8 до 4,2 тонны, легкая Vega — спутники массой 1,5 тонны.

Ракета-носитель полностью выполнила программу своего полета, выведя на орбиту итальянские научные спут-

ники LARES (Laser Relativity Satellite) и ALMASat-1, а также семь микроспутников в рамках программы CubeSat, созданных европейскими университетами.



Отделение спутника LARES от ракеты состоялось через 55 минут после запуска. Космические аппараты ALMASat-1 и семь микроспутников CubeSat отделились через 15 минут после вывода на орбиту аппарата LARES.

LARES — научный спутник Итальянского космического агентства. На нем установлены отражатели, которые будут использоваться для отслеживания спутника с помощью лазерных станций Международной службы лазерной локации (ILRS) на Земле. Основная научная цель миссии — измерение так называемого эффекта Лензе-Тирринга, связанного с доказательством общей тео-

рии относительности. Спутник LARES также может быть использован для научных измерений в области геодинамики и спутниковой геодезии.

Диаметр LARES составляет 36,4 сантиметра, масса космического аппарата — около 400 килограммов. LARES будет выведен на орбиту с перигеем в 1,4 тысячи километров, наклонением 60-86 градусов.

ALMASat (Alma Mater Satellite) — спутник, построенный в Болонском университете (Италия). Первый демонстрационный полет ALMASat должен был состояться в ноябре 2005 года. Спутник планировалось вывести с помощью российской ракеты-носителя «Днепр», однако запуск был отложен до первого полета Vega. Космический аппарат будет применяться для проверки работоспособности пассивной электродинамической системы свода аппаратов с орбиты, разработанной компанией Alenia Spazio и римским университетом La Sapienza. ALMASat весит около 12,5 килограмма и состоит из кубических призм.

Микроспутники серии CubeSat имеют массу не более 1,33 килограмма каждый. Начиная с 1999 года, Калифорнийский государственный политехнический университет (Cal Poly) и Стэнфордский университет разработали несколько вариантов спутников CubeSat, чтобы помочь университетам всего мира в развитии и изучении космической науки и исследований.

Первоначально запуск «Веги» должен был состояться еще в 2008 году, однако неоднократно откладывался. В ближайшее время запланированы еще 3 испытательных пуска ракеты-носителя. Если они пройдут успешно, то Европейское космическое агентство планирует взять носитель «на вооружение» и запустить 2-3 такие ракеты в год. ■



# Ракетно-космические комплексы космодрома Байконур: состояние и перспективы



**Игорь АФАНАСЬЕВ,**

независимый эксперт в области ракетно-космической техники, редактор журнала «Новости космонавтики»,



**Дмитрий ВОРОНЦОВ,**

независимый эксперт в области ракетно-космической техники

**В** настоящее время Байконур (до 31 декабря 2008 года — Научно-исследовательский испытательный полигон №5, Государственный испытательный космодром Байконур Министерства обороны РФ) — основная космическая гавань Земли. В 2011 году отсюда взлетели 24 ракеты космического назначения — 28,5% общемирового числа пусков в космос.

На территории полигона имеются девять типов стартовых комплексов (СК) в составе 15 пусковых установок (ПУ) для пусков космических ракет-

носителей (РН), 4 установки для испытаний межконтинентальных баллистических ракет; 11 монтажно-испытательных корпусов (МИК), в которых размещены 34 технических комплекса для предстартовой подготовки РН и космических аппаратов (КА), 3 заправочно-нейтрализационные станции для заправки КА и разгонных блоков компонентами ракетных топлив и сжатыми газами, измерительный комплекс с современным информационно-вычислительным центром для контроля и управления полетом ракет-носителей, а также

обработки телеметрической информации, а также мощнейшая инфраструктура для их обслуживания.

В настоящее время эффективно используются пять СК: на 1-й и 31-й площадках (служат для пуска РН семейства «Союз», 11 пусков в 2011 году), на 81-й и 200-й («Протон», 9 пусков), на 45-й («Зенит», 4 пуска) и 109-й («Днепр», пусков в 2011 году не было). СК на 90-й площадке находится в работоспособном состоянии, но законсервирован из-за прекращения эксплуатации стартующих с него РН «Циклон-2».

При эксплуатации с данных комплексов носители имеют следующие энергетические возможности (см.табл.1):

В ближайшее десятилетие статус-кво космодрома Байконур (при отсутствии каких-либо форс-мажорных обстоятельств) вряд ли изменится. Но будущая судьба указанных комплексов зависит от многих обстоятельств, в том числе от конфигурации и интенсивности эксплуатации конкурирующих космодромов.

#### «Днепр»

Программа, предусматривающая утилизацию межконтинентальных баллистических ракет РС-20Б «Воевода» путем запуска КА, осуществляется Международной космической компанией «Космотрас» в составе российских, украинских и казахских организаций. С момента первого старта в апреле 1999 года компания выполнила 17 пусков ракет РС-20, в результате которых на околоземные орбиты выведено 62 КА. Старты но-

сителей производятся не только из Байконура, но и с пусковой базы Ясный в Оренбургской области РФ. «Днепр» служит для групповых (кластерных) запусков малых КА научного, прикладного и учебного назначения.

Поскольку основу комплекса составляет баллистическая ракета, демилитаризованный статус Байконура требует на каждый старт длительных согласований, в результате темп эксплуатации «Днепра» не превышает 1-2 пуска в год. Последний раз носитель стартовал из Казахстана 9 апреля 2010 года. Планы 2012-2015 годов не предусматривают пусков отсюда.

С коммерческой точки зрения доходность от запусков малых спутников очень невелика. Очевидно, для Байконура этот комплекс перспектив не имеет. Если в будущем рынок легких КА все же вырастет, есть смысл заменить «Днепр» ныне разрабатываемым носителем «Союз-2.1В», который может эксплуатироваться с су-

ществующих ПУ на площадках 1 и 31.

#### «Союз»

Ракеты-носители данного семейства — самые востребованные средства выведения в мире. Они стартуют с трех космодромов: Байконур, Плесецк и Гвианский космический центр в Куру (Французская Гвиана). Один СК для «Союза» предполагается построить на новом космодроме Восточный.

