

Space Research & Technologies

КОСМИЧЕСКИЕ

№2
2013

ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

Международный журнал о космонавтике International Journal of Aerospace

*Юбилейный салон
в Ле-Турже*



**Аэрокосмический
форум
в Париже**

**Проблемы доступа
к ракетным
технологиям**

**Высокоточная
спутниковая навигация:
внедрение в РК**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Талгат Мусабаев —
председатель, Казахстан
Меирбек Молдабеков —
заместитель председателя, Казахстан
Мэлис Абсаметов —
директор Института гидрогеологии
и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, Казахстан
Александр Дегтярев —
генеральный конструктор — генеральный директор ГП
«Конструкторское бюро «Южное» им.М. К. Янгеля», Украина
Жумабек Жантаев —
заместитель председателя, главный редактор, Казахстан
Жайлаубай Жубатов —
директор РГП «Научно-исследовательский центр
«Гарыш-Экология», Казахстан
Леопольд Лобковский —
заместитель директора Института океанологии им. П.Ширшова
РАН, член-корреспондент Российской Академии Наук, Россия
Даулет Нурумбетов —
генеральный директор РГП «Инфракос», Казахстан
Рене Пишель —
глава постоянного представительства Европейского
космического агентства в Российской Федерации
Мартин Свитинг —
исполнительный председатель совета директоров компании
Surrey Satellite Technology Limited (SSTL), Великобритания
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
Ризат Нуршабеков —
председатель комитета связи и информатизации
Министерства транспорта и коммуникаций, Казахстан

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

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

Журнал «Космические исследования и технологии», № 2(7) 2013

Периодичность: четыре номера в год
Главный редактор Жумабек Жантаев
Шеф-редактор Нурлан Аселкан
Заместитель главного редактора Александр Губерт
Заместитель главного редактора Николай Бреусов
Заместитель главного редактора Леонид Чечин
**Официальный представитель в Москве
и Российской Федерации** Эльвира Ханко
Дизайн и верстка Татьяна Рожковская
Техническая подготовка Альберт Аджимуратов
Адрес редакции: 050010, г. Алматы,
ул. Шевченко, 15, тел. (727) 385-49-36, факс (727) 293-88-20
e-mail: nurlan1410@mail.ru, info-nckit@yandex.ru
www.cosmos.kz
Свидетельство о постановке на учет № 11779-Ж от 02.07.2011,
выдано Министерством связи и информации
Республики Казахстан
Мнение авторов не всегда совпадает с мнением редакции.
Ответственность за содержание рекламных материалов
несет рекламодатель.
Перепечатка материалов, а также использование
в электронных СМИ
возможны только при условии письменного согласования
с редакцией.
Отпечатано в типографии
ТОО «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(7) (2013)
Periodicity: four issues per year
Editor-in-Chief Zhumabek Zhantaev
Chief Editor Nurlan Aselkan
Deputy Editor-in Chief Alexander Gubert
Deputy Editor-in-Chief Nikolay Breusov
Deputy Editor-in-Chief Leonid Chechin
Official Representative in Moscow and Russian Federation
Elvira Khanko
Design and make-up Tatyana Rozhkovskaya
Technical preparation Albert Ajimuratov
Address of Editorial Office: Shevchenko str., 15, 050010, Almaty.
Phone (727) 385-49-36, Fax (727) 293-88-20
e-mail: nurlan1410@mail.ru, info-nckit@yandex.ru
www.cosmos.kz
Certificate of registration № 11 779-Zh from 02.07.2011 issued
by the Ministry of Communications and Information of the
Republic of Kazakhstan Opinion of the authors do not always reflect
the views of the publisher. The advertiser is responsible
for the contents of advertising materials. The reprint of materials
and the use at electronic media is possible only provided a written
agreement with the editorial board.
Printed at
«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»



РЕПОРТАЖ

2 На крыльях Ле-Бурже

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

Мировая практика оценки качества данных дистанционного зондирования земли

8 *Е.Е. Исмаил*

РКРТ

Режимы экспортного контроля и их возможное влияние на развитие космической отрасли Казахстана на примере конструкционных материалов и двигательных систем

14 *Ж.Ш. Жантаев,
М.Б. Исмаилов*

ЭКОЛОГИЯ

Ракетно-космическая деятельность и здоровье населения

20 *Ж. Жубатов,
А.П. Позднякова,
В.А.Козловский,
Г.К. Аширбеков*

КОСМИЧЕСКИЙ РЫНОК

Итоги запусков спутников съемки Земли в 2012 году: наступление Китая и возрождение Франции

26 *А.А. Кучейко*

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

Спутниковый мониторинг пленочных загрязнений казахстанского сектора Северного Каспия

36 *А.Ю.Антонюк
Н.А.Филимонова
А.А.Кучейко*

ТЕХНОЛОГИИ

От планов к реальности
Налажено опытное производство базовых станций дифференциальной коррекции для системы высокоточной спутниковой навигации Республики Казахстан

40 *Молдабеков М.М.
Ахмедов Д.Ш.,
Сатеров Н.М.,
Еремин Д.И.,
Шабельников Е.А.*

НОСИТЕЛИ

Восход «Антареса», или Американская ракета как зеркало мирового ракетостроения

48 *Дмитрий Воронцов*

54 ЗЕНИТ: ракета с «чистого листа»
Олег Тверской

На крыльях Ле-Бурже



С 17 по 23 июня 2013 года в парижском пригороде Ле-Бурже проходил юбилейный 50-й аэрокосмический салон. Редакция журнала «Космические исследования и технологии» приняла участие в нем. Предлагаем Вашему вниманию фоторепортаж о работе салона.



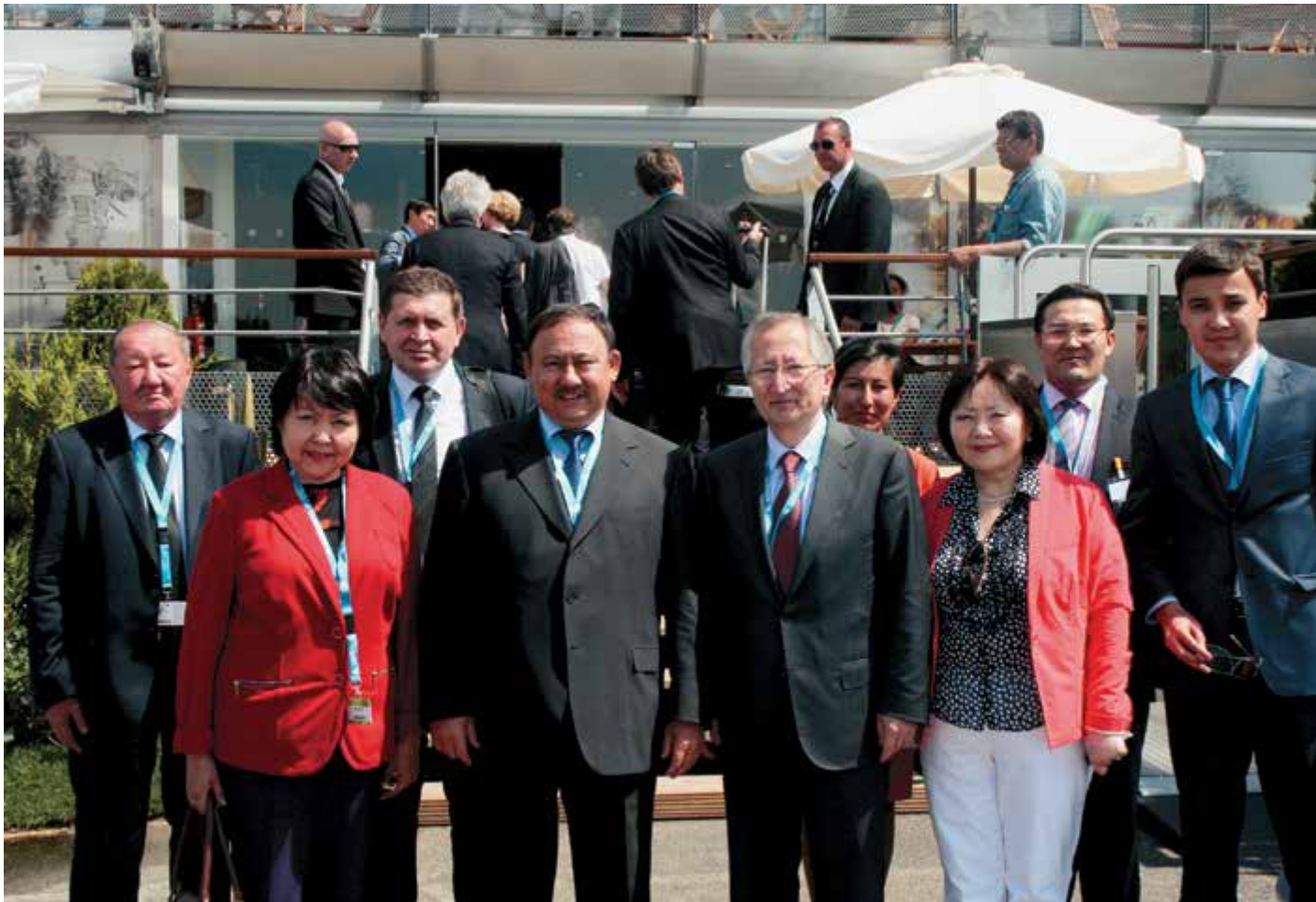
Носители семейства Ариан

Боевой вертолет «Аллигатор»



Самый большой в мире авиалайнер А-380





Делегация Казкосмоса

Транспортный АН-70 вызвал большой интерес





Будущий Ариан-6



Специалисты Казкосмоса на переговорах



АН-158 популярен и за рубежом



Вертолеты России



Таким будет космодром «Восточный»



Новинка салона — носитель «Союз-5»



Сотрудничество с коллегами из Украины проходит успешно



Двигатель РД-810 привлек внимание специалистов





Сотрудники журнала — постоянные участники салона



Двигатели для лайнеров новых поколений





Водородно-кислородный двигатель «Винчи»



Двигатель для гиганта «Боинг-787»



Опико-электронная система слежения

ЯК-130 — новый учебно-тренировочный самолет



ГКНПЦ имени Хруничева снова продемонстрировал макеты



Мировая практика оценки качества данных дистанционного зондирования Земли



Е.Е. ИСМАИЛ

ДТОО «Институт космической техники и технологий»
АО «НЦКТИТ»

Европейское космическое агентство (ESA), Британский национальный космический центр (BNSC), Национальный центр космических исследований Франции (CNES), Японское агентство аэрокосмических исследований (JAXA), Федеральное космическое агентство (Роскосмос) и др.

Деятельность WGCV направлена на координацию и продвижение работ по калибровке и валидации технических средств национальных программ спутникового наблюдения Земли и поставляемых ими данных, их стандартизацию. WGCV включает в себя ряд подгрупп, в том числе: атмосферная подгруппа, подгруппа оптической аппаратуры инфракрасного и видимого диапазона, подгруппа валидации, подгруппа картографирования, подгруппа микроволновой аппаратуры, подгруппа радиолокационной аппаратуры.

WGCV выполняет ведущую роль в решении задачи по разработке стратегии обеспечения качества данных наблюдения Земли, важнейшими составляющими которой являются калибровка приборов и валидация данных.

Мировой опыт эксплуатации космических систем ДЗЗ показывает, что без всесторон-

него оперативного контроля качества материалов космической съемки, получаемых в реальных условиях орбитальной эксплуатации, и парирования возникающих негативных моментов невозможно эффективное решение целевых задач космического наблюдения. К числу основных характеристик и показателей качества данных ДЗЗ, отражающих основные изобразительные и информативные свойства материалов космической съемки обычно относят следующие:

- пространственно-частотные, определяющие способность воспроизведения на снимке объектов местности различного геометрического размера, в том числе в предельном выражении — линейное разрешение на местности;

- радиометрические, связанные с подробностью воспроизведения предъявляемой яркостной картины (сцены) и точностью измерения характеристик ее отдельных элементов, (число уровней квантования на всем панхроматическом диапазоне); радиометрическое разрешение изображения, зависит от числа уровней квантования на всем панхроматическом диапазоне, количества и состава спектральных каналов и определяет возможность ка-

Вмировой отрасли дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в настоящее время разрабатываются и реализуются подходы и стратегии обеспечения качества данных наблюдения Земли, комплекс мероприятий, направленных на подтверждение соответствия и обеспечение данных ДЗЗ необходимыми сертификационными документами по основным параметрам их качества.

Под патронажем Международного комитета по спутникам наблюдения Земли функционирует международная Рабочая группа по калибровке и валидации (WGCV) (www.ceos.org/wgcv). Официальными участниками Рабочей группы по калибровке и валидации являются ведущие космические агентства, в том числе: Национальное управление США по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA),



Рисунок 1 —
Обобщенный алгоритм проведения работ в интересах решения задач валидации

качественного опознавания объектов на снимке и определения их характеристик;

- спектральные, определяющие возможности системы при съемке в различных (в том числе узких) зонах спектра;
- координатно-измерительные, определяющие измерительные (геометрические) свойства материалов наблюдения и точность координатной (географической) привязки отдельных элементов изображения к выбранной системе координат (зависимость между координатами на местности и на изображении).

Представленная совокупность характеристик и показателей качества достаточно полно отражает основные изобразительные и информативные свойства материалов космической съемки, позволяющие формулировать обоснованные требования к калибровке целевой аппаратуры наблюдения и вы-

бору оптимальных режимов ее работы, с достаточной степенью надежности оценивать степень пригодности материалов для решения конкретных целевых задач тематического применения.

Валидация космических данных ДЗЗ

Задачи валидации космической информации, направленных на проверку технических характеристик систем, а также достоверности тематической интерпретации данных ДЗЗ, возникли с начала развития средств космического дистанционного зондирования Земли в связи с неопределенностью результатов интерпретации. В настоящее время эти задачи стали еще более актуальными в связи с расширением сфер использования данных ДЗЗ, увеличением разброса требований их потребителей, изменяющихся в сторону повышения к качеству, точности и другим характеристикам.