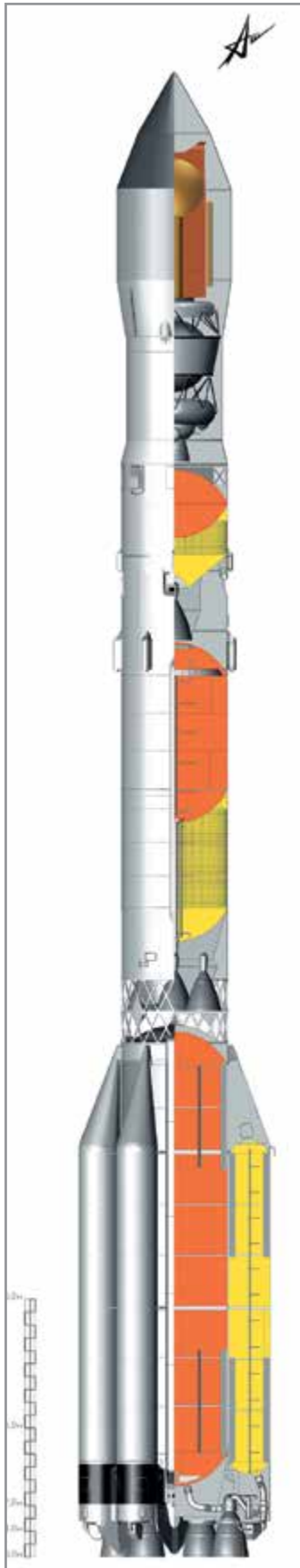
Из Байконура пуски «Союзов» преимущественно выполняются в интересах пилотируемой программы (корабли «Союз ТМА» и «Прогресс-М»), для восполнения группировки спутников низкоорбитальной системы связи Globalstar, а также КА метеорологического и научного назначения, в том числе на межпланетные траектории. Возможность выполнения геостационарных миссий продемонстрирована 28 декабря 2003 года, когда на ГСО был выведен израильский телекоммуникационный спутник AMOS-2. Коммерческие

Таблица 1. Возможности РН при пусках с космодрома Байконур

Наименование носителя	Стартовая масса, т	Максимальная масса полезного груза, кг				Стоимость пуска, млн \$*
		НОО	ГПО	ГСО	ССО	
«Днепр»	210	3700	—	—	1700	12
«Союз-У/ФГ»	310	6950/7130	1370	—	5500	—
«Союз-2.1А»	312	7480	1547	450	4350	50
«Союз-2.1Б»	312	8660	1839	650	4650	—
«Зенит-2SLБ»	459	13800	—	—	10000	—
«Зенит-3SLБ»	473	—	3600	1600	—	60
«Протон-К»	698	20700-20900	4910	2200	15000	—
«Протон-М»	705	22000	6200-6500	3250	19000	85

НОО — низкая околоземная орбита, ГПО — геопереходная орбита, ГСО — геостационарная орбита; ССО — солнечно-синхронная орбита

\* По сообщениям интернет-форума журнала «Новости космонавтики» (<http://www.novosti-kosmonavtiki.ru/phpBB2/viewtopic.php?t=2156&postdays=0&postorder=asc&start=0>), представлена для коммерческих миссий; данные сугубо неофициальны



Протон ДМ —  
разрез

Рисунок А.Шлядинского

пуски производит совместное российско-французское предприятие (СП) Starsem — «дочка» фирмы Arianespace, осуществляющей маркетинг носителей на западном рынке.

Статистика последних лет указывает на некоторое снижение коммерческой привлекательности «Союзов», стартующих с Байконура. Так, в 2011 году запущены 23 КА; лишь два пуска из одиннадцати были коммерческими, в них на орбиту вышли 12 спутников Globalstar. По состоянию на середину февраля с космодрома Байконур в 2012 году планируются 15 пусков с 26 аппаратами. Твердо обозначены две чисто коммерческих миссии — с метеоспутником MetOp-2 и очередной шестеркой «Глобалстаров».

Программа запусков на период 2013-15 годов сверстана лишь предварительно. В соответствии с ней «Союзы» должны стартовать с Байконура 34 раза для того, чтобы вывести на орбиту 40 КА. Коммерческих миссий нет, хотя планы наверняка будут уточняться. Тем не менее, по мере роста числа пусков из Куру и Восточного, перспективы развития на Байконуре пускового бизнеса на основе «Союзов» выглядят сомнительно: из-за явных энергетических выгод европейского космодрома большая часть коммерческих запусков «переедет» в Куру. Возможности ракеты, стартующей из Казахстана, слишком малы для выведения аппаратов на ГСО, а низкоорбитальные системы связи в условиях увеличения ресурса спутников требуют нечастых полетов для восполнения группировки.

В любом случае, все пуски пилотируемых транспортных кораблей «Союз» до 2020 года, скорее всего, будут осуществляться с Байконура. В Плесецке нет соответствующей

инфраструктуры, да и запуск оттуда энергетически невыгоден. С Восточного предполагается запускать пилотируемый транспортный корабль нового поколения (ПТК НП) и грузовые беспилотные корабли. Во всяком случае, официальных планов развертывания на новом российском космодроме инфраструктуры пилотируемых полетов на ракетах «Союз» нет.

Следует отметить, что производитель носителя — самарский ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» — планирует с 2015 года прекратить выпуск модификаций «Союз-У» и «Союз-ФГ», полностью перейдя на новую линейку «Союз-2». Это более мощный, но и более дорогой вариант, и преимущества в энергетике пока не окупаются в стоимостном выражении.

Разработка еще более мощной модификации — «Союз-2-3» — ведется «ЦСКБ-Прогресс» в инициативном порядке. Судьба проекта напрямую связана с результатами восстановления производства двигателей НК-33. Формально, новый носитель сможет эксплуатироваться со всех российских космодромов и с Байконура, но и в данном случае возросшая грузоподъемность недостаточна для масштабной конкуренции на рынке геостационарных запусков, где требования к энергетике РН постоянно ужесточаются. Возможно, «Союз-2-3» будет неплохо смотреться в Куру, где сможет полноценно заменить тяжелые варианты ушедшей на покой Ariane-4. Но это произойдет не ранее, чем через 3-5 лет. Чтобы занять данную нишу, европейцы интенсивно разрабатывают проект носителя нового поколения модульной конструкции.

Таким образом, после ввода в строй Восточного и выхода стартового комплекса в Куру на плановую мощность,

Байконур может рассчитывать на 4-5 ежегодных пилотируемых пусков «Союзов» и, возможно, на 1-2 грузовых или коммерческих, вплоть до 2020 года, когда планируется прекратить эксплуатацию Международной космической станции. Кроме того, Федеральная космическая программа предполагает со временем перевести все пилотируемые миссии на Восточный.

### «Протон»

В настоящее время тяжелая ракета\* ГКНПЦ имени М.В.Хруничева — наиболее востребованный коммерческий, и, несомненно, один из самых успешных носителей в мире.

\* *Используется вариант «Протон-М»; последний «Протон-К» планируется запустить в 2012 году.*

Пуски производятся только с трех установок двух СК космодрома Байконур. РН служит для выведения на орбиту тяжелых телекоммуникационных спутников, групповых запусков навигационных аппаратов системы ГЛОНАСС, а также КА системы предупреждения о ракетном нападении «Око».

Коммерческую эксплуатацию «Протонов» осуществляет российско-американское СП International Launch Services (ILS). В девяти пусках 2011 года на орбиту выведены 13 КА, семь пусков были коммерческими (запущено восемь аппаратов). В планах 2012 года — 18 пусков с 22 спутниками, в т.ч. 13 аппаратов в 13 коммерческих пусках. Однако по опыту прошлых лет фактическое количество пусков вряд ли превысит 12. В период 2013-15 годов предварительно планируются 17 пусков «Протонов» с 19 спутниками, из которых 10 будут выведены по коммерческим заказам.

Перспективы «Протона-М» — достаточно надежной ракеты, обладающей неплохой энергетикой — далеко не безоблачны. Во-первых, по мере выхода на штатный темп пусков «Морского старта» («Зенит-3SL», лежащий в основе этого комплекса, близок к «Протону-М» по возможностям), число коммерческих миссий с Байконура сократится и составит примерно 6-8 в год. Во-вторых, концептуально и по ряду технических решений носитель устарел. ГКНПЦ имени М.В.Хруничева утверждает, что полеты ракеты продолжатся ровно столько времени, сколько потребуется для начала полномасштабной эксплуатации нового космического ракетного комплекса «Ангара». Однако, на взгляд экспертов, хотя дни «Протона» и сочтены\*, точный момент этого события предсказать трудно: по оценкам, это случится лет через 7-10, когда «Ангара» наберет статистику надежности, достаточную для коммерческого использования.

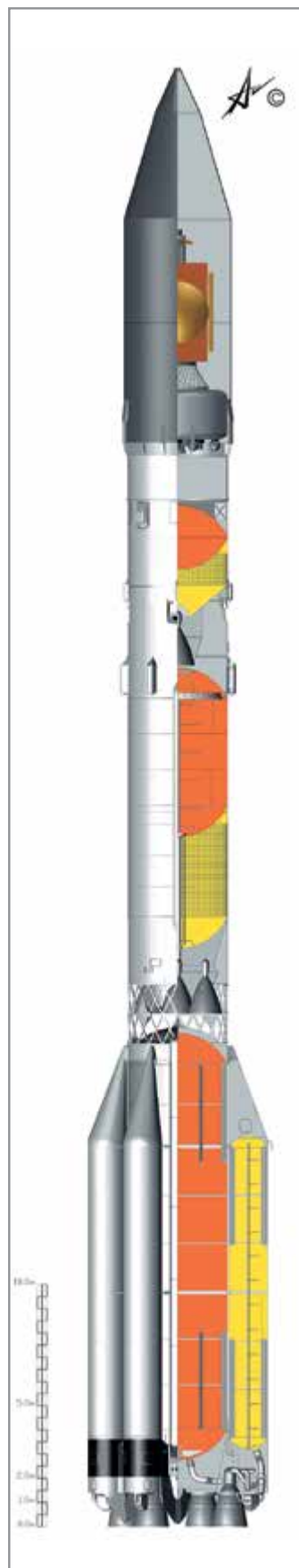
\* *Официально озвучивался 2015 год, хотя в последнее время говорится о возможности продления пусков вплоть до 2021 года*

### «Зенит»

Эта самая совершенная РН из числа созданных в Советском Союзе не успела пройти полный цикл летных испытаний, следствием чего стала не слишком хорошая статистика пусков.

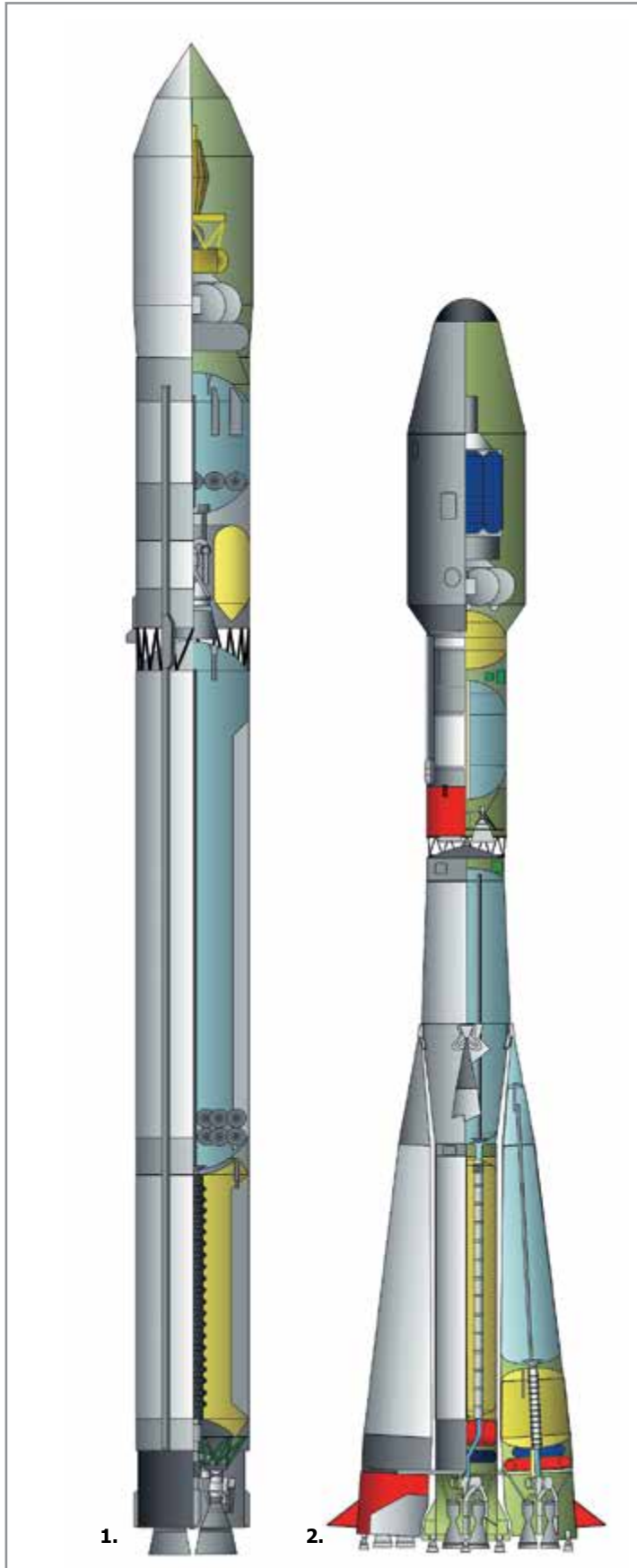
Изначально двухступенчатый «Зенит-2» служил для выведения на орбиту КА радиотехнической разведки «Целина». Один из двух построенных на Байконуре СК был разрушен взрывом во время аварии носителя в 1990 году и не восстанавливался.