Согласно международным нормативным документам по обеспечению качества, любая организация, предоставляющая товары и услуги, должна осуществлять контроль технологических процессов производства и конечного продукта на предмет их соответствия предъявляемым требованиям. Комплекс мероприятий (действий), направленных на достижение и подтверждение того факта, что выходной продукт (услуги) удовлетворяет требованиям качества для конкретного использования или применения, определяется термином «валидация» [1]. Результатом валидации является предоставление объективных доказательств того, что конечный продукт отвечает предъявляемым требованиям и может быть использован в соответствии со своим целевым назначением. В международном стандарте ISO 9000, вали-

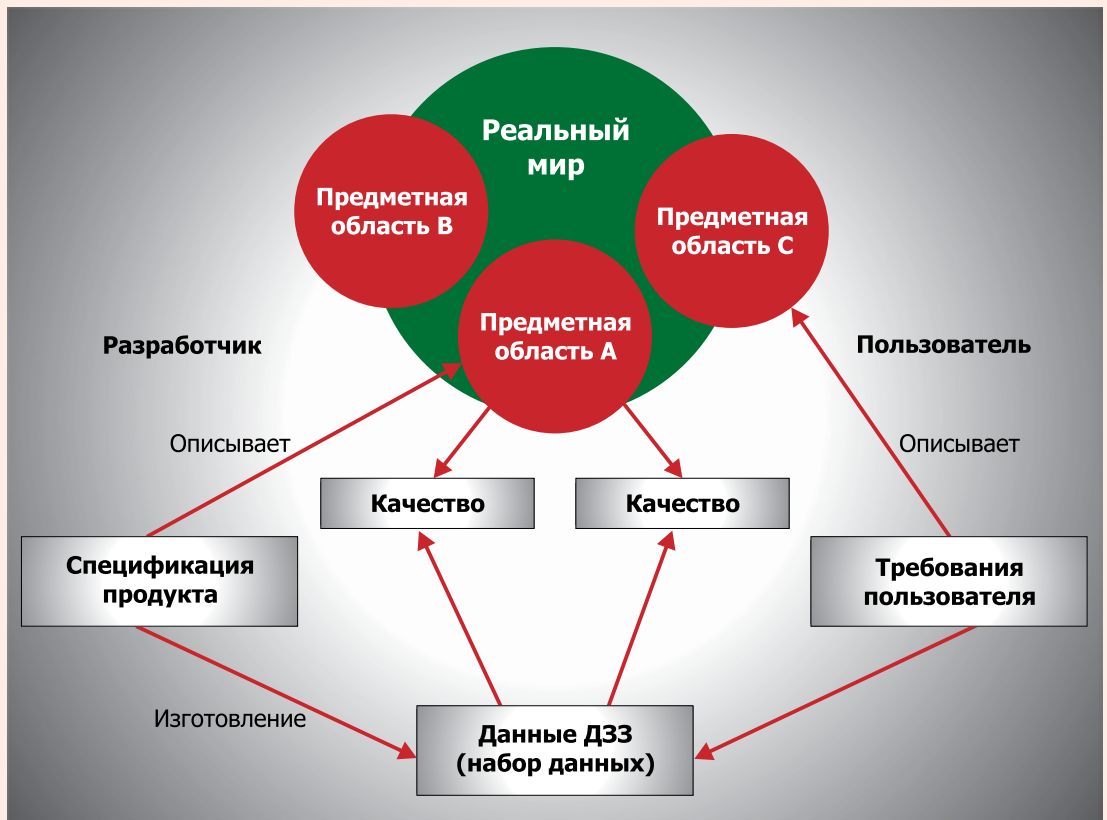


Рисунок 2 —
Общая схема формирования механизма оценки качества данных ДЗЗ

дация определена следующим образом: «Подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены» [1]. Валидация проводится при необходимости возникновения требований, связанных с конкретным применением продукции, выполняется методом анализа заданных условий применения и оценки соответствия характеристик продукции этим требованиям, результатом является вывод о возможности применения продукции для конкретных условий.

Валидация отличается от верификации, которая определяется как подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены, проводится практически всегда, выполняется методом проверки (сличения) характеристик продукции

с заданными требованиями, результатом ее является вывод о соответствии (или несоответствии) продукции [1].

За рубежом валидация имеет первостепенную важность и полномасштабно реализуется во всех космических проектах ДЗЗ. Практика работы операторов космических систем ДЗЗ предусматривает выполнение функций валидации космических комплексов с последующей сертификацией создаваемых информационных продуктов. Достаточно привести хотя бы один пример: в США для спутника «Иконос» проводятся валидационные измерения на более, чем 20 тестовых наземных полигонах, расположенных не только на территории США, но и в других странах [2,3].

Процедура валидации применительно к данным ДЗЗ выполняется путем сравнительного анализа орбитальных данных с метрологически обе-

спеченными данными наземных, воздушных и космических измерений. Обобщенный алгоритм проведения работ по решению задач валидации, предусматривающий проведение совместных космических, наземных и воздушных наблюдений с последующей обработкой полученных результатов, в иллюстративном виде представлен на рисунке 1 [4].

В России в целях повышения эффективности целевого применения действующих и перспективных космических систем ДЗЗ (КС ДЗЗ) за счет улучшения свойств получаемых космических снимков, обеспечения качества продукции ДЗЗ на всех этапах жизненного цикла реализуются организационно-технические мероприятия по разработке и внедрению системы валидации [5].

В рамках реализации задач и функций системы валидации в области ДЗЗ планируется обеспечить [4]:

- выполнение измерений целевой аппаратурой КС ДЗЗ физических величин в соответствии с требованиями законодательства в области обеспечения единства измерений, общепризнанными стандартами с использованием отечественных и международных эталонов;

- выработку единой нормативно-методической базы по наземным испытаниям и калибровке целевой аппаратуры КС ДЗЗ;

- точную настройку и калибровку целевой аппаратуры в условиях орбитальной эксплуатации (с использованием внутренних и внешних эталонов);

- верификацию КС ДЗЗ, то есть проверку соответствия требованиям в нормированных условиях наблюдения (высота съемки, угол крена, освещенность, потери в атмосфере, яркость фона, контраст тест-объекта и др.);

- постоянный контроль стабильности работы основных систем КС ДЗЗ, включая целевую аппаратуру, и парирование возникающих в процессе орбитальной эксплуатации отклонений и процессов деградации;

- достоверное оценивание результатов космической съемки, полученных в реальных условиях эксплуатации, по различным показателям качества (включая контроль пространственно-частотных, спектрометрических и координатно-измерительных характеристик);

- придание КС ДЗЗ статуса измерительных систем и объективное подтверждение точности полученных результатов;

- повышение конкурентоспособности продукции ДЗЗ на внутреннем и международном рынках;

- оценивание степени пригодности полученных ре-

зультатов космической съемки для решения конкретных целевых задач ДЗЗ в интересах потребителей;

- интегрирование российской КС ДЗЗ в международную систему валидации.

В России разработан и принят ряд стандартов в области географических информационных систем [6-18], в которых, в частности, регламентируется [12]:

- что к данным, используемым в ГИС, должны устанавливаться требования к качеству, включающие такие показатели, как: полнота (необходимая достаточность и отсутствие избыточности), точность (позиционная, временная, атрибутивная), достоверность, актуальность, согласованность (соблюдение ограничений на координатные и атрибутивные данные, топологические отношения пространственных объектов);

- что для ГИС, а также ГИС-технологий и данных, используемых при их создании, рекомендуется подтверждение соответствия проведением сертификации.

Также в целях обеспечения качества и соответствия данных ДЗЗ установленным требованиям (стандартов, потребителей) инициировано введение изменений и дополнений в Федеральный закон «О космической деятельности», предусматривающих введение следующих норм:

- 1) введение сертификации и утверждения космического комплекса ДЗЗ в качестве типа средств измерений физических характеристик атмосферы и подстилающей поверхности;

- 2) снабжение данных ДЗЗ результатами верификации и валидации, подтверждающих параметры и возможность их целевого использования;

- 3) создание государственного фонда данных дистанци-

онного зондирования Земли из космоса (фонд данных ДЗЗ) и установление требований к качеству материалов космической съемки, которые могут быть допущены для размещения в нем, к данным и составу документов и сопровождающей информации, предоставляемых потребителям из фонда данных ДЗЗ;

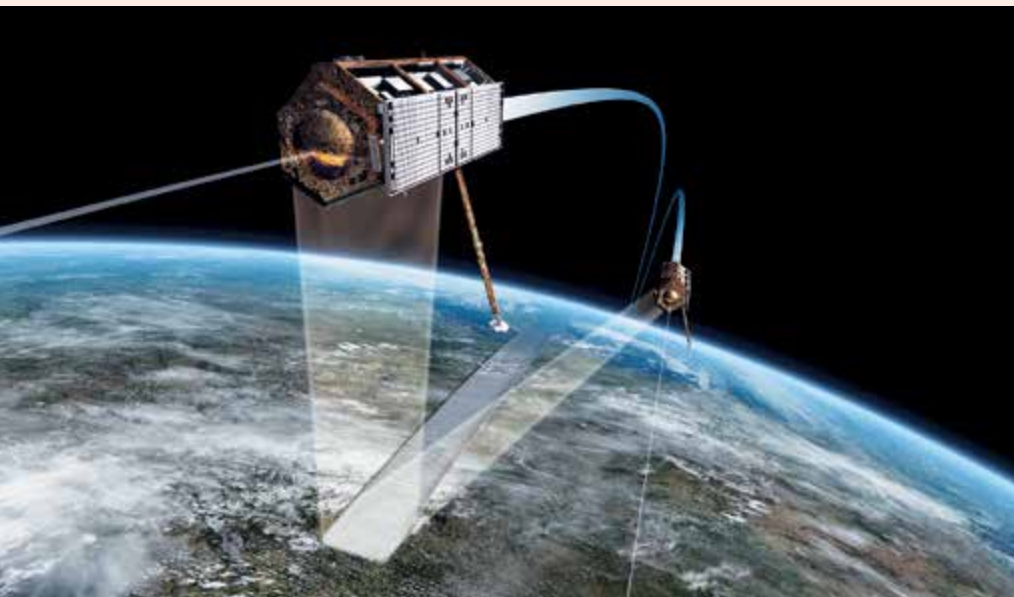
- 4) регламентация таких вопросов как функции оператора, обязательно включающих задачи сбора и представления заказчику демонстрационных материалов, подтверждающих возможность решения целевых задач с помощью предлагаемых данных ДЗЗ;

- 5) регулирование отношений в сфере установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, к выполнению работ и оказанию услуг, а также оценки соответствия в области ДЗЗ;

- 6) введение ответственности оператора за несвоевременную поставку данных или не соответствие их качества требованиям потребителя.

В ФРГ принята (2010) Концепция архитектуры GDI-DE (инфраструктуры простран-





ственных данных Германии), основной целью которой является обеспечение доступности геопространственной информации в цифровом виде из различных источников в различных сферах и на различных уровнях управления [19]. Доступность пространственной информации в цифровом виде рассматривается как ключевая предпосылка создания новых возможностей использования пространственных данных, эффективного управления и взаимодействия в сферах общественного управления, науки и экономики.

Концепция архитектуры GDI-DE является концепцией подготовки пространственных данных для использования в инфраструктуре пространственных данных (ИПД) и описывает связанные с этим процессом технологии, основные функции и применяемые стандарты.

В соответствии с данной концепцией беспрепятственный доступ к пространственным данным и службам будет осуществляться через стандартизированные Интернет-интерфейсы. Для обеспечения возможности ознакомления с доступными данными и сервисами создаются каталоги ме-

таданных. Метаданные позволяют пользователям получать информацию о качестве и происхождении данных и сервисов и оценивать их пригодность для каждого конкретного случая применения. Кроме того, для более широкого применения пространственных данных и служб осуществляется гармонизация технических и семантических требований к ИПД и требований к содержанию, а также четкое определение условий использования.

Архитектура ИПД Германии основана на общепризнанных национальных и международных нормах и стандартах информационной технологии и геоинформатики и требованиях директивы ЕС 2007/2/EG по созданию ИПД Европейского сообщества (INSPIRE) [20, 21]. Цель директивы INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) – улучшить доступность, качество, оптимизировать организационную структуру, увеличить доступность и возможности совместного использования пространственных в различных сферах, на различных уровнях и в различных областях управления. Директива INSPIRE, которая вступила в силу 15.05.2007,

предписывает всем странам-членам ЕС подготовить стандартизированные сервисы поиска, визуализации и использования данных.

INSPIRE определяет спецификации данных и форматы для следующих сфер:

- 1) система геодезических координат;
- 2) пункты геодезических сетей;
- 3) географические названия;
- 4) административные единицы;
- 5) адреса;
- 6) данные по ячейкам сетей деления территории;
- 7) транспортные сети;
- 8) русла рек и водосборные бассейны;
- 9) особо охраняемые территории.

В области создания метаданных, пространственных данных и сервисов в качестве основополагающих норм приняты стандарты ISO серии 191xx, а стандарты OGC (Open Geospatial Consortium) как практические нормы для веб-сервисов в сфере геоинформатики.

Ключевой составляющей ИПД Германии является Национальная база пространственных данных (Nationale Geodatenbasis, NGDB), в которой объединены необходимые для создания электронного правительства в Германии данные. NGDB это база данных, которая содержит все пространственные данные, которые требуются для осуществления законодательно указанных задач, поддержки существующей формы государственного управления, обеспечения экономического развития и проведения научно-исследовательских работ.

Для отбора пространственных данных для включения в NGDB установлены требования по качеству и использованию этих данных. Данные, которые предназначены для включе-

ния в NGDB, должны соответствовать критериям качества, таким, как возможность визуализации, проведения исследований, общая актуальность; для сервисов критериями являются возможность доступа и получения данных.

Для инфраструктуры пространственных данных установлены стандартизованные форматы предоставления пространственных данных и метаданных, так и форматы для различных приложений, в том числе для представления:

- векторных пространственных данных в ИПД (выполняется соответственно требованиям Geographic Markup Language (GML);

- растровых данных (многомерные пространственные данные, состоящие из отдельных информационных элементов (GeoTIFF, HDF-EOS, DTED). Основные сферы применения — фотограмметрия, дистанционное зондирование, тематическая картография или цифровое моделирование рельефа;

- сенсорных данных, описывающих состояние системы на основе единичных или множественных измерений (времени, координат и др.), к которым относятся как ДДЗ, так и метеорологические, гидрологические или инженерно-строительные данные (стандартные форматы для наблюдений и измерений OGC);

- метаданных, описывающих сервисы и наборы данных, необходимых для того, чтобы сделать возможным поиск имеющихся в наличии пространственных данных и подтвердить их пригодность для использования в определенных целях (в соответствии с требованиями ISO 19115, ISO 19119, ISO 19139);

- данных о координатных системах (WGS84 (EPSG 4326), ETRS89 (EPSG 4258)).

В 2009 году германская ассоциация DDGI (Deutsche Dachverband für Geoinformation — <http://www.ddgi.de>) разработала стандарт PAS 1071 (Publicly Available Specification), представляющий собой модель для унифицированного описания геопространственных продуктов [22]. Модель базируется на международных нормах, и при этом учитываются процессы взаимодействия между производителем, поставщиком и пользователем. Посредством этого стандарта провайдеры данных и конечные пользователи могут выполнять стандартизованное описание качества этих данных, проводить сравнительную оценку пригодности геопространственных данных и производных продуктов. Данный стандарт позволяет также стандартизировать требования к качественным показателям геоинформационных услуг.

Британская ГИС-ассоциация (<http://www.agi.org.uk/>) выпустила новую версию стандарта метаданных инфраструктур пространственных данных UK GEMINI, которая приведена в соответствии с требованиями европейской директивы INSPIRE и стандарта ISO 19115/19139 [23].

Необходимость оценки и подтверждения соответствия в области ДЗЗ пока слабо ощущается в нашей стране из-за весьма небольшого и нерегулярного объема космических данных, которые используются для систематического решения прикладных задач. С созданием полноценной и непрерывно функционирующей казахстанской космической системы ДЗЗ становятся актуальными вопросы поддержания стабильного качества отечественных космических данных и продуктов ДЗЗ, их оценки и подтверждения соответствия требованиям точности и качества. ■

Литература:

1. ISO 9000:2005. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
2. Dial, G., Grodecki, J. «Block Adjustment with Rational Polynomial Camera Models.» Proceedings of ASPRS 2002 Conferences, Washington, DC.- April 22-26.- 2002.
3. Адров В.Н., Карионов Ю.И., Титаров П.С., Харитонов В.Г., Громов М.О. «Определение точностных характеристик снимков QuickBird» – V Международный семинар пользователей системы PHOTOMOD, Юрмала, 13-16 сентября 2005 г.
4. Селин В., Бочарников А. Тихоньчев В. Валидация космических систем наблюдения Земли// Аэрокосмический курьер. — 2011. — № 6
5. Концепция развития российской системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 года.
6. ГОСТ Р 52438-2005 Географические информационные системы. Термины и определения.
7. ГОСТ Р 52439-2005 Модели местности цифровые. Каталог объектов местности. Требования к составу.
8. ГОСТ Р 52440-2005 Модели местности цифровые. Общие требования.
9. ГОСТ Р 52055-2003 Геоинформационное картографирование. Пространственные модели местности. Общие требования.
10. ГОСТ Р 50828-95 Геоинформационное картографирование. Пространственные данные, цифровые и электронные карты. Общие требования.
11. ГОСТ Р 51353-99 Геоинформационное картографирование. Метаданные электронных карт. Состав и содержание.
12. ГОСТ Р 52155-2003 Географические информационные системы федеральные, региональные, муниципальные. Общие технические требования.
13. ГОСТ Р ИСО 19105-2003 Географическая информация. Соответствие и тестирование.
14. ГОСТ Р ИСО 19113-2003 Географическая информация. Принципы оценки качества.
15. ГОСТ Р 51605-2000 Карты цифровые топографические. Общие требования.
16. ГОСТ Р 51606-2000 Карты цифровые топографические. Система классификации и кодирования цифровой картографической информации. Общие требования.
17. ГОСТ Р 51607-2000 Карты цифровые топографические. Правила цифрового описания картографической информации. Общие требования.
18. ГОСТ Р 51608-2000 Карты цифровые топографические. Требования к качеству.
19. Концепция архитектуры инфраструктуры пространственных данных Германии (2010).- <http://www.gdi-de.org>.
20. Директива 2007/2/EG Европейского парламента и совета от 14 марта 2007 г. о создании инфраструктуры пространственных данных Европейского сообщества (INSPIRE), ведомственный листок Европейского Союза, ISSN 1725-2539 L 108 50, издание от 25 апреля 2007 г. — <http://eur-lex.europa.eu/JOHtmL.do?uri=OJ:L:2007:108:SOM:DE:HTML>.
21. <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/2>.
22. http://www.geobranchen.de/index.php?random=952920&random=908226&&option=com_geonews&page=details&id=3962
23. <http://www.vector1media.com/top-stories/corporate-news/updated-version-of-uk-gemini-available-for-comment/>.

Режимы экспортного контроля и их возможное влияние на развитие космической отрасли Казахстана на примере конструкционных материалов и двигательных систем

Ж.Ш. ЖАНТАЕВ,

АО «НЦКИТ»

М.Б. ИСМАИЛОВ

ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «НЦКИТ»



Известно, что космические технологии аккумулируют в себе самые передовые научно-технические достижения, которые также применимы в создании и производстве вооружений. С этих позиций технологии по производству космической техники и ее элементов относят к технологиям двойного назначения. Развитие отечественной промышленности по производству космической техники предполагается как посредством развития от-

ечественных технологий, так и их трансферт из успешных в этом отношении стран мира. Рассмотрим возможные пределы свободного (разрешенного) импорта товаров, оборудования и трансферта технологий на примерах конструкционных материалов и двигательных систем космических аппаратов.

Известно также, что на технологии двойного назначения существуют режимы нераспространения — международные и национальные. Существуют 10 международных

режимов экспортного контроля (нераспространения), три из которых могут влиять на трансферт технологий в области космической техники:

1) **Вассенаарские договоренности** — 1995 г., обеспечивают контроль над экспортом товаров и технологий двойного назначения и обычных вооружений [1],

2) **Режим контроля за ракетной технологией (РКРТ)** — 1987 г., обеспечивает ограничение распространению ракетной техники, а также товаров и технологий, использующихся при создании ракетного оружия [2,3],

3) **Комитет Цангера. Группа ядерных поставщиков (ГЯП)** — 1974, 1976 г.г., обеспечивает контроль за экспортом ядерных материалов, оборудования, специальных неядерных материалов и соответствующих технологий [4].

Считается, что перечисленные международные соглашения функционируют на основе запретов на поставки в третьи страны, а также обмена информации между партнерами — странами участниками (членами) организаций. На сегодняшний день Казахстан является участником только организации ГЯП, но не является членом Вассенаарских договоренностей и РКРТ — главных ограничителей трансферта кос-

мических технологий, ввиду этого не может рассчитывать на свободный импорт товаров, оборудования и трансферт технологий из списков нераспространения.

Обратимся к спискам товаров (оборудования, технологий) двойного назначения, на которые действует режим нераспространения.

Вассенаарские договоренности

Материалы

- высокомодульные, высокопрочные композиты (углепластики, боро-пластики, стеклопластики и др.) и изделия из них, волокна и нити (углеродные, бора и др.), препреги, оборудование для их изготовления; композиты с керамической матрицей и соответствующие прокурсоры; композиты керамика-керамика;

- программное обеспечение для конструирования композитов;

- алюминиевые сплавы с пределом прочности равно или выше 415 МПа;

- магниевые сплавы с пределом прочности равно или выше 345 МПа;

- титановые сплавы с пределом прочности равно или выше 900 МПа;

- мартенситостареющая сталь;

- отдельные сплавы вольфрама, молибдена, бериллия;

- винилиденфториды, фторэластомеры, полиимиды;

- технологии и оборудование для диффузионной сварки, сверхпластичной формовки, гидравлического прессования;

- жаропрочные и тугоплавкие сплавы и их технологии (определенные сорта);

- технологии и оборудование для получения покрытий: осаждением из паровой фазы, твердофазным диффузионным насыщением, плазменным на-



пылением, нанесением шликера;

- материалы для поглощения электромагнитных волн, полимеры, обладающие проводимостью;

- алюминиды никеля, титана (специальные сорта);

- никелевые, ниобиевые, титановые сплавы (специальные сорта);

- порошки легированных алюминиевых, магниевых, никелевых, ниобиевых сплавов;

- высокоэффективные магнитные металлические материалы;

- сверхпроводники;

Двигательные системы

- жидкие, твердые, гибридные ракетные двигатели и их составные части: сопла, баки, турбонасосы, газогенераторы.



- мартенситостареющие стали;

- легированная титаном дуплексная нержавеющая сталь;

- сплавы вольфрама, молибдена;

- теплозащита из керамических и абляционных материалов, теплоизоляция для возвращаемых космических аппаратов;

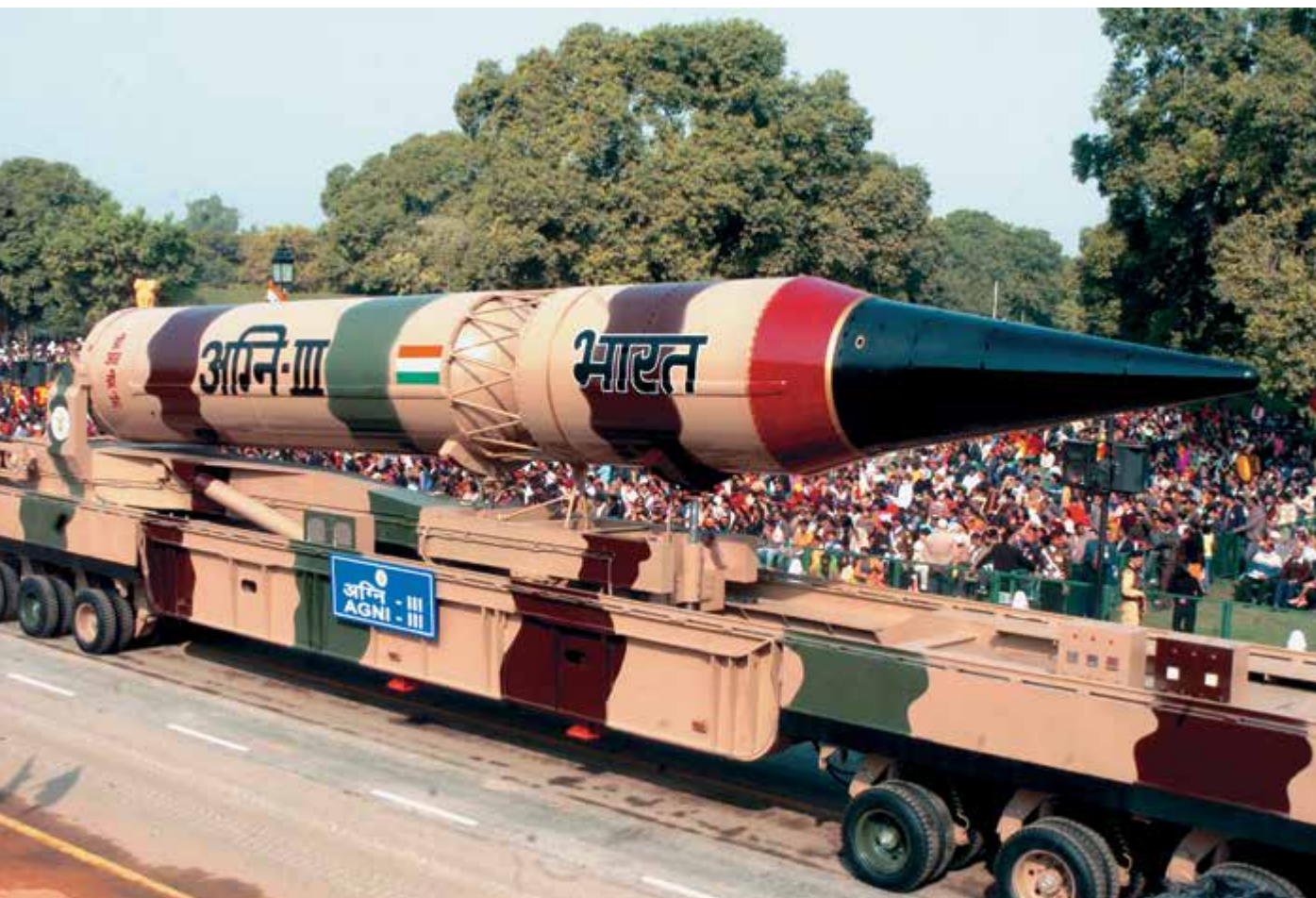
- порошки вольфрама, молибдена и их сплавов;

- стелс-технологии, материалы.

Список РКРТ:

Материалы

- композиционные материалы (и их элементы) со свойствами лучшими металлов и других материалов, испытательное и производственное оборудование, технологии;



Двигательные системы

- твердотопливные и жидкостные ракетные двигатели (включая двигатели космических аппаратов) и их элементы;

- жидкие и твердые ракетные топлива, технологии их изготовления;

- тонкодисперсные порошки алюминия, циркония, бора, магния, бериллия;

- исследовательское, испытательное и производственное оборудование для двигателей и топлив.

Список ГЯП

Материалы

- высокопрочные и высокомодульные композиты и изделия из них;

- алюминиевые сплавы с пределом прочности равно или более 460 МПа;

- титановые сплавы с прочностью равно или более 900 МПа;

- вольфрам и его сплавы, карбид вольфрама;

- цирконий с содержанием гафния;

- бериллий и его сплавы;

- высокочистый висмут, кальций, магний;

- мартенситостареющая сталь;

- гафний в виде металла, сплава и изделия из них.