Ракете суждено было сойти со сцены уже в конце 1990-х —



Протон-Бриз М — разрез

Рисунок А.Шлядинского



1. РН «Зенит-3Ф»  
с разгонным блоком  
«Фрегат-СБ»

2. РН «Союз-2.1а»  
с разгонным блоком  
«Фрегат»

Рисунок Д.Воронцова

начале 2000-х годов, если бы не два коммерческих проекта: «Морской старт» и «Наземный старт». Оба берут начало в непростых 1990-х годах, но первый вступил в строй гораздо раньше, в марте 1999 года, тогда как второй фактически начал работать лишь с апреля 2008 года.

Коммерческую эксплуатацию «Зенита» на Байконуре осуществляет российско-украинское СП «Международные космические услуги», а маркетинг носителя на рынке — компания Sea Launch. В настоящее время трехступенчатая ракета используется с Байконура для запусков легких телекоммуникационных спутников, а также научных КА. В ноябре 2011 года она вывела на опорную орбиту межпланетный зонд «Фобос-Грунт», но, к сожалению, миссия завершилась неудачей. Всего в четырех стартах, выполненных в этом году, «Зенит» вывел на орбиты 5 КА, лишь один из которых был коммерческим (телекоммуникационный спутник Intelsat-18). В 2012 году пусков не планируются, а в 2013-15 году должны состояться семь миссий с семью КА, из которых два будут запущены по коммерческому заказам.

Несмотря на то, что «сухопутный» «Зенит» сильно уступает «морскому» по энергетике, у него есть свои достоинства: приемлемая стоимость и подходящая грузоподъемность при выведении на ГСО легких и средних спутников. Общее преимущество «Морского старта» и «Наземного старта» — использование нетоксичных компонентов (жидкого кислорода и керосина) как на маршевых ступенях, так и на разгонных блоках.

Чем еще хорош «Зенит»? В принципе, он имеет немалый потенциал модернизации. Высокая тяговооруженность до-



пускает наращивание стартовой массы и, соответственно, грузоподъемности. При этом у ракеты всего три двигателя на маршевых ступенях (у «Протона» — 12, у «Союза» — 6), а также минимальное (для носителей, работающих на данных компонентах топлива) число ракетных блоков, что в принципе повышает надежность и снижает производственные издержки и затраты на эксплуатацию.

Тем не менее, есть факторы, ограничивающие перспективы «Зенитов» на Байконуре.

Во-первых, комплекс «Наземный старт» изначально создавался при содействии компании Sea Launch для отвоевания части рынка запусков легких спутников связи, а также (вернее, прежде всего) как дополнение «Морского старта». И когда последний окончательно оправится после процедуры банкротства, число коммерческих миссий из Байконура может существенно снизиться. Произойдет это по банальной причине – производительность днепропетровского «Южмаша» пока не превышает пяти-шести ракет в год. Именно эти изделия придется делить между двумя «Стартами».

Во-вторых, взлетающий с приэкваториального космодрома в Куру «Союз-СТБ» может оттянуть на себя часть клиентуры, поскольку по грузоподъемности он мало уступает «Зениту-3SLB».

Если ничего не предпринимать, за «Наземным стартом» так и останутся 1-3 пуска в год. И все же шансы у проекта есть. Руководители «Казкосмоса» — Национального космического агентства Казахстана — давно обращают внимание на «Зенит». В феврале 2010 года глава агентства Талгат Мусабаяв так оценил инвестиции в развитие инфраструктуры «Наземного старта»: 30



млн \$ — на приобретение доли компании, 50 млн \$ — на предоставление возвратного кредита для пополнения оборотных средств компании, и 18.5 млн \$ — на инвестирование повышения энергетических возможностей РН «Зенит».

«Нам выгодно войти в этот проект. Даже если мы выкупим 33% доли компании,

осуществляющей коммерческие пуски «Зенита», это будет дешевле, чем реализация комплекса «Байтерек»\*. — заявил 19 февраля 2012 года заместитель председателя «Казкосмоса» Мейрбек Молдабеков в интервью газете «Мегаполис». — Украина готова пустить нас в этот проект, нужна добрая воля РФ. При этом у



России остается «Протон». Его пуски по условиям соглашения между Казахстаном и Россией от 9 января 2004 года необходимо сокращать, но, возможно, в условиях участия Казахстана в проекте коммерческого использования «Зенита» мы нашли бы компромисс».

*\* Создание комплекса для эксплуатации РН «Ангара» с космодрома Байконур представляет комплексную проблему, достойную отдельной статьи*

Действительно, суммы, озвученные Талгатом Мусабеевым, представляются несоизмеримыми по сравнению с затратами на строительства комплекса «Байтерек», и в случае успеха работ позволяют надеяться на существенное увеличение грузоподъемности: «Зенит-3SLB» сможет конкурировать с «Союзом», старту-

ющим с Куру. Однако требуемая доработка существующих вариантов носителя представляется слишком сложной, и в условиях нынешнего состояния рынка запусков потребует очень серьезных финансовых вложений и громадных затрат времени и, самое главное, не дает (при ограничениях, накладываемых существующей наземной инфраструктурой — СК, техническая позиция, транспортировка блоков с завода-изготовителя на космодром и т.п.) существенного роста характеристик. Гораздо интереснее в этом плане модернизация не ракеты-носителя, а «самой малой, но самой верхней» части ракетно-космического комплекса.

#### Разгонные блоки

Один из важнейших элементов космического ракетного комплекса, обеспечивающий выведение спутников на высокоэнергетические орбиты. Сейчас в составе РН, эксплуатируемых с космодрома Байконур, используются следующие разгонные блоки (см. табл. 2):

Указанные изделия имеют ряд критически важных особенностей. Во-первых, они уже достигли оптимальных пределов совершенствования, что затрудняет дальнейший рост их характеристики. Во-вторых, как показала практика, именно от уровня характеристик разгонного блока во многом зависят такие параметры всего ракетно-космического комплекса, как, например, коммерческая привлекательность. Проще говоря, в некоторых случаях усовершенствованная верхняя ступень способна перевести носитель в другой сегмент рынка, где до этого главенствовала более тяжелая ракета, оснащенная менее совершенным разгонным блоком.

РКК «Энергия», разрабатывающая блоки ДМ различных серий для РН «Протон» и «Зенит», предлагает продолжить эволюцию и создать новые кислородно-керосиновые верхние ступени на базе уже апробированных решений. Однако расчеты показывают, что усилия, затрачиваемые на разработку все новых и новых вариантов блока серии ДМ, не окупаются добавками массы выводимого полезного груза... Заметное — практически скачкообразное — увеличение энергетики связано с необходимостью перехода на криогенное топливо «жидкий кислород — жидкий водород».