Обратимся к основным конструкционным материалам, используемым для производства космических аппаратов, их перечень приведен в работе [8]:

- алюминиевые сплавы Д16 АТ (предел прочности — 440 МПа), В95 (520 МПа), В96 (670 МПа); сплавы легированные литием 1420 (450 МПа) и 1460 (более 450 МПа);

новые сплавы, легированные скандием, иттрием, бериллием (более 450 МПа), сплавы на основе металлургии гранул (700 МПа), наноструктурированный сплав алюминия (более 700 МПа). Как видим, весь перечень подпадает под экспортный контроль по Вассенаарскому списку;

- высокопрочные и высокомодульные углепластики аэрокосмического назначения подпадают под списки Вассенаарский, РКРТ, ГЯП;

- магниевые сплавы (имеют прочность до 400 МПа), с прочностью равно или более 345 МПа подпадают под Вассенаарский список,

- титановые сплавы (имеют прочность до 1600 МПа), с прочностью равно или более 900 МПа — списки Вассенаарский и ГЯП;



- жаропрочные сплавы вольфрама, молибдена, бериллия, композиты для элементов двигательной установки – списки Вассенаарский и РКРТ.

- мартенситостареющая сталь — списки Вассенаарский, РКРТ, ГЯП.

Таким образом, основные конструкционные материалы, используемые для производства космических аппаратов, подлежат экспортному контролю и не могут быть свободно приобретены на международном рынке. Технологии производств этих материалов также закрыты.

Обратимся к двигательным установкам для КА. Экспортный контроль, согласно спискам Вассенаарскому и РКРТ, существует не только на двигатели для КА, но и на их элементы, а также на иссле-

довательское, испытательное, технологическое оборудование по разработке технологий и производству.

Обратимся к национальным документам по нераспространению. В России действует закон от 18 июля 1999 г. № 183-ФЗ «Об экспортном контроле (с изменениями и дополнениями)». Под действие данного Закона подпадают шесть списков, утверждаемых указами президента России, три из них имеют отношение к созданию космической техники:

1) Список оборудования, материалов и технологий, которые могут быть использованы при создании ракетного оружия и в отношении которых установлен экспортный контроль (утвержден Указом Президента РФ от 8 августа 2001 г., № 1005) [5].

2) Список оборудования и материалов двойного назначения и соответствующих технологий, применяемых в ядерных целях, в отношении которых существует экспортный контроль (утвержден Указом Президента РФ от 21 февраля 1996 г., № 228) [6].

3) Список товаров и технологий двойного назначения, которые могут быть использованы при создании вооружений и военной техники и в отношении которых осуществляется экспортный контроль (утвержден Указом Президента РФ от 17 декабря 2011 г., № 1661) [7].

Списки 1)-3) практически повторяют международные соглашения, оставаясь чуть шире по номенклатуре.

В Казахстане, действует Постановление Правительства Республики Казахстан от 05



февраля 2008 года № 104 «Об утверждении номенклатуры (списка) продукции, подлежащей экспортному контролю (с дополнениями от 15.04.2011 г.)» — данный документ разработан на основе Вассенаарских и ГЯП списков.

Очевидно, что международные (и национальные) документы по нераспространению являются чрезвычайно серьезным барьером на пути трансфера технологий по космической технике для стран не членов этих соглашений. Эти же соглашения запрещают публикации научных и технологических исследований по предмету экспортного контроля. Сказанное имеет отношение практически ко всему перечню высококачественных конструкционных материалов для ракетно-космической техники (включая космические аппараты). Для Казахстана этот вывод чрезвычайно важен, так как он не имеет своего производства материалов, тем более — двигателей.

Нами проведен мониторинг международного рынка на предмет возможного приобретения:

1) новых алюминиевых сплавов, легированных литием и скандием,

2) двигательных установок малой тяги для космических аппаратов, исследовательских стендов для отработки технологий их проектирования и производства.

Осуществлены запросы по этим товарам у производителей аналогичной продукции в России, Европе, США. Получить информацию не удалось. Причину мы видим в международных и национальных документах по нераспространению.

Документы по нераспространению в принципе допускают выдачу лицензий компаниям-производителям на экспорт в третьи страны (не членов соглашений), однако эта операция сопряжена с большими трудностями в преодолении формальных процедур и организации контроля

у покупателя за ходом применения импортированного товара или технологии.

Документы по нераспространению, прежде всего Вассенаарские и РКРТ, кроме материалов и двигателей, также содержат разделы по электронике, вычислительной технике, телекоммуникациям, защите информации, датчикам и лазерам, системам управления, испытательному и производственному оборудованию. Таким образом, ограничения на трансферт технологий по космической технике носят системный характер и их учет обязателен не только при создании космической, но и военно-технической, авиационной инфраструктур Казахстана.

Выводы и рекомендации

1. Наиболее фундаментальная отрасль космической техники — конструкционные материалы, в большинстве своем, подпадают под международные соглашения (Вассенаарские и РКРТ) по экспортному контролю. Результаты научно-исследовательских и технологических исследований по этой тематике считаются конфиденциальными. Импорт наиболее передовых конструкционных материалов для отечественного производства корпуса и отдельных комплектующих космических аппаратов может быть предметом серьезных затруднений.

2. Для успешного развития космической промышленности Казахстана необходимо создание отечественных технологий по производству высококачественных конструкционных материалов двойного назначения. В соответствии с духом международных соглашений по нераспространению, эти работы должны быть конфиденциальными. Созданные технологии позволят производить конкурентоспособные варианты материалов и для общего



машиностроения, а также ориентированные на экспорт.

3. Учитывая государственную значимость технологий конструкционных материалов двойного назначения целесообразно открыть в МОН РК научно-целевую программу «Конструкционные материалы двойного назначения».

4. Рекомендуем проекты по научно-целевой программе «Конструкционные материалы двойного назначения» не направлять на зарубежные экспертизы (аналогично проектам военной тематики), экспертизы осуществлять отечественными экспертами.

5. Считаем целесообразным рекомендовать проведение аналогичного анализа и по другим аспектам производства космических аппаратов.

6. Считаем актуальным постановку вопроса о вхождении Казахстана в Вассенаарские и РКРТ соглашения. Членство в этих организациях существенно облегчит трансферт технологий двойного назначения. ■

Литература

1. Wassenaar Arrangement on Export Controls for Conventional Arms and Dual-Use Controls and Technologies — <http://www.wassenaar.org>.
2. Missile Technology Control Regime (M.T.C.R.) — <http://www.armscontrol.org/documents/mtcr>.
3. Руководство к приложению по режиму контроля за ракетными технологиями (РКРТ)-2010, — http://www.mtcr.info/english/MTCR_Annex_Handbook_RUS.pdf.
4. Nuclear Suppliers Group (NSG) – <http://www.nuclearsuppliersgroup.org/>.
5. <http://www.information.ru/rus/inter/uk/1005-uk.txt>.
6. <http://www.informatom.ru/rus/inter/uk/228-uk.txt>.
7. <http://www.infotecs.ru/laws/detail.php?ID=1637>
8. Исмаилов М.Б. Анализ применения конструкционных материалов для космических аппаратов — В кн.: «Прикладные космические исследования в Казахстане», Алматы, Национальное космическое агентство, АО «НЦКИТ», 2010, с.237-245.

Ракетно-космическая деятельность и здоровье населения

Ж. ЖУБАТОВ

Генеральный директор РГП «НИЦ «Фарыш-Экология», д.т.н;

А.П. ПОЗДНЯКОВА д.м.н.;

В.А. КОЗЛОВСКИЙ д.м.н., профессор;

Г.К. АШИРБЕКОВ д.м.н.

РГП «НИЦ «Фарыш-Экология» НКА РК, г. Алматы

Охрана здоровья населения, обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия являются принципами государственной политики нашей страны в области здравоохранения [1]. Среди причин, негативно влияющих на состояние здоровья населения, немаловажное значение имеет ухудшение качества окружающей среды, которое зависит в значительной степени от воздействия антропогенных факторов. Одним из них является ракетно-космическая техника, которая влияет на окружающую природную среду не только в районах функционирования космодромов, но и на все геосферы Земли [2].

В связи с вышеизложенным к числу актуальных проблем для Республики Казахстан отнесено обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности (РКД), т.е. «состояние защищенности жизненно важных интересов и прав личности, общества и государства от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду» [3]. Это значимо для нашей страны, где длительное время эксплуатируется космодром «Байконур»,



расположенный в центре Евразии, из года в год увеличивается частота пусков тяжелого класса РН, работающих на токсичном топливе.

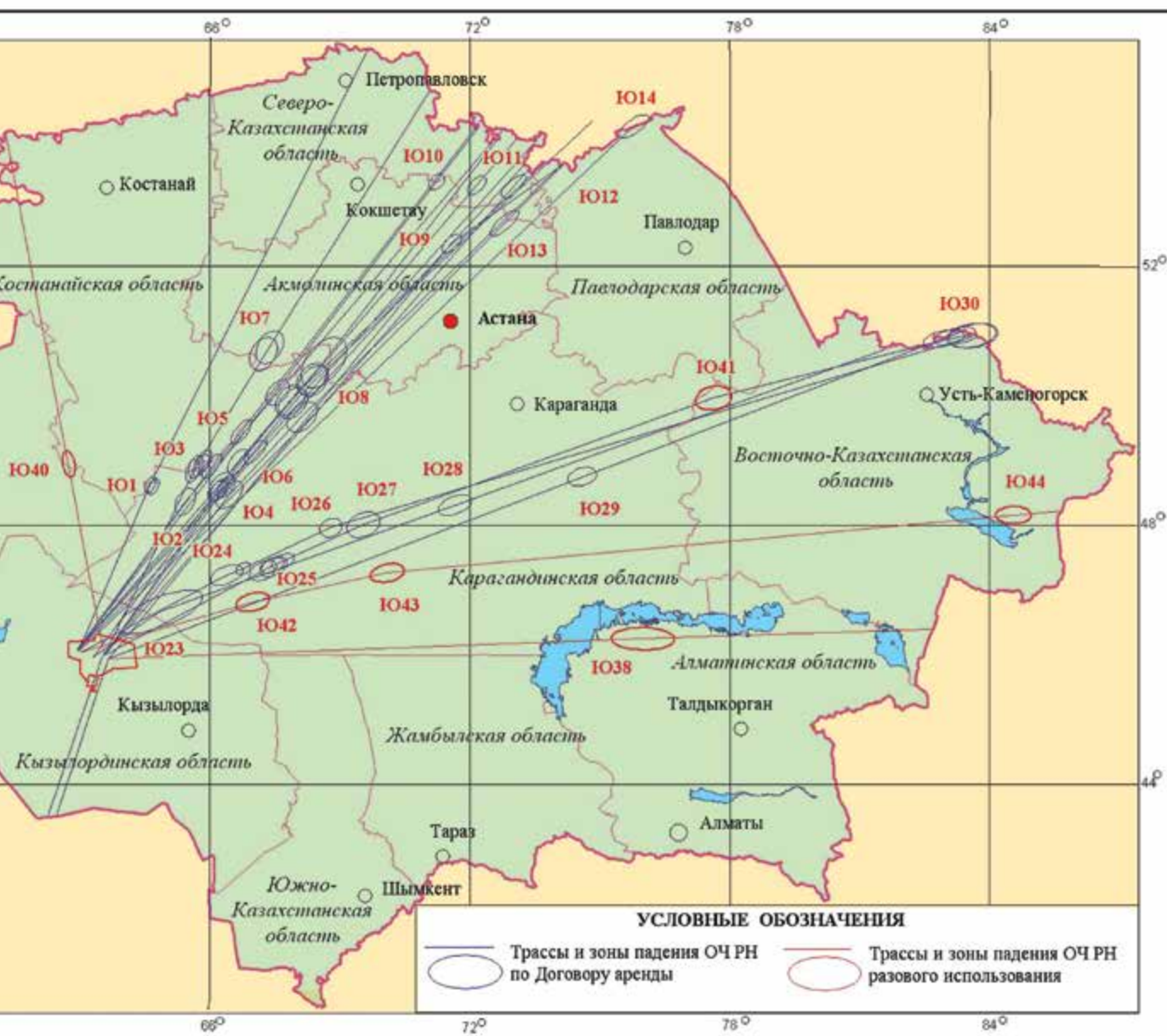
Договор аренды комплекса «Байконур» Российской Федерацией (1994 г.) и последующие межправительственные соглашения Казахстана и России заложили основы совместной деятельности в области обеспечения экологической безопасности и охраны здоровья населения, совершенствования методологических подходов к

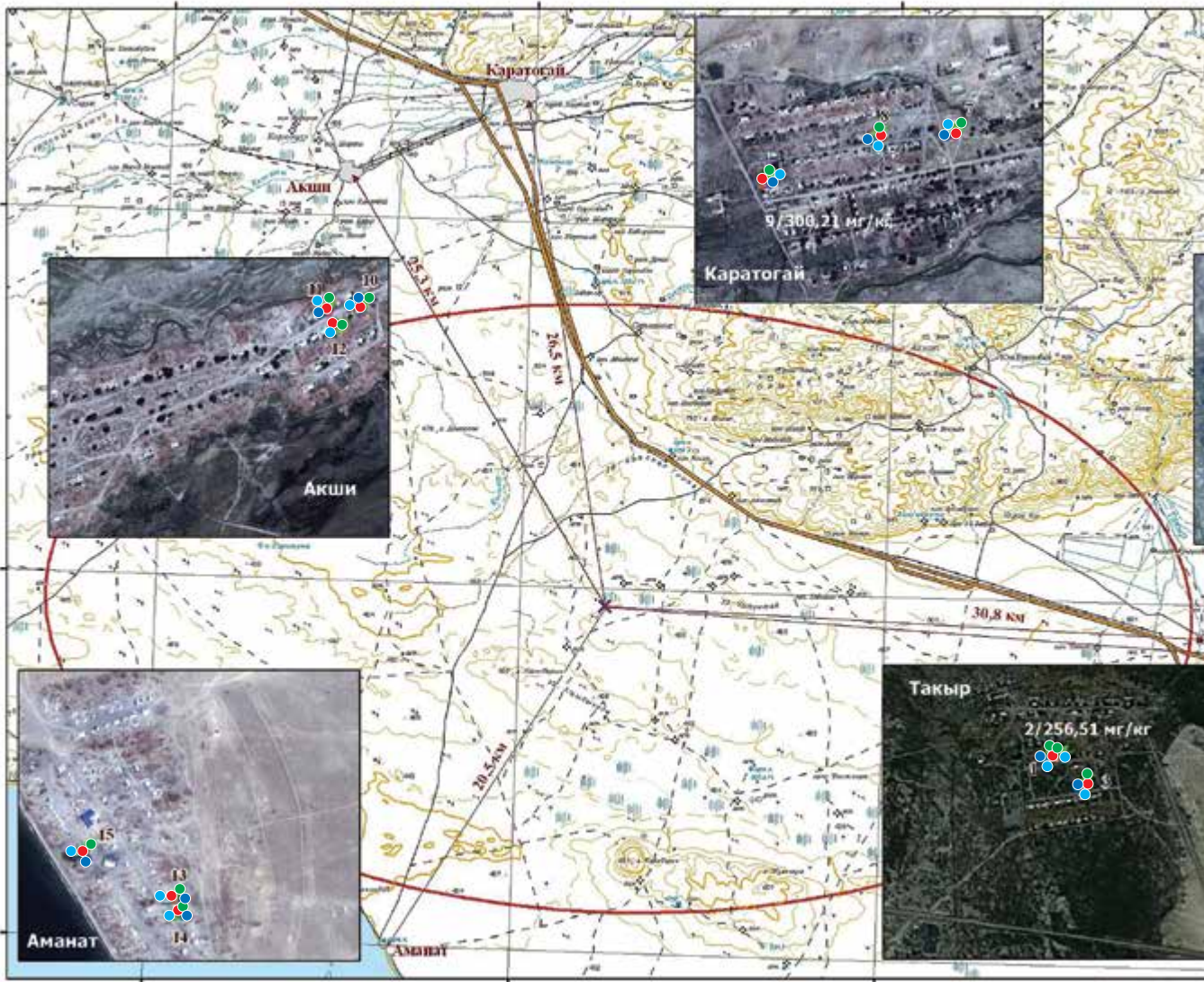
оценке риска и нормированию воздействия РКД.

На протяжении более десяти лет этими вопросами занимается РГП «НИЦ «Гарыш-Экология» НКА РК, созданное решением Правительства РК после двух аварий РН «Протон» в 1999 г в Карагандинской области. К работе привлекаются специалисты более 10 ведущих научно-исследовательских учреждений Казахстана и России.

Основными направлениями научно-исследовательских работ являются:

- разработка нормативно-методологического обеспечения программ изучения воздействия пусков ракет космического назначения с космодрома «Байконур» на состояние здоровья населения;
- комплексная характеристика и мониторинг качества среды обитания в населенных пунктах, прилегающих к объектам космодрома;
- оценка и мониторинг состояния здоровья населения районов, подверженных воздействию космодрома «Байко-





Условные обозначения

На врезках

- Точки отбора проб почвы
- Точки отбора проб воды
- Точки отбора проб растительности
- Точки отбора проб атмосферного воздуха

- Контур РП №320
- ✕ Центр РП №320

9/300,21 мг/кг 9 — шифр проб; 300,21 мг/кг — концентрация нитрат-ионов в почве до пуска

Отбор проб объектов среды обитания проводился до и после пуска в одних и тех же точках

нур», и определение возможной взаимосвязи с факторами его деятельности;

- разработка комплекса санитарно-эпидемиологических, лечебно-профилактических и реабилитационных мероприятий по улучшению качества среды обитания и здоровья населения обследуемых районов.

Разработка нормативно-методологического обеспечения начата с ПДК на компоненты жидких ракетных топлив и их производные — главного критерия управления качеством окружающей среды. За прошедшие годы в результате проведенных работ научно

обоснованы ПДК для нитрозодиметиламина, тетраметилтетразена, диметиламина, диметилформамида, метилтриазола, керосина Т-1 в почве; допустимая суточная доза НДМГ при комплексном поступлении его в организм человека; аварийные пределы воздействий по НДМГ для защиты временем ликвидаторов аварий и населения [4].

При штатном режиме ракетно-космической деятельности РГП «НИЦ «Гарыш-Экология» НКА РК совместно с предприятиями Роскосмоса проводит экологическое сопровождение пусков РН, а также контролирует среду обитания и



состояние здоровья населения в населенных пунктах, прилегающих к объектам космодрома «Байконур».

Экологическое сопровождение пусков ракет является основой экологической безопасности РКД. Его главной задачей является выяснение степени загрязнения компонентами ракетного топлива и продуктами их трансформации воздуха, природных вод, почвы (снега), растений в местах приземления отделяющихся частей РН и детоксикация выявленных загрязненных ракетным топливом участков. Кроме того, контролируется до и после пуска РКН состоя-

ние объектов среды обитания в населенных пунктах, прилегающих к РП ОЧ РН и позиционному району, на присутствие в них несимметричного диметилгидразина (НДМГ), оксидов азота и продуктов их трансформации. Выборочно на подтрассовых территориях в Акмолинской, Актюбинской, Карагандинской областях в атмосферном воздухе и почве исследовали содержание НДМГ/углеводородов (в зависимости от заправленного в РН ракетного топлива), оксидов азота, формальдегида. Проводили измерения в населенных пунктах уровня инфразвука в момент пролета РН «Протон» и «Союз» и приземления ОЧ РН.

Из объектов космодрома «Байконур» особую зону экологического риска представляют районы падения отделяющихся частей ракет-носителей (ОЧ РН) [5]. В результате приземления ОЧ РН происходит химическое загрязнение атмосферы, почвы, поверхностных и подземных вод, растительного мира компонентами ракетного топлива (КРТ), продуктами их сгорания и химической трансформации, опасное для биосферы, включая животных и человека. В связи с этим немаловажным вопросом является мониторинг состояния объектов окружающей среды и состояния здоровья населения на прилегающих территориях.

На протяжении свыше десяти лет сотрудники отдела медицинских программ совместно со специалистами ГНЦ Института биофизики, ЦЭНКИ (Россия) периодически апробировали атмосферный воздух, почвенные образцы как поверхностного, так и глубоких слоев, питьевой воды, растений, овощей с приусадебных участков и биоматериалов (молоко, мышечная ткань домашних животных) на содержание КРТ и продуктов их трансфор-

мации в районах проживания людей (в крестьянских хозяйствах и ближайших к РП ОЧ РН населенных пунктах).

Кроме контроля санитарно-эпидемиологической обстановки в районах воздействия ракетно-космической деятельности большое внимание уделялось оценке состояния здоровья проживающего здесь населения. Она складывалась из анализа:

- данных официальной статистики о медико-демографической ситуации и первичной заболеваемости на территориях, где проживает около 400 000 человек;
- материалов 17 500 скрининговых и свыше 7500 углубленных медицинских осмотров с использованием клинико-функциональных, инструментальных, биохимических, иммунологических, генетических методов, изучения функционального состояния регуляторных систем;
- данных медико-социологических опросов около 700 респондентов.

Это позволило выявить приоритетную патологию для жителей обследованных населенных пунктов, установить закономерности динамики заболеваемости и уловить изменения в структуре патологии, прогнозировать ситуацию на ближайшую перспективу.

Как в любой техногенной деятельности, в космической также присутствуют риски, связанные с авариями. Мировой опыт показывает, что в 7% пусков РКН случаются нештатные ситуации. Наибольшую медико-экологическую опасность представляют аварии с большими проливами компонентов токсических ракетных топлив, в частности, несимметричного диметилгидразина и тетраоксида азота.

Так, в Карагандинской области, начиная с 1999 г., про-



изошли 3 аварийных падения РН «Протон»: в 1999 году в Каркаралинском и Жанааркинском, в 2007 г. — в Улытауском районах. Кроме того, 27 июля 2006 года случилась авария МБР РС-20 в Кармакшынской районе Кызылординской области. После каждой из аварий сразу же были созданы правительственные комиссии Республики Казахстан и Российской Федерации по расследованию причин и оценке последствий аварийных пусков РН, в соответствии со статьей 132 Экологического кодекса Республики Казахстан, обязывающей проведение мониторинга воздействия после аварийных эмиссий в окружающую среду; Кодекса Республики Казахстан «О здоровье народа и системе здравоохранения», предусматривающего проведение санитарно-эпидемиологического мониторинга для определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и факторами среды обитания.

Алгоритм действий в аварийных ситуациях включал:

Во-первых, создание медико-санитарной группы для координации действия медицинских служб, формирования санитарно-эпидемиологической группы и группы медицинских осмотров.

Во-вторых, поиск мест дислокации крестьянских хозяйств, находящихся в зоне аварийного падения (зимовки, летовки и т.д.).

Во-третьих, обследование качества среды обитания на зимовках, попавших в зону аварии, и в населенных пунктах на прилегающих территориях в радиусе 40-45 км. Отобраны сотни проб почвы, воды, растений на содержание компонентов ракетного топлива и продуктов их трансформации, проанализированных в аккредитованных специализированных казахстанских и российских лабораториях с использованием современных методов химического анализа.

В-четвертых, казахстан-

скими и российскими специалистами проведено обследование состояния здоровья личного состава формирований, принимавших участие в поиске фрагментов и ликвидации чрезвычайной ситуации, жителей близлежащих к району аварии зимовок, населенных пунктов.

Осмотрены домашние животные, выпасавшиеся на участках возможного загрязнения КРТ в результате аварии.

В-пятых, проанализированы записи в журналах регистрации амбулаторного приема пациентов, амбулаторных медицинских картах, результаты осмотров пациентов и уточненные данные КГП «Медико-аналитических центров» об обратившихся за медицинской помощью в лечебные учреждения в течение ближайшего времени.

В-шестых, принято согласованное решение о проведении в течение последующих трех лет экологического и санитарно-гигиенического мониторинга в районе аварии под руководством совместного научно-технического совета в соответствии с утвержденной уполномоченными органами Республики Казахстан и Российской Федерации Программой.

В соответствии с разработанными и утвержденными Программами по авариям РКН 2006 г. и 2007 г. и Республиканской бюджетной программой 002 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности» в годы после аварий (2007-2012 гг.) осуществлен санитарно-эпидемиологический мониторинг состояния объектов среды обитания на зимовках в районе падения РКН и населенных пунктах на прилегающих территориях: регулярно отбирали пробы воздуха, почвы, питьевой воды и растений на присутствие компонентов ра-

кетного топлива и продуктов его трансформации.

Многoletние наблюдения за состоянием здоровья населения включали изучение медико-демографической ситуации, заболеваемости по данным официальной медицинской статистики и углубленных медицинских осмотров с использованием клинико-функциональных, инструментальных, биохимических, иммунологических, генетических методов.

Констатировано, что в населенных пунктах, расположенных на территориях, прилегающих к объектам космодрома «Байконур», и вблизи от мест аварийных падений РКН, загрязнения среды обитания компонентами ракетного топлива не обнаружено. Превышений ПДУ для инфразвука не зафиксировано.

Произошло увеличение числа обращений населения за медицинской помощью в поставарийный период. Чаще всего жаловались на чувство страха и тревоги, возникновение головной боли, болей в области сердца, обострение ранее имевшихся хронических заболеваний. Проведены выборочные осмотры населения. Диагнозов, характерных для поражения компонентами ракетных топлив, не поставлено. Высказано предположение о роли психоэмоциональной стрессовой реакции людей на аварийную ситуацию, что заставляло их обращаться за помощью в медицинские учреждения. Затем показатели заболеваемости начинали постепенно снижаться и приходили к исходному уровню через 4-5 лет.

Согласно результатам социологического исследования, свыше 70% обследованных жителей считают, что пуски РН отрицательно влияют на состояние их здоровья. Иными словами, имеется неадекватная реакция населения на косми-

ческую деятельность и необходима психологическая и психотерапевтическая помощь не только в момент аварий, но и при штатных пусках ракет-носителей. Однако, до настоящего времени отсутствовало научно обоснованные подходы к решению вопроса по оценке значимости психоэмоционального фактора в общем комплексе воздействующих на здоровье людей причин; к проведению психологической реабилитации жителей населенных пунктов в районе аварии ракет космического назначения и на сопредельных территориях.

Накопленный опыт исследований позволил нам:

- обосновать основные положения технологии экологического и медицинского мониторинга объектов космодрома «Байконур» и сопредельных территорий с применением ГИС-технологий;

- разработать нормативно-методические документы по снижению негативных воздействий ракетно-космической деятельности комплекса «Байконур» на окружающую среду и здоровье населения Республики Казахстан; проведению социально-гигиенического мониторинга населенных пунктов, прилегающих к территориям, подверженным воздействию космодрома «Байконур», и улучшению здоровья населения; по порядку и объему медицинских исследований в районах аварийного падения ракет-носителей.

Вышеуказанные рекомендации вместе с отчетами по проведенным научно-исследовательским работам переданы органам управления, охраны окружающей среды и здравоохранения, местным органам здравоохранения для обеспечения необходимой информацией при принятии адекватных управленческих решений.

Разъяснительная работа в



области медико-экологической безопасности космической деятельности ведется в средствах массовой информации путем проведения научных семинаров, конференций и публикаций в научной печати. ■

Литература:

1. Кодекс Республики Казахстан от 18 сентября 2009 года «О здоровье народа и системе здравоохранения».
2. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду// Справочное пособие / Под ред. В.В. Адушкина, С.И. Козлова, А.В. Петрова. — М.: Изд-во «Анкил», 2000. — 639 с.
3. Экологический кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года.
4. Жубатов Ж., Товасаров А., Козловский В., Алексеева Д.С., Бисариева Ш., Позднякова А., Гусарова Н. Экологическая безопасность деятельности космодрома «Байконур». — Алматы, 2011.- С.245-252.
5. Жубатов Ж. Система критериев экологической устойчивости территории Республики Казахстан к воздействию ракетно-космической деятельности. — Алматы, 2008. — 144 с.

Итоги запусков спутников съемки Земли в 2012 году: наступление Китая и возрождение Франции

А.А. КУЧЕЙКО

Заместитель генерального директора ИТЦ «СКАНЭКС», к.т.н,
119021, г. Москва, ул. Россолимо, д. 5/22, стр. 1,
www.scanex.ru,
e-mail: kucheiko@scanex.ru



Ключевые слова: запуск спутника, дистанционное зондирование Земли, спутники ДЗЗ, ракета-носитель, видовая разведка.

Аннотация: По общему числу запусков спутников с аппаратурой съемки Земли результаты 2012 г. (24 КА) оказались рекордными за последние 12 лет. В 2000 — 2007 гг. темп запусков спутников ДЗЗ составлял в среднем по 10–19 спутников, в 2008 — 21, в 2009 — 22, в 2010 — 14 и в 2011 — 23 КА. Всего в конце 2012 г. 32 страны и организации являлись операторами примерно 170 КА с аппаратурой съемки Земли, включая метеоспутники.