На предприятиях российской ракетно-космической отрасли работы в этом направлении считаются перспективными с возможностью выхода на летно-конструкторские испытания готовых кислородно-водородных разгонных блоков после 2015 года. То есть разработки ведутся, но сегодняшний день и ближайшее будущее с ними не связаны.

Данное положение сложилось из-за того, что обширный задел, созданный по данной тематике в рамках программы «Энергия» — «Буран» (в том числе мощнейшая обслуживающая и пусковая инфраструктура на космодроме Байконур), к настоящему времени во многом утрачен, и восстановление его в прежних объемах и качествах представляется нецелесообразным.

Кроме того, как видно из приведенного выше обзора, российские предприятия-разработчики уже определились с направлением дальнейшего совершенствования носителей. Это решение продиктовано необходимостью, с одной стороны, выполнить этапы Федеральной космической программы, а с другой — желанием выйти и/или закре-



Таблица 2. Характеристики разгонных блоков

Наименование разгонного блока	Двигатель тягой и удельным импульсом	Компоненты топлива	Стартовая масса, т	Габариты, диаметр, м/длина, м	Носитель, в составе которого использован	Масса полезного груза, кг/тип орбиты
«Фрегат»	С5.221, 2 тс, 326 сек	АТ + НДМГ	6.18... 8.15	3.38/1.55	«Союз-ФГ»	1370 (ГПО)
					«Союз-2.1А»	1547 (ГПО)
					«Союз-2.1Б»	1839 (ГПО)
					«Зенит-2СБ»	3700 (ГПО)
«Фрегат-СБ»/-СБУ»	С5.221, 2 тс, 326 сек	АТ + НДМГ	10.32/16.41	3.875/2.40	«Зенит-3СБФ»	2150 (ГСО) 4100-4600 (ГПО)
«Бриз-М»	С5.98М, 2 тс, 328.6 сек	АТ + НДМГ	22.5	4.35/2.26	«Протон-М»	3700 (ГСО) 6000 (ГПО)
ДМ-03	11Д58М, 8.5 тс, 352 сек	ЖК + керосин	22.13	3.7/6.0	«Протон-М»	3440 (ГСО)
ДМ-SLB	11Д58М, 8.5 тс, 352 сек	ЖК + керосин	17.8	3.7/5.93	«Зенит-3СЛБ»	1600 (ГСО) 3600 (ГПО)

\*АТ – азотный тетраоксид, НДМГ – несимметричный диметилгидразин, ЖК – жидкий кислород

питься на рынке коммерческих пусковых услуг. Все просчитанные варианты базируются на опыте эксплуатации существующих изделий, возможностях предприятия и анализе тенденций развития рынка. Можно сказать, что появление новых вводных, которые заставили бы их отказаться от уже принятых планов, маловероятно, а для ряда организаций и вовсе нежелательно.

При этом нельзя сказать, что высокоэнергетические разгонные блоки не создаются. Напротив, проектирование началось довольно давно, но, поскольку в сложившихся условиях требует большого времени, закончится еще не скоро. Так например, ГКНПЦ имени М.В.Хруничева разрабатывает кислородно-водородную верхнюю ступень КВТК для носителя тяжелого класса «Ангара-А5»; начало летных

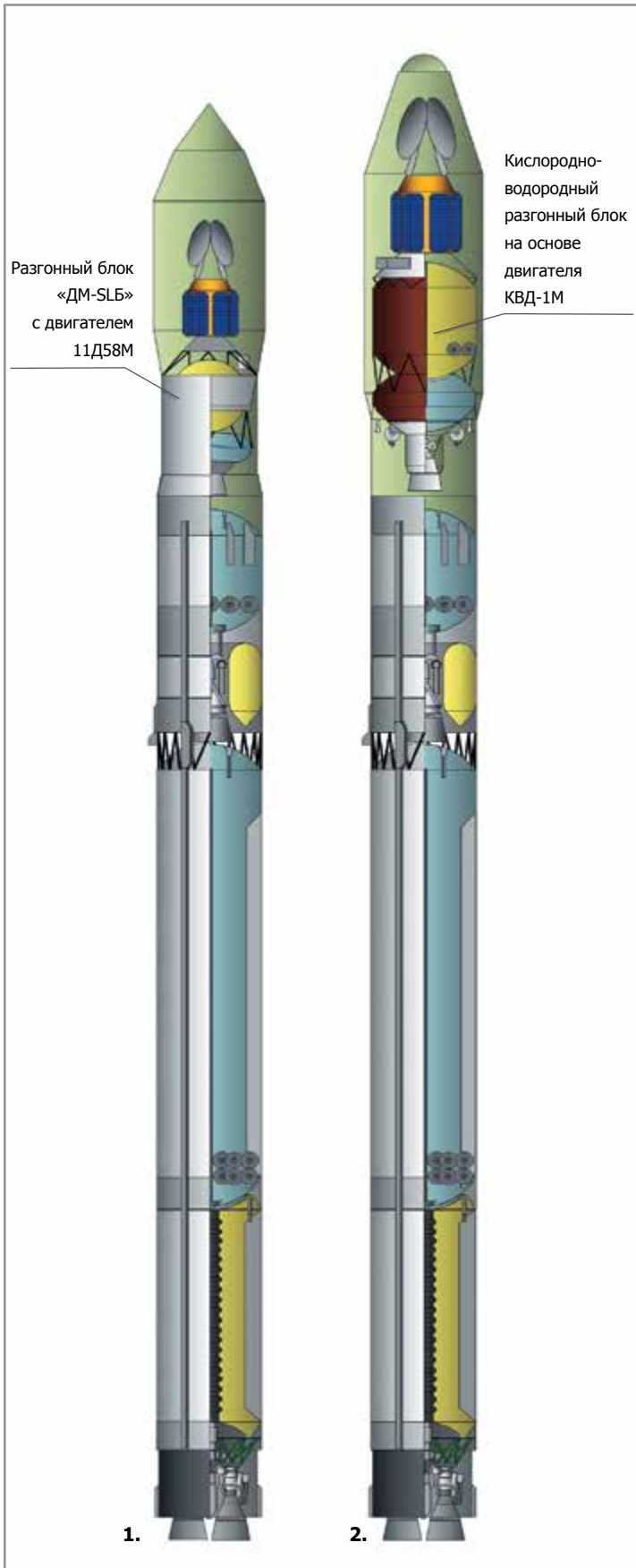
испытаний комплекса с данным блоком намечено на 2015 год с космодрома Плесецк. На базе КВТК могут появиться блоки различного класса для носителей семейства «Ангара».