В 2012 г. на орбиты вокруг Земли запущены 24 гражданских, коммерческих и военных космических аппарата (КА) съемки Земли (табл. 1), принадлежащих 13 странам и организациям.

Бесспорным лидером по числу запущенных национальных КА дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в четвертый раз с 2007 г. становится Китай (8 спутников), с большим отрывом опередивший Россию (3 КА), Францию (2 КА), метеорологическую организацию Eumetsat (2 метеоспутника) и еще 9 стран, запустивших по одному спутнику. За прошедшие годы лидерство Китая по годовым темпам запусков КА ДЗЗ оспаривали лишь США (2009) и Германия (2008).

Впервые в число стран — операторов национальных средств ДЗЗ вошла Венесуэла, для которой Китай создал и запустил первый КА VRSS-1 «Франсиско де Миранда». В декабре 2012 г. КНДР формально вошла в клуб «космических держав», запустив спутник собственной ракетой-носителем с национального полигона. Несмотря на официальные заявления об успешной работе спутника КМС-3-2 с аппаратурой съемки Земли низкого разрешения, признаков его функци-

онирования на орбите не было отмечено (северокорейский запуск в статистике не учтен).

Таким образом, по общему числу запусков спутников с аппаратурой съемки Земли результаты 2012 г. (24 КА) оказались рекордными за последние 12 лет. В 2000–2007 гг. темп запусков спутников ДЗЗ составлял в среднем по 10–19 спутников, в 2008 — 21, в 2009 — 22, в 2010 — 14 и в 2011 — 23 КА. Краткие сведения о запусках спутников с аппаратурой съемки Земли в 2012 г. приведены в табл. 1.

По типу съемочной аппаратуры подавляющее число аппаратов (21 КА) оснащены оптической аппаратурой съемки Земли, а 3 спутника США, Индии и Китая — радиолокаторами с синтезированной апертурой.

По назначению и решаемым задачам новые спутники ДЗЗ в 2012 г. распределены следующим образом:

- 17 КА гражданских (в том числе научных и экспериментальных) и двойного назначения Китая, России, Франции, Ирана, Индии, Японии, Кореи, Беларуси, Германии, Венесуэлы;
- 4 военных КА видовой разведки Китая, США, России и Турции;

- 3 метеорологический КА Китая и европейской организации Eumetsat.

Из числа 17 новых КА гражданских, коммерческих и двойного назначения 6 спутников относятся к экспериментальным и научным. На мировом и российском рынке геоданных могут быть доступны продукты только 9 спутников, среди них ZY-3 и TH-1-02 (Китай), RISAT-1 (Индия), Канопус-В (Россия), БелКА (Беларусь), SPOT 6 и Pleiades-1В (Франция), Kompsat-3 (Корея) и Gokturk-2 (Турция). Учитывая производительность аппаратуры, качество продуктов и наличие глобальной дистрибьюторской сети, наибольшее влияние на мировой рынок ДЗЗ в ближайшие годы могут оказать спутники SPOT 6, Pleiades-1В и Kompsat-3. Планы распространения данных двух спутников VRSS-1 (Венесуэла) и HJ-1С (Китай) пока неизвестны. Интересно отметить, что из 24 запущенных КА съемки Земли, 23 изготовлены на средства госбюджета или организаций, только один спутник — SPOT 6 — относится к коммерческим, созданным полностью на средства европейской аэрокосмической компании EADS Astrium. Распределение новых аппаратов ДЗЗ по национальной принадлежности и назначению приведено в табл. 2.

В последние годы ежегодно запускаются 3–5 образцовых нано- и микро-спутников с камерами ДЗЗ. Лидерами в этом направлении выступают университеты Японии, США, Китая, что является результатом целенаправленной государственной политики развития космических технологий со стороны национальных министерств и космических агентств. В 2012 г. на орбиту запущены 5 нано-спутников Японии и Румынии, а также российский микро-

спутник МиР «Юбилейный-2», созданный в Сибирском аэрокосмическом университете, г. Красноярск (табл. 3). Японские кубсаты были доставлены на МКС и «отстрелены» от станции 4 октября. С точки зрения отработки передовых технологий, интерес представляет наноспутник We-Wish с микрокамерой, работающей в длинноволновой части ИК-спектра. Перечисленные спутники не включены в общую статистику запусков, так как обладают малым сроком активного существования и не оказывают влияния на мировой рынок геоинформатики.

В последние годы в области видовой космической разведки стали популярными варианты двойного применения ресурсов спутников (обычно с аппаратурой метрового и субметрового разрешения) в интересах оборонных и гражданских ведомств. В 2012 г. на орбиты выведены 4 таких спутника Китая, Франции, Кореи и Турции. Многоцелевое использование ресурсов спутников высокоточной съемки дает более высокий экономический эффект по сравнению с узкофункциональными специализированными системами.

Всего в конце 2012 г. 32 страны и организации являлись операторами примерно 170 КА с аппаратурой съемки Земли, включая метеоспутники. Однако к числу ведущих держав в области ДЗЗ можно отнести лишь 12–14 стран, которые являются операторами национальных систем съемки Земли численностью от >30 до 2–4 КА, среди них (в порядке убывания числа КА): США, Китай, Индия, Германия, Япония, Франция, Израиль, Россия, Италия, Великобритания, Канада, организации Eumetsat и Европейское космическое агентство (ESA).

Крупнейшими по численности, типам КА и решаемым

задачам являются системы ДЗЗ США, стран Европы, Китая и Индии. Страны Европы объединили усилия в области космической метеорологии (организация Eumetsat) и научно-прикладных программ съемки Земли (космическое агентство ESA), но одновременно продолжают развивать национальные специализированные сегменты, ориентированные на решение наиболее актуальных прикладных задач. В России после кризисных годов спутниковая группировка ДЗЗ создается практически заново. Данные по численности национальных систем ДЗЗ стран, осуществивших запуски КА с аппаратурой съемки Земли в 2012 г., приведены в табл. 4.

Китай

Китай запустил в 2012 г. 8 КА в целях поддержания и расширения состава национальных систем видовой космической разведки, картографии, метеонаблюдения и мониторинга ЧС:

- 2 КА видовой разведки «Яогань-14, -15»,
- 2 картографических спутника со стереокамерами «Цзыюянь-3», «Тяньхуэй 1-02»,
- 1 геостационарный метеоспутник «Фэнюнь-2F (FY-2F, Фэн Юнь — «ветер и облака»),
- 2 экспериментальных КА «Шицзянь-9А / -9В»,
- 1 КА мониторинга ЧС с радиолокатором «Хуаньцзин-1С» (HJ-1C).

К основным итогам 2012 г. для Китая можно отнести успешный запуск на низкую орбиту высотой 470 км КА видовой разведки «Яогань-14», который, по данным западных аналитиков, является аппаратом видовой космической разведки нового поколения, оснащенным оптоэлектронной системой субметрового разрешения.

Важным для Китая результатом является развертывание

Таблица 1.
Осуществленные запуски гражданских, коммерческих и военных спутников съемки Земли и метеорологических КА в 2012 г.

| № | Космический аппарат | Назначение КА | Страна / Оператор | Носитель / Полигон | Дата запуска / номер НОРАД |
|----|--------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 1 | ZY-3 Zi Yuan-3 | Картографическая стереосъемка | Китай / NASG | CZ-4B / Тайюань | 09.01.12 / 2012-01A |
| 2 | FengYun 2-07 FY-2F | Метеосъемка с ГСО | Китай / CMNA | CZ-3A / Сичан | 13.01.12 / 2012-02A |
| 3 | Navid | Эксперименты с ДЗЗ низкого разрешения | Иран / ISA | Сафир-1В / Семнан | 03.02.12 / 2012-05A |
| 4 | FIA-Radar 2 USA 234 | РСА видовой разведки ВР | США / NRO, NGA | Дельта-4М+ / Ванденберг | 03.04.12 / 2012-14A |
| 5 | USA 234 RISAT-1 | ДЗЗ с РСА | Индия / ISRO | PSLV-C19 / Шрихарикота | 26.04.12 / 2012-17A |
| 6 | Тяньхуэй-1-02 ТН-1-02 | Картографическая стереосъемка 2-го назначения | Китай / МО | CZ-2D / Цзюцзюань | 06.05.12 / 2012-20A |
| 7 | Яогань-14 YG-14 | Видовая разведка с ОЭС | Китай / МО | CZ-4B / Тайюань | 10.05.12 / 2012-21A |
| 8 | Кобальт-М Космос-2480 | Видовая фоторазведка | РФ / МО | Союз-У / Плесецк | 17.05.12 / 2012-24A |
| 9 | GCOM-W1 Shizuki | Научный КА ДЗЗ низкого разрешения | Япония / JAXA | Н-2А / Танэгасима | 17.05.12 / 2012-25A |
| 10 | KOMPSAT-3 Arirang-3 | ДЗЗ субметрового разрешения | Корея / KARI | Н-2А / Танэгасима | 17.05.12 / 2012-025B |
| 11 | Яогань-15 YG-15 | Видовая разведка | Китай / МО | CZ-4C / Тайюань | 29.05.12 / 2012-29A |
| 12 | MSG-3 Meteosat-10 | Метеосъемка с ГСО | Европа / Eumetsat | Ariane-5 ECA / Куру | 05.07.2012 / 2012- |
| 13 | Канопус-В №1 | ДЗЗ высокого разрешения | РФ / ФКА | Союз ФГ / Байконур | 22.07.2012 / 2012-39A |
| 14 | БелКА-2 | ДЗЗ высокого разрешения | Беларусь / ЦУП | Союз ФГ / Байконур | 22.07.2012 / 2012-39B |
| 15 | TET-1 | Эксперименты с ДЗЗ среднего разрешения для обнаружения пожаров | Германия / DLR | Союз ФГ / Байконур | 22.07.2012 / 2012-39D |
| 16 | Зонд-ПП МКА-ПН №1 | Эксперименты по ДЗЗ низкого разрешения | РФ / ФКА | Союз ФГ / Байконур | 22.07.2012 / 2012-39E |
| 17 | SPOT 6 | ДЗЗ высокого разрешения | Франция / Astrium GEO | PSLV C21 / Шрихарикота | 9.09.12 / 2012-47A |
| 18 | MetOp B | Метеосъемка с ССО | Европа / Eumetsat | Союз 2-1А / Байконур | 17.09.2012 / 2012-49A |
| 19 | VRSS-1 Francisco de Miranda | ДЗЗ высокого разрешения | Венесуэла / MPPCTII | CZ-2D / Цзюцзюань | 29.09.12 / 2012-52A |
| 20 | Shi Jian-9A Шицзянь-9A | Эксперименты по ДЗЗ высокого разрешения | Китай / CRESDA | CZ-2C / Тайюань | 14.10.12 2012-56A |
| 21 | Shi Jian-9B Шицзянь-9B | Эксперименты по ДЗЗ среднего разрешения | Китай / CRESDA | CZ-2C / Тайюань | 14.10.12 2012-56B |
| 22 | HJ-1C Хуаньцзин-1C | ДЗЗ среднего разрешения с РСА | Китай / NRSCC, CNSA | CZ-2C / Тайюань | 18.11.12 / 2012-64A |
| 23 | Плеяда-1В | ДЗЗ сверхвысокого разрешения | Франция / CNES, МО, Astrium | Союз-СТА-Фрегат / Куру | 2.12.12 / 2012-68A |
| 24 | Gokturk-2 | Видовая разведка | Турция / МО | CZ-2D / Цзюцзюань | 18.12.12 / 2012-73A |
| — | KMS-3R * | Эксперименты по ДЗЗ низкого разрешения | КНДР / | Ынха-3 / Сохэ | 12.12.12 / 2012-72A |

| Тип орбиты, высота, км | Аппаратура / разрешение / масса |
|---|---|
| ССО, 497/508 | 3 ОЭС / 2.1 м (PAN); 3.5 м (PAN, стерео), 6 м (MS) / 2.6 т |
| ГСО, 112 вд | ОЭС S-VISSR / 1,25 и 5 км / 1,4 т |
| ННО, 276/374 01.04.12 — сгорел в ПСА | ОЭС / 400 м / 50 кг |
| ССО, 1077/ 1099 | РСА / — / — |
| ССО, 530 / 549 | РСА С-диапазона / 1-3...50м / 1850 кг |
| ССО, 490 / 506 | 3 ОЭС / 2 м, 5 м (PAN) и 10 м (MS) / 1 т |
| ССО, 470 / 474 | ОЭС / <1м / — |
| ННО, 187 / 255 сведен 24.09.12 | ФА / <1 м / 6.5 т |
| ССО, 701 / 704 | СВЧ-радиометр AMSR2 / 5–50 км / 1.9 т |
| ССО, 665 / 678 | ОЭС / 0.7 м / 800 кг |
| ССО, 1201 / 1206 | ОЭС / — / 1 т |
| ГСО, 4 град. зд | ОЭС SEVIRI + 3 ПН / 1 км и 3 км / 2.04 т |
| ССО, 501 / 509 | 2 ОЭС / 2.1 м (PAN), 10.5 м (MS) / 480 кг |
| ССО, 505 / 510 | 2 ОЭС / 2.1 м (PAN), 10.5 м (MS) / 480 кг |
| ССО, 504 / 510 | ОЭС VNIR + 2 ИК ОЭС / 42 м (3 MS), 356 м (2 ИК) / 120 кг |
| ССО, 805 / 822 | Радиометр L-диапазона, 2 ОЭС ГСК / — / 110 кг |
| ССО, 694 | 2 ОЭС NAOMI / 1.5 м (PAN), 6 м (4 MS) / 800 кг |
| ССО, 805 / 810 | ОЭС AVHRR + 11 ПН / 1 км / 4,1 т |
| ССО, 622 / 654 | 2 блока ОЭС PMC и WMC / 2.5 м (PAN), 10 м (MS) и 16 м (MS) / 880 кг |
| ССО, 623 / 651 | ОЭС / 2.5 м (PAN), 10 м (MS) / 800 кг |
| ССО, 623 / 651 | ОЭС ИК диапазона / 73 м (8–12 мкм ИК) в полосе 18 км / 260 кг |
| ССО, 489 / 503 | РСА / 5м — 20 м / 690 кг |
| ССО, 694 | ОЭС / 0.5 м (PAN), 2 м (MS) / 970 кг |
| ССО, 670 / 690 | ОЭС / 2.5 м PAN, 5 MS / 409 кг |
| ССО, 498 / 582 | ОЭС / — / 100 кг, КА не работает |

**Обозначения
и сокращения**

| | |
|-----|--|
| | Военные КА видовой разведки |
| | Гражданские и коммерческие КА |
| | Метеорологические КА |
| ОЭС | Оптико-электронная система |
| РСА | Радиолокатор с синтезированной апертурой |
| PAN | Панхроматический режим съемки ОЭС |
| MS | Многоспектральный режим съемки ОЭС |
| МО | Министерство обороны |
| ПСА | Плотные слои атмосферы |
| ССО | Солнечно-синхронная орбита |
| ННО | Низкая наклонная орбита |
| ГСО | Геостационарная орбита |
| ФА | Фотоаппаратура |

Примечание

В таблице учтены гражданские, коммерческие и военные спутники дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с оптико-электронной и радиолокационной аппаратурой, позволяющей получать изображения Земли с пространственным разрешением от низкого (1-4 км) до сверхвысокого (<1 м). Не учтены спутники ДЗЗ для исследований атмосферы, океанов и льда, не формирующие изображений поверхности Земли, образовательные спутники классов нано- и пико- с микрокамерами, автоматические зонды с аппаратурой съемки поверхности Луны и планет. Также не учитывались военные космические аппараты, запущенные по секретным программам, по которым отсутствует информация в открытой печати.

* Спутник KMS-3R выведен на орбиту, но не работает

Таблица 2.
Распределение КА с аппаратурой съемки Земли, запущенных в 2012 г., по национальной принадлежности и назначению

| Страны и организации | Назначение | | | | Всего запущено в 2012 г. |
|----------------------|----------------------------|------------------|---------------------|--------------|--------------------------|
| | Гражданские и коммерческие | Видовая разведка | Двойного назначения | Метеорология | |
| Китай | 4 | 2 | 1 | 1 | 8 |
| Россия | 2 | 1 | | | 3 |
| Франция | 1 | | 1 | | 2 |
| Евметсат | | | | 2 | 2 |
| США | | 1 | | | 1 |
| Япония | 1 | | | | 1 |
| Индия | 1 | | | | 1 |
| Корея | | | 1 | | 1 |
| Иран | 1 | | | | 1 |
| Беларусь | 1 | | | | 1 |
| Турция | | | 1 | | 1 |
| Германия | 1 | | | | 1 |
| Венесуэла | 1 | | | | 1 |
| КНДР | (не работает — 1) | | | | (1) |
| Итого | 13 | 4 | 4 | 3 | 24 |

национальной космической картографической системы на базе спутников с многокамерными оптоэлектронными стереосистемами двух типов: гражданских КА «Цзыюань-3» (ZY-3, в переводе — «ресурс») и 2 военных КА «Тяньхуэй 1-01» (запущен в 2010 г.) и «Тяньхуэй 1-02» (ТН, в переводе — «небесный художник»). Интересно отметить, что в 2012 г. китайская компания впервые начала распространять на мировом рынке

продукты военных «картографов» ТН-1.

Другим значимым результатом стало завершение развертывания системы мониторинга ЧС в трехспутниковом составе («2+1») в результате успешного запуска КА с радиолокатором HJ-1C, который дополнит два ранее запущенных КА HJ-1A/1B с оптической аппаратурой видимого и инфракрасного диапазона.

Необходимо отметить активную деятельность Китая

по предоставлению на рынке развивающихся стран комплексных услуг по разработке «под ключ» спутниковых систем ДЗЗ и их запуску. В 2012 г. запущен изготовленный Китаем для Венесуэлы первый национальный спутник VRSS-1, часть ресурсов которого Пекин будет использовать для съемки своей территории в обмен на аналогичное использование ресурсов китайских спутников. Китай подписал контракты на создание

Таблица 3.
Образовательные наноспутники с камерами съемки Земли, запущенные в 2012 г.

| № | Космический аппарат | Размеры | Страна / Оператор | Носитель / Полигон | Дата запуска | Аппаратура / масса |
|---|---------------------|--------------------|---|-------------------------|-----------------------|--|
| 1 | Goliat | 1U Кубсат | Румыния / политехнический университет Бухареста | Vega / Куру | 13.02.12 2012-06F | ОЭС Ciclop с разрешением 30 м / 1.3 кг |
| 2 | МиР Юбилейный-2 | 6-гранная призма | Россия / СибГАУ | Рокот / Плесецк | 28.07.12 2012-41C | ОЭС ДЗЗ / 65 кг |
| 3 | PROITERES | Куб с ребром 29 см | Япония / технологический университет Осака ОИТ | PSLV C 21 / Шрихарикота | 09.09.12 2012-47B | ОЭС с CMOS матрицей с разрешением 30 м / 15 кг |
| 4 | We-Wish | 1U Кубсат | Япония / Meisei Electric Co. | Отстрел с МКС | 04.10.12 1998-67CS | микроОЭС ИК диапазона / 1 кг |
| 5 | Raiko | 2U Кубсат | Япония / университеты Тохоку и Вакаяма | Отстрел с МКС | 04.10.12 1998-67CN | Цветная ОЭС / 2.6 кг |

| Страны и организации | Всего запущено в 2012 г. | Назначение КА с аппаратурой съемки Земли | | | Всего на орбите |
|----------------------|--------------------------|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------|
| | | Гражданские (в т.ч. научные, экспериментальные) и 2-го назначения | Видовой разведки | Метео (низкие орбиты / ГСО) | |
| США | 1 | 11 | 10 | 15 (11 / 4) | 36 |
| Китай | 8 | 13 | 10 | 5 (2 / 3) | 28 |
| Индия | 1 | 10 | 2 | 2 (— / 2) | 14 |
| Германия | 1 | 8 | 5 | — | 13 |
| Япония | 1 | 2 | 5 | 2 (— / 2) | 9 |
| Франция | 2 | 4 | 2 | — | 6 |
| Евметсат | 2 | — | — | 6 (2 / 4) | 6 |
| Россия | 3 | 3 | (1 — сведен с орбиты) | 2 (1 / 1) | 5 |
| Корея | 1 | 2 | — | 1 (— / 1) | 3 |
| Турция | 1 | 2 | — | — | 2 |
| Беларусь | 1 | 1 | — | — | 1 |
| Венесуэла | 1 | 1 | — | — | 1 |
| КНДР | (1) | (1 — не работает) | — | — | — |
| Иран | 1 | (1 — сгорел в ПСА) | — | — | — |

Таблица 4.

Общая численность национальных орбитальных группировок КА съемки Земли стран, осуществивших запуски КА ДЗЗ в 2012 г.

Примечание

В таблице приведены только страны и организации, осуществившие запуски КА с аппаратурой съемки Земли в 2012 г.

Таблица составлена по данным открытых источников, учитывались оперативные и резервные КА с остаточным ресурсом.

аналогичных систем ДЗЗ для Туркмении, Азербайджана и Пакистана.

Можно ожидать, что в ближайшие годы Китай продолжит усилия по созданию многокомпонентной национальной системы ДЗЗ и продвижению своих технологий и услуг на рынки развивающихся стран. Следует отметить, что Китай закупает в значительных объемах также космическую информацию западных компаний-операторов систем ДЗЗ, характеристики которых пока превосходят китайские аналоги.

США

Соединенные Штаты при относительно невысоких годовых темпах запусков КА съемки Земли тем не менее остаются мировым лидером в отрасли, что объясняется большой продолжительностью орбитальной эксплуатации (7–10 лет и более) и высоким качеством поставляемых геоинформационных продуктов.

В США созданы и эксплуатируются три системы сбора, обработки и распростране-

ния ДЗЗ: открытая федеральная гражданская, закрытая федеральная в интересах национальной разведки, коммерческая система двойного назначения.

В состав открытой федеральной гражданской системы входят гражданские КА ДЗЗ, созданные на средства госбюджета по программам EOS, Landsat, POES (NOAA) и GOES. Информация с гражданских бюджетных спутников распространяется на весь мир бесплатно на недискриминационной основе.

Абсолютный рекорд космического долголетия (почти 28 лет) установил спутник Landsat-5, эксплуатация которого была прекращена в декабре 2012 г., накануне старта нового аппарата LDCM (Landsat-8). Изображения, собранные по программе Landsat с 1972 г., распространяются через веб-порталы геологической службы США USGS. Аналогичная политика свободного доступа сохранится и после начала эксплуатации нового КА Landsat-8 в 2013 г.

В 2012 г. продолжались орбитальные испытания запущенного в 2011 г. экспериментального метеоспутника Suomi NPP, специалисты NASA и NOAA выполняли калибровку радиометра VIIRS и разрабатывали алгоритмы обработки, доступные сообществу операторов станций приема информации Suomi NPP. На основе спутника Suomi NPP продолжается разработка перспективных метеоспутников JPSS-1/-2, которые после 2017 г. заменят на орбите NOAA-19 и Suomi NPP.

Закрытая федеральная система видовой космической разведки (ВКР) создана в интересах разведывательного сообщества и оборонных ведомств на средства госбюджета по закрытым статьям. В 2012 г. в США был выведен на орбиту высотой 1077/1099 км с обратным наклоном новый секретный КА, получивший в сообществе астрономов-любителей условное наименование FIA Radar-2. Многокомпонентная система ВКР США состоит из подси-

Таблица 5.
Планируемые запуски гражданских, коммерческих и военных спутников съемки Земли и метеорологических КА в 2013 г.

| Космический аппарат | Назначение КА | Страна / Оператор | Носитель / Полигон | Планируемая дата запуска |
|-----------------------|--|------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| IGS Radar-4 IGS-8A | Видовая разведка с РСА | Япония / CSICE | Н-2А 202 / Танэгасима | 27.01.13 2013-02А |
| IGS Optical-5 Demo | Видовая разведка с ОЭС | Япония / CSICE | Н-2А 202 / Танэгасима | 27.01.13 2013-02В |
| Landsat-8 LDCM | ДЗЗ среднего разрешения | США / NASA, USGS | Atlas-V / Ванденберг | 11.02.13 2013-08А |
| Ресурс-П №1 | ДЗЗ сверхвысокого разрешения | Россия / ФКА | Союз-2-1Б / Байконур | Февраль 2013 |
| Proba-V | ДЗЗ низкого разрешения | ЕСА / ЕСА | Vega-VV02 / Куру | 20.04.13 |
| VNREDSat-1A | ДЗЗ высокого разрешения | Вьетнам / STI VAS | Vega-VV02 / Куру | 20.04.13 |
| FY-3C | Метеосъемка с ССО | Китай / CMNA | CZ-4В / Тайюань | 15.05.2013 |
| INSAT-3D | Метео с ГСО | Индия / ISRO, IMD | Ariane 5ECA / Куру | Июнь 2013 |
| Метеор-М №2 | ДЗЗ среднего и низкого разрешения | Россия / ФКА, РГМ | Союз-2-1Б / Байконур | 15.06.13 |
| SkySat-2 | ДЗЗ метрового разрешения | США / SkyBox Imaging | Союз-2-1Б / Байконур | 15.06.13 |
| CBERS-3 | ДЗЗ высокого и среднего разрешения | Китай, Бразилия / CAST, INPE | CZ-4В / Тайюань | 15.07.13 |
| Egyptsat-2 | ДЗЗ | Египет / - | Союз / Байконур | Сентябрь 2013 |
| Sentinel-1A | ДЗЗ с РСА высокого и среднего разрешения | ЕСА / | Союз-СТБ Фрегат-М / Байконур | Ноябрь 2013 |
| Ресурс-П №2 | ДЗЗ сверхвысокого разрешения | Россия / ФКА | Союз-2-1Б / Байконур | Ноябрь 2013 |
| ALOS-2 | ДЗЗ высокого разрешения с РСА | Япония / JAXA | Н-2А / Танэгасима | Декабрь 2013 |
| ASNARO | ДЗЗ сверхвысокого разрешения | Япония / NEC, USEF | Днепр-1 / Ясный | 2013 |
| DubaiSat-2 | ДЗЗ высокого разрешения | ОАЭ / EIAST | Днепр-1 / Ясный | 2013 |
| WNISAT-1 | ДЗЗ низкого разрешения | Япония / AXELSPACE | Днепр-1 / Ясный | 2013 |
| SkySat-1 | ДЗЗ метрового разрешения | США / SkyBox Imaging | Днепр-1 / Ясный | 2013 |
| Кондор-Э | РСА съемка 2-го назначения | Россия / ФКА | Стрела / Байконур | 2013 |
| SEOSAR Paz | Съемка с РСА метрового разрешения 2-го назначения | Испания / Hisdesat, MO | Днепр-1 / Ясный | 2013 |
| Kompsat-3A | Съемка с ОЭС субметрового разрешения 2-го назначения | Корея / KARI, MO | Днепр-1 / Ясный | 2013 |
| GeoEye-2 | ДЗЗ субметрового разрешения | США / DigitalGlobe | Atlas V401 / Ванденберг | 2013 |
| Электро-Л №2 | Метеосъемка с ГСО | РФ / ФКА, РГМ | Зенит-3SLBF/Фрегат-СБ / Байконур | 2013 |
| Канопус-СТ | ДЗЗ океанов среднего и низкого разрешения | РФ / ФКА | Космос-3М / Плесецк | 2013 |