Создается парадоксальная ситуация, когда, с одной стороны, затратив сравнительно небольшие средства на разработку одного блока, можно будет резко повысить коммерческую привлекательность ракетно-космического комплекса в отдельности и космодрома в целом. Остается только выбрать точку приложения усилий!

Некоторые эксперты считают, что, по ряду признаков, целесообразно создать кислородно-водородную ступень для двухступенчатого «Зенита». Еще в советские времена, на рубеже 1980-90-х годов существовал проект его оснащения блоком, разительным образом отличающимся от

ракеты и позволяющим (по массе груза, выводимого на ГПО) конкурировать с носителем «Протон», оснащенным кислородно-керосиновым блоком ДМ.

С технической точки зрения даже сейчас этому нет принципиальных препятствий. Здесь видится две возможности. Первая — установка на «Зенит-3СБ» штатного КВТК, вторая — разработка специальной оптимизированной ступени на основе проверенного изделия (например, на базе 12КРБ, разработанного в 1990-х годах в ГКНПЦ имени М.В.Хруничева и уже использовавшегося в шести пусках индийской ракеты-носителя GSLV). В обоих случаях водородный блок дает существенный прирост энергетики по сравнению с керосиновым: масса груза, выводимого на ГПО, увеличивается с 3600 до 6500-6700 кг.



1. «Зенит-3SLB» с разгонным блоком «ДМ-SLB»
2. «Зенит-3SLB» с кислородно-водородным

Рисунок Д.Воронцова

Таким образом, по энергетическим возможностям «Зенит» с криогенным блоком вполне сопоставим с «Зенитом-3SL» («Морской старт») и «Протоном-М», оснащенный «Бризом-М». Улучшение энергетических характеристик позволяет создать гибкую транспортную систему на основе «Наземного» и «Морского» стартов. «Зенит» с блоком ДМ-SLB способен осуществлять запуски легких спутников, а тяжелые можно пускать как с «Морского старта», так и с «Наземного». Модернизация СК будет минимальна и фактически коснется только установки оборудования\* и подводящих магистралей для заправки разгонного блока. Даже с учетом двукратного запаса горючего и возможных потерь на испарение, на каждый пуск модернизированного «Зенита» потребуется примерно 5-6 т жидкого водорода. При двух-трех пусках в год и таких потреблении этот сжиженный газ можно будет привозить на космодром в железнодорожных или автоцистернах.

*\* Недалеко от старта устанавливается система промежуточного хранения, передачи, заправки, а также дренажирования и утилизации неиспользованного водорода.*

Из объективно положительных моментов можно отметить следующее: создание водородных верхних ступеней или разгонных блоков и развертывание необходимой инфраструктуры на Байконуре может сформировать новую кооперацию, способную на выходе создать передовую технику, в которой остро нуждаются все операторы отрасли, и дать новый импульс для сохранения и развития космодрома.

Однако на пути реализации проекта встретятся реальные трудности. Во-первых,

ГКНПЦ имени М.В.Хруничева, единственное в стране ракетостроительное предприятие, имеющее сегодня актуальный опыт работы с водородом, занято разработкой изделия для своего собственного семейства носителей, не имеющего отношения к «чужим» ракетам. Во-вторых, неясно, насколько РКК «Энергия» будет заинтересована в создании альтернативы «Морскому старту».

Наконец, какой бы компактной ни была водородная инфраструктура, ее придется проектировать и строить заново, что в любом случае потребует затрат, которые явно выше озвученной суммы.

Таким образом, надо сказать, что модернизация ракетно-космического комплекса путем глубокой модификации старого или создания нового разгонного блока – оптимальный путь к быстрому увеличению коммерческой привлекательности уже имеющейся ракетно-космической системы, базирующейся на существующем космодроме. Однако даже в этом случае затраты финансов и времени на проведение необходимых работ оцениваются во многие десятки (если не сотни) млн долларов и в несколько (не менее пяти-семи) лет. Такие разработки чаще всего проводятся под реально поставленную задачу или в условиях подъема рынка коммерческих запусков.

В других же случаях экономически выгоднее может оказаться другой способ вложения средств, например, в ремонт второй пусковой установки, разрушенной взрывом, на байконурском стартовом комплексе, а также в увеличение темпа выпуска уже существующих ракет на днепропетровском заводе «Южмаш». Во всяком случае, это, как подчеркивает руководство «Казкосмоса» «...[хотя и] не позво-

лит решить все проблемы Байконура... Но, по крайней мере, это позволит сохранить наш космодром».

#### Вместо заключения

Представленный анализ базируется на данных, опубликованных исключительно в открытых источниках. Увы: насколько государственные структуры и коммерческие фирмы, участвующие в бизнесе космических запусков, спешат раскрывать свои конкретные планы на срок больший, чем год-два вперед, настолько же точен может быть и прогноз на основе таких планов... Несомненно, жизнь внесет свои коррективы, но даже с учетом этой оговорки можно сделать следующий краткий вывод. Потенциал космодрома указывает на неплохие перспективы на ближайшие три-пять лет. Несмотря на то, что договор России об аренде Байконура действует до 2050 года, в это столь отдаленное будущее заглянуть сложно, поскольку направление эксплуатации уже имеющихся стартовых и технических комплексов подвержено слишком большому влиянию множества внешних факторов. Тем не менее, метод целенаправленного вложения сравнительно небольших средств (как в описанном случае при разработке или глубокой модернизации разгонных блоков) способен привести к появлению новых, ранее недоступных возможностей космодрома в целом. При этом следует помнить, что строительство новых стартовых комплексов заведомо дороже разработки разгонных блоков, любых модернизаций имеющихся носителей и их инфраструктуры. Кроме того, в первом случае львиная доля вложенных средств уйдет в бетон и металл, а во втором — в новые технологии. ■



# О РАЗВИТИИ КОСМОДРОМА БАЙКОНУР КАК НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОГО КЛАСТЕРА



**Талгат МУСАБАЕВ,  
Мейрбек МОЛДАБЕКОВ**



**П**о итогам Форума ученых Казахстана, прошедшего под председательством Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева 1 декабря 2011 года, Правительству Республики Казахстан было дано поручение о развитии космодрома Байконур как научно-инновационного кластера. В данной статье излагается видение Казкосмосом путей создания в Казахстане мощного научно-инновационного кластера, способного стать основой отечественной космической отрасли как наукоемкого и высокотехнологичного сектора экономики, как одного из локомотивов инновационно-индустриального развития страны.

Космодром Байконур предназначен для выполнения следующих работ:

- прием, хранение и проведение автономных испытаний составных частей ракет-носителей (РН), разгонных блоков (РБ) и космических аппаратов (КА);
- сборка и комплексные испытания ракет космического назначения (РКН), включающих РН и космические головные части в составе РБ, КА и головных обтекателей;

- транспортировка и установка на стартовый стол, заправка РКН, предстартовые испытания систем РКН и пуск РКН.

Таким образом, космодром Байконур является производственно-техническим комплексом, предназначенным для проведения заключительных автономных и комплексных испытаний ракетно-космической техники, созданной интеллектом и руками ученых и инженеров. Поэтому космодром Байконур сам по себе, без дополнительной научно-технологической составляющей по разработке ракетно-космической техники, не может претендовать на роль научно-инновационного кластера.

Вместе с тем, космодром Байконур является ключевым и заключительным звеном в технологической цепочке создания и запуска в космос КА, на базе которого может быть создан научно-инновационный кластер по разработке, проектированию, производству и запуску в космос КА в целях дальнейшего применения в интересах конечных пользователей космических услуг: «разработка КА (НИР) — проектирование КА —

производство комплектующих для КА — сборка и испытания КА — запуск в космос КА».

На этом звене замыкаются результаты всех предыдущих этапов работ и без этого звена выполненные работы по созданию КА не могут иметь заверщенного характера. Именно эта ключевая роль космодрома Байконур в сочетании с тем, что он является самым крупным и самым активным в мире космодромом, мировым брендом Казахстана, дает Казахстану уникальное конкурентное преимущество в развитии своей космической деятельности.

Другой серьезной предпосылкой в развитии космической деятельности Казахстана является наличие у него высокого научного потенциала, сохраненного со времен бывшего СССР, который, как указано выше, является начальным звеном в технологической цепочке создания и запуска в космос КА.

Общим признаком этих двух предпосылок развития космической деятельности Казахстана является их принадлежность к технологической цепочке создания и запуска в космос КА в качестве ее начального и конечного звеньев. Наличие космодрома Байконур и высокого научного потенциала является для Казахстана серьезной предпосылкой развития своей космической деятельности в качестве точек роста научно-инновационного кластера страны.

Для формирования научно-инновационного кластера на основе эффективного использования указанных двух предпосылок в развитии космической деятельности Казахстану необходимо пополнить технологическую цепочку создания и запуска в космос КА недостающими средними звеньями, а именно:





- проектирование и конструирование КА;
- производство комплектующих для КА;
- сборка и испытания КА.

В настоящее время в рамках отраслевой программы развития космической деятельности Казахстана на 2010-2014 годы, принятой во исполнение государственной программы по ФИИР на 2010-2014 годы, идет активная реализация крупных проектов, направленных на дальнейшее

развитие имеющихся конкурентных преимуществ Казахстана и на формирование указанных недостающих звеньев технологической цепочки создания и запуска КА:

1) в АО «Национальный центр космических исследований и технологий» (АО «НЦКИТ») и в РГП «Научно-исследовательский центр «Гарыш-Экология» Казкосмоса выполняется программа прикладных научных исследований, которая концентрирует имеющийся научный потенци-

ал Казахстана на вопросах разработки отечественных образцов ракетно-космической техники и космических технологий, на вопросах эффективного их применения для решения задач экономики, обороны и национальной безопасности Казахстана, на вопросах обеспечения экологической безопасности пусков РН с космодрома Байконур. Результаты выполнения программы прикладных научных исследований позволят Казахстану приступить к разработке тех-





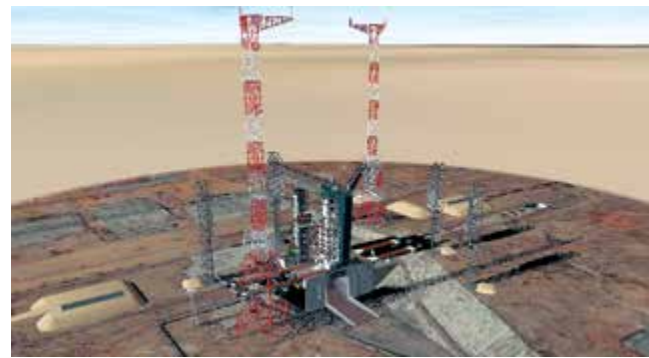
нологий производства ряда комплектующих для КА, также аппаратно-программных средств (пользовательских терминалов), с помощью которых государственные органы и конечные потребители смогут получить доступ к космическим услугам;

2) по контракту со стратегическим партнером — французской компанией EADS Astrium в АО «Национальная компания «Қазақстан ғарыш сапары» идет полным ходом работы

по строительству здания для специального конструкторско-технологического бюро космической техники (СКТБ КТ) и по оснащению СКТБ КТ необходимым технологическим оборудованием. Одновременно с этим молодые инженеры и конструкторы СКТБ КТ проходят стажировку в компании EADS Astrium, приобретая практический опыт и навыки проектирования и конструирования КА. Завершение строительства здания СКТБ КТ и его оснащение в 2013 году позволит начать проектные работы по созданию КА собственными силами;

3) разработано инвестиционное предложение по созданию национальной лаборатории космических технологий (НЛКТ), которое будет основано на результатах научных и технологических разработок АО «НЦКИТ». Инвестиционное предложение получило положительное заключение экономической экспертизы и рекомендацию начать разработку ТЭО создания НЛКТ. Реализация этого проекта позволит разработать и освоить к 2020 году предложенные АО «НЦКИТ» технологии производства ряда комплектующих для КА;

4) выполняется крупный совместный казахстанско-российский проект создания на космодроме Байконур КРК «Байтерек» на базе РН «Ангара», использующей экологически безопасные компоненты ракетного топлива. Завершение этого проекта в 2017 году позволит Казахстану решить несколько проблем, а именно, экологическую проблему космодрома Байконур, проблему обновления устаревающего технологического оборудования космодрома и проблеме непосредственного участия казахстанских специалистов в работах по подготовке и пускам РН.



Кроме того, Казкосмос в лице АО «Национальная компания «Қазақстан ғарыш сапары» стало акционером российско-украинской компании «Космотрас», осуществляющей запуски КА с космодрома Байконур с использованием РН «Днепр». Ведутся переговоры с российской и украинской сторонами об участии Казахстана в проекте «Наземный старт» по коммерческому использованию уже созданного на космодроме Байконур КРК «Зенит». Вхождение Казахстана в про-



ект даст возможность принимать непосредственное участие в решении вопросов по обеспечению запусков отечественных КА с помощью РН «Зенит» с космодрома Байконур.

Реализация проектов создания КРК «Байтерек» и участия в коммерческом использовании уже созданных на космодроме Байконур КРК «Днепр» и КРК «Зенит» позволит реально пользоваться своим конкурентным преимуществом, создать благоприятные условия для развития отечественного производства КА.

Таким образом, развитие космодрома Байконур как научно-инновационного кластера осуществляется в тес-

ном сотрудничестве с ведущими космическими предприятиями и компаниями стратегических партнеров — Российской Федерации и Французской Республики.

Вместе с тем, в рамках упомянутых выше контрактов на поставку космической техники и оборудования возможен лишь трансферт технологий коммерческого применения, а это, как правило, далеко не технологии сегодняшнего дня. Для успешного развития космической деятельности нам необходимы технологии завтрашнего дня, но они не продаются, а если и продаются, то очень и очень дорого. Как свидетельствует мировая практи-

ка, передача технологий реально только путем обмена, причем наиболее легко этот обмен осуществляется на стадии научных исследований.

Следует отметить, что развитие научного сотрудничества с зарубежными партнерами наталкивается на серьезные трудности, связанные с моральным и физическим износом лабораторной и опытно-экспериментальной базы космической науки Казахстана. Реальный обмен технологиями происходит в рамках научных контактов, однако расширение и углубление научных контактов возможно лишь при наличии современной лабораторной и опытно-экспериментальной базы космической науки, когда она представляет интерес для зарубежных коллег. АО «НЦКИТ» разработаны ТЭО и ФЭО пяти проектов по модернизации лабораторной и опытно-экспериментальной базы космической науки, планируемых к реализации совместно с зарубежными партнерами.

Во исполнение протокольного поручения Форума разработан План совместных работ Казкосмоса и Роскосмоса по использованию комплекса Байконур на 2012 год. По результатам проработки предусмотренных планом мероприятий планируется разработка Программы совместных работ по использованию комплекса Байконур на 2013-2016 годы.

Подписан План сотрудничества между Казкосмосом и Государственным космическим агентством Украины на 2012-2013 годы, которым предусмотрены совместные научные космические исследования, разработка новых космических технологий, сотрудничество в области дистанционного зондирования Земли. ■



## **ЕРЖАНОВ Жакан Сулейменович (1922-2003)**

**Выдающийся ученый-механик с мировым именем, заслуженный деятель науки, лауреат Государственной премии, академик Национальной академии наук Республики Казахстан, академик Национальной Инженерной Академии Республики Казахстан доктор технических наук, профессор.**

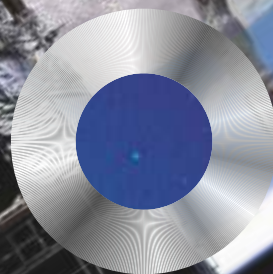
**Ж**акан Сулейменович Ержанов родился 10 февраля 1922 г. в Баянаульском районе Павлодарской области в семье учителя. В 1944 г. окончил маркшейдерское отделение Казахского политехнического института, затем аспирантуру Казахского филиала АН СССР, специализируясь в области механики. В 1949 г., защитив кандидатскую диссертацию, перешел на научно-педагогическую работу в Казахский государственный университет. В 1951-1960 гг. доцент Днепропетровского горного института. В 1960 г. академиком К.И.Сатпаевым приглашен в АН КазССР заведовать лабораторией Сектора математики и механики. Ж.С.Ержанов один из организаторов Института математики и механики, заместитель директора, руководитель его отдела в составе нескольких лабораторий (1965-1968). С 1968 по 1976 гг. главный ученый секретарь Президиума АН КазССР, 1976-1986 гг. — академик-секретарь Отделения наук о Земле. Академик Ж.С.Ержанов первый директор организованного им Института сейсмологии (1976-1986). В 1987-1991 гг. заведует лабораторией Института математики и механики. Ж.С.Ержанов один из организаторов Института механики и машиноведения, где с 1991 г. заведовал отделом механики. В 1971-1985 гг. руководил совместными исследованиями по механике АН КазССР и институтов ГДР в Лейпциге и Потсдаме. В 1963 г. Ж.С.Ержанов защитил докторскую диссертацию в Сибирском отделении АН СССР, с 1969 г. — профессор, с 1970 г. — академик НАН РК. В 1971 г. ему присвоено звание Заслуженного деятеля науки Казахстана, в 1993 г. избран академиком Инженерной академии РК.

Ж.С.Ержанов внес выдающийся вклад в проведение фундаментальных исследований по механике, создал новые направления в современной механике Земли, что способствовало открытию новой научной специальности — геомеханика. Они включают теорию ползучести горных пород, широко используемую в практике горного и строительного дела; методы расчета прочности и деформативности подземных конструкций; постановку и решение комплекса статических и динамических задач, включая расшифровку сейсмических предвестников; математические теории складкообразования в земной коре и формирования нефтеносных солянокупольных структур. Им получены основополагающие результаты по механике тектонического развития Земли и построены движущие механизмы послегерцинских движений. Развита комплекс работ по общей теории вращения Земли; вариант этой теории принят в качестве стандарта редуцированных вычислений международными организациями — Астрономическим союзом, Бюро времени, Службой движения полюсов, Геодезическим и геофизическим союзом. Ж.С.Ержанов — создатель оригинальной научной школы механики, воспитал плеяду учеников, многие из которых получили известность. Он автор более 350 индивидуальных и коллективных работ, включая 40 монографий, треть которых опубликована в зарубежных изданиях. Для творческой деятельности Ж.С.Ержанова была характерна забота о научных кадрах, им подготовлено 93 кандидата и 35 докторов наук. Академик Ж.С.Ержанов был членом Генеральной Ассамблеи Международного союза по теоретической и прикладной механике IUTAM, председателем Национального комитета РК по теоретической и прикладной механике, членом Президиума Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике, председателем докторского диссертационного совета, членом Редакционного совета международного журнала «Прикладная механика» (издается в Киеве и Нью-Йорке), членом редколлегий других изданий. Заслуги патриарха теоретической и прикладной механики Ж.С.Ержанова в развитии науки и подготовке научных кадров отмечены орденом Трудового Красного Знамени, орденом «Знак Почета», медалями СССР и ГДР, Почетной Грамотой Верховного Совета Республики Казахстан, Дипломом Почета и медалями ВДНХ СССР, лауреат Госпремии КазССР, 1974 г.

# cosmos.kz

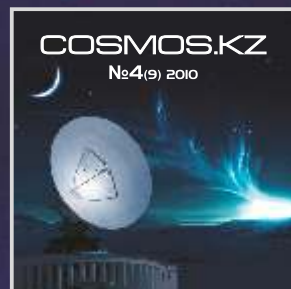
The first TV program  
on space technologies  
in Kazakhstan

# COSMOS.KZ



# №1(6)

© Space Energy 2011



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