Аппаратура / разрешение / масса

| |
|---|
| РСА / <1 м / — |
| ОЭС / 0,4 м / — |
| 2 ОЭС / 15 м (PAN), 30 м и 120 м (MS) / 2 т |
| 3 ОЭС / 0,9 м (PAN), 3 м (MS) / 6 т |
| ОЭС VGT-P / 0,1 — 0,6 км (MS) / 160 кг |
| ОЭС NAOMI / 2,5 м (PAN), 10 м (MS) / 120 кг |
| ОЭС VIIR + 4 ПН / 0,25-1 км / 2,3 т |
| ОЭС VHRR-2 / 1 км и 4 км / 2 т |
| ОЭС KMCC + 4 ПН / 60 м, 120 м, 1 км / 2,7 т |
| ОЭС / 1 м / 100 кг |
| 4 ОЭС / 5 и 10 м, 20 м, 40 и 80 м, 73 м (MS) / 2 т |
| ОЭС / — / — |
| РСА С-диапазона / 5 м — 100 м / 2,3 т |
| ОЭС / 0,9 м (Pan), 3 м (MS) / 6 т |
| РСА PALSAR-2 L-диапазона / 3 м — 100 м / 2 т |
| ОЭС OPS / <0,5 м (PAN), 2 м (MS) / 450 кг |
| ОЭС EOS-D / 1 м (PAN), 4 м (MS) / 300 кг |
| 2 ОЭС VIS, NIR / 0,5 км / 10 кг |
| ОЭС / 1 м / 100 кг |
| РСА S-диапазона / 1 м — 20 м / 800 кг |
| РСА X-диапазона / <1 м... 16 м / 1450 кг |
| ОЭС KISS / 0,55 м (PAN), 2,2 м (MS), 5,6 м (ИК) / 1 т |
| ОЭС / 0,3 м / 2 т |
| ОЭС МСУ-ГС / 1 км и 4 км / 1,6 т |
| ОЭС и СВЧ радиометр / 30-50 м / 400 кг |

Обозначения и сокращения

| | |
|-----|--|
| | Военные КА видовой разведки |
| | Гражданские и коммерческие КА |
| | Метеорологические КА |
| ОЭС | Оптико-электронная система |
| РСА | Радиолокатор с синтезированной апертурой |
| PAN | Панхроматический режим съемки ОЭС |
| MS | Многоспектральный режим съемки ОЭС |

стемы радиолокационной разведки (2 новых КА FIA-Radar-1, -2 и КА с радиолокаторами старой серии Lacrosse) и подсистемы оптоэлектронной разведки сверхвысокого разрешения с КА КН-12 с крупноразмерными оптическими телескопами. Кроме того, в состав ВКР могут входить секретные компоненты и подсистема тактической ВКР для наблюдения за объектами в кризисных зонах, в том числе в Африке, Иране, на Среднем, Ближнем и Дальнем Востоке и в КНДР по оперативным заказам передовых командований. В составе системы тактической ВКР применяются миниспутники Tacsat-3 (эксплуатация прекращена в 2012 г.), ORS-1, а также может быть использована аппаратура, устанавливаемая в грузовом отсеке секретных беспилотных мини-шаттлов OTV (Operation Test Vehicle), созданных по секретной программе X-37В. В 2012 г. завершил рекордный по длительности полет челнок по программе OTV-2 и запущен корабль OTV-3.

В целях увеличения производительности системы ВКР осуществляется закупка ресурсов коммерческих спутников двойного назначения, создаваемых по требованиям управления геопространственной разведки NGA

(программа Enhanced View). В 2009 г. Конгресс США одобрил решение «2+2», предусматривающее закупку 2 новых секретных («exquisite») КА и ресурсов 2 новых КА у коммерческих операторов.

Локомотивами развития современного рынка спутниковых геоданных являются коммерческая система ДЗЗ двойного назначения (по сути, форма частно-государственного партнерства) двух компаний: GeoEye (GE) и DigitalGlobe (DG), которым принадлежат 5 спутников субметрового разрешения (0,41 м — 0,8 м) и более 60% мирового рынка. Управление геопространственной разведки США NGA служит крупнейшим источником финансирования коммерческой отрасли ДЗЗ, закупая по программе EnhancedView более 50% ресурсов коммерческих спутников. Обе компании при поддержке NGA разрабатывают спутники 3-го поколения GeoEye-2 и WorldView-3 с разрешением 25–30 см (вторая пара КА в решении «2+2»), которые должны быть запущены в 2013–2014 гг.

В 2012 г. администрация президента Обамы начала крупные сокращения бюджетных расходов, под которые попала программа EnhancedView. Последствиями преимущественной ориентации коммерческих компаний-операторов на оборонный рынок стало решение о слиянии двух компаний в одну — DigitalGlobe, которая по обороту стала самой крупной в мире компанией — поставщиком геоданных от 5 КА субметрового разрешения. Производство двух новых спутников будет продолжено, но планы запуска в 2013 г. КА GeoEye-2 пока отложены и будут уточняться в зависимости от конъюнктуры рынка и планов закупок управления NGA. Очевидно, сокращение бюджета программы EnhancedView

привело к трансформации решения «2+2» в более скромный вариант «2+1». Образование одного оператора коммерческих спутников в США позволит ему успешнее конкурировать на мировом рынке с французской компанией Astrium GEO — новым мировым поставщиком продуктов полуметрового разрешения.

Европа

В апреле 2012 г. внезапно прекратил работу европейский КА ENVISAT — крупнейший в мире 8-тонный гражданский спутник ДЗЗ, оснащенный радиолокатором ASAR и 9 датчиками. Космическое агентство ESA предполагало использовать ветерана ENVISAT (был запущен в 2002 г.) до 2014 г. В связи с возникшим дефицитом радарной информации агентство ESA начало закупать у Канады ресурсы спутников RADARSAT-1/-2 для сервисов контроля морской обстановки и ускорило изготовление КА Sentinel-1, который планируется запустить в 2013 г. Sentinel-1 станет первым в серии перспективных европейских спутников пяти типов с различными датчиками, предназначенными для сбора информации как в интересах научных исследований, так и для прикладных применений в рамках программы информационных сервисов GMES.

Наиболее значимых успехов в 2012 г. среди стран Европы достигла Франция, запустив новые спутники SPOT 6 (пространственное разрешение 1.5 м) и Pleiades-1B (разрешение до 0.5 м). В результате на орбите сформирована система из 4 КА Pleiades-1A/1B, SPOT 5/6, которая позволяет выполнять съемку любого района Земли в течение суток. Таким образом, Франция сможет составить конкуренцию США в поставке цветных продуктов полуметрового разрешения. Система из

четырёх спутников тщательно проработана и оптимизирована в финансовом отношении. Спутники двойного назначения Pleiades изготовлены на средства госбюджета, оператором системы является космическое агентство CNES, а КА SPOT 6 и однотипный SPOT 7 (запуск в 2014 г.) изготовлены на средства компании EADS Astrium.

Стоит также отметить, что в связи с запусками новых спутников в начале 2013 г. прекращена эксплуатация КА SPOT 4, который был запущен в 1998 г. и проработал на орбите почти 15 лет. Спутник был уведен с рабочей орбиты с исправной бортовой аппаратурой съемки, но на последних запасах топлива в соответствии с политикой минимизации объектов космического мусора.

В 2012 г. российской ракетой был запущен экспериментальный мини-спутник Германии TET-1 с оптическими камерами видимого и инфракрасного спектра для отработки технологий обнаружения пожаров из космоса.

Япония

Япония осуществила первый в своей истории коммерческий запуск ракеты-носителя H-2, в результате которого на орбиту выведены научно-исследовательский спутник GCOM-W и корейский КА с ОЭС субметрового разрешения Kompsat-3 (Arirang-3).

Научный КА GCOM-W1 (Global Change Observation Mission — миссия по наблюдению за глобальными изменениями) предназначен для наблюдения океана с помощью сканирующего СВЧ-радиометра AMRS2 с пространственным разрешением 5...50 км. После запуска спутник получил наименование Shizuku (в переводе — «капля») и занял свое место в составе так называемого «дневного орбитального поезда»

(A-Train) — группы спутников ДЗЗ Aura, Calipso, Cloudsat и Aqua для квазиодновременных измерений параметров атмосферы, суши и океана. Прибор AMRS2 позволит продолжить изучение явлений Эль-Ниньо, Ла-Нинья и сезонных изменений ледового покрова полюсов.

В начале 2013 г. Япония запустит два спутника видовой разведки: IGS Radar-4 с PCA и экспериментальный КА IGS Optical-5 Demo с ОЭС субметрового разрешения. На 2013 г. запланированы также запуски гражданского КА ALOS-2 с радиолокатором и коммерческого спутника ASNARO с оптоэлектронной системой субметрового разрешения.

Индия

Индийская космическая группировка ДЗЗ пополнилась вторым радиолокационным спутником RISAT-1 с многофункциональным радиолокатором С-диапазона частот (5.35 ГГц). Бортовой радиолокатор RISAT-1 обеспечит съемку Земли в пяти различных режимах с максимальным разрешением 1–3 м в ширине 10 км и обзорную съемку с разрешением 50 м в полосе шириной 240 км. Всего в составе национальной группировки ДЗЗ насчитывается 12 спутников: TES, Resouresat-1, -2, Cartosat-1, -2, -2A, -2B, IMS-1, Megha-Tropiques, Oceansat-2, RISAT-1, -2, а также два спутника с метеоаппаратурой на ГСО.

Корея

Республика Корея в 2012 г. пополнила национальную космическую группировку съемки Земли третьим спутником. Новый КА двойного назначения Kompsat-3 разработан при содействии EADS Astrium и обеспечивает съемку с разрешением до 0.7 м в панхроматическом режиме и 2.8 м в мультиспектральном режиме. В результате в системе ДЗЗ Кореи исполь-

зуются три спутника разного типа: геостационарный КА COMS с мультиспектральными датчиками съемки Земли с разрешением 350 м; Kompsat-2 (класса IKONOS) с аппаратурой метрового разрешения и новый Kompsat-3 с оптической аппаратурой субметрового разрешения.

Корея последовательно создает национальную систему видовой космической разведки, в состав которой в ближайший год войдут спутники Kompsat-3A с оптической аппаратурой инфракрасного диапазона для ночной детальной съемки и Kompsat-5 с РСА метрового разрешения. В перспективе будет создана система из 4 корейских спутников оперативного видового наблюдения с оптическими и радарными спутниками высокого и сверхвысокого разрешения.

Россия

В 2012 г. впервые за многие годы в России запущены 3 спутника с аппаратурой съемки Земли: короткоживущий КА детальной фоторазведки «Космос-2480» типа «Кобальт-М» (Россия осталась единственным в мире оператором спутников с пленочной фотоаппаратурой); долгожданный мини-спутник детальной съемки Земли «Канопус-В» и экспериментальный научный мини-спутник «Зонд-ПП».

Долгожданным успехом отечественной программы ДЗЗ стал ввод в эксплуатацию КА «Канопус-В» вместе с однотипным КА «БелКА» Республики Беларусь. Несмотря на сравнительно ограниченную производительность съемочной аппаратуры, спутники продемонстрировали высокое качество снимков с разрешением до 2,1 м в панхроматическом канале камеры ПСС (полоса 23 км) и 10 м в 4 спектральных каналах видимого и ближнего

ИК диапазонов камеры МСС (полоса захвата 20 км).

В групповом запуске вместе с КА «Канопус-В» на орбиту выведен научный КА «Зонд-ПП» на базе миниплатформы «Карат» НПО имени С.А. Лавочкина. Экспериментальный спутник оснащен радиометром L-диапазона, созданным в Институте радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, мультиспектральной камерой и первым отечественным гиперспектрометром ГСК для съемки в 150 спектральных каналах (разработчик — компания «Лептон»). Детальное описание оптической аппаратуры в открытой печати отсутствует, но были опубликованы принятые со спутника изображения. Для сравнения, гражданские гиперспектрометры уже работают на спутниках EO-1 (США) с 2000 г., Proba-1 (Европа) с 2001-го, HJ-1A (Китай) и IMS-1 (Индия) с 2008-го.

В 2012 г. Роскосмос провел конкурс на создание новой 4-спутниковой системы оперативного оптического мониторинга Земли «Обзор-О», победителем которого стал Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева. Стоимость контракта — 4,66 млрд руб. Запуск первого КА «Обзор-О» с оптико-электронной аппаратурой мультиспектральной съемки Земли с разрешением 7 м планируется осуществить до 2015 г. По описанию проектируемая система близка по характеристикам к многоспутниковой системе RapidEye. В декабре 2012 г. объявлен конкурс на новую систему радиолокационного мониторинга «Обзор-Р» стоимостью 3,6 млрд руб., а перед этим была закрыта аналогичная программа «Аркон-2М». Продолжается разработка спутников ДЗЗ в составе систем «Арктика» и «Картограф».

Закрытие старых и появление новых программ ДЗЗ, обилие перспективных проектов «долгостроя» при достаточно скромных пока результатах на орбите — все эти процессы не лучшим образом характеризуют состояние современной отрасли ДЗЗ России.

Планы на 2013 год

Краткие сведения о планируемых запусках КА с аппаратурой съемки Земли в 2013 г. приведены в табл. 5. Наиболее значимыми событиями для мирового рынка геоданных могут стать уже осуществленный запуск КА Landsat-8 (США) и перспективных спутников Sentinel-1 (ЕСА), SEOSAT (Испания), ALOS-2 и ASNARO (Япония). В опубликованных в печати планах на 2013 г. упоминаются не менее 6 гражданских отечественных спутников «Ресурс-П» №1 и №2, «Канопус-СТ», «Электро-Л» №2, «Кондор-Э», «Метеор-М» №2. Наиболее совершенными из них являются спутники «Ресурс-П». ■

Обзор составлен по материалам информационных агентств и международных конференций.

Источник публикации: Gazeta. ru, журнал «Земля из космоса — наиболее эффективные решения» №16.



СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ПЛЕНОЧНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ КАЗАХСТАНСКОГО СЕКТОРА СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

А.Ю.АНТОНЮК

эксперт группы РСА мониторинга, ИТЦ «СКАНЭКС»,
e-mail: a.antonyuk@scanex.ru

Н.А.ФИЛИМОНОВА

руководитель группы РСА мониторинга, ИТЦ «СКАНЭКС»,
e-mail: anataly@scanex.ru

А.А.КУЧЕЙКО

зам. ген. директора ИТЦ «СКАНЭКС», к.т.н.,
e-mail: kucheiko@scanex.ru



По мере активизации судоходства и хозяйственной деятельности на Каспийском шельфе возрастают риски, связанные с возникновением аварийных ситуаций под воздействием природных и техногенных факторов. В этой связи актуальными становятся вопросы организации и выполнения регулярного спутникового мониторинга экологического состояния морской поверхности.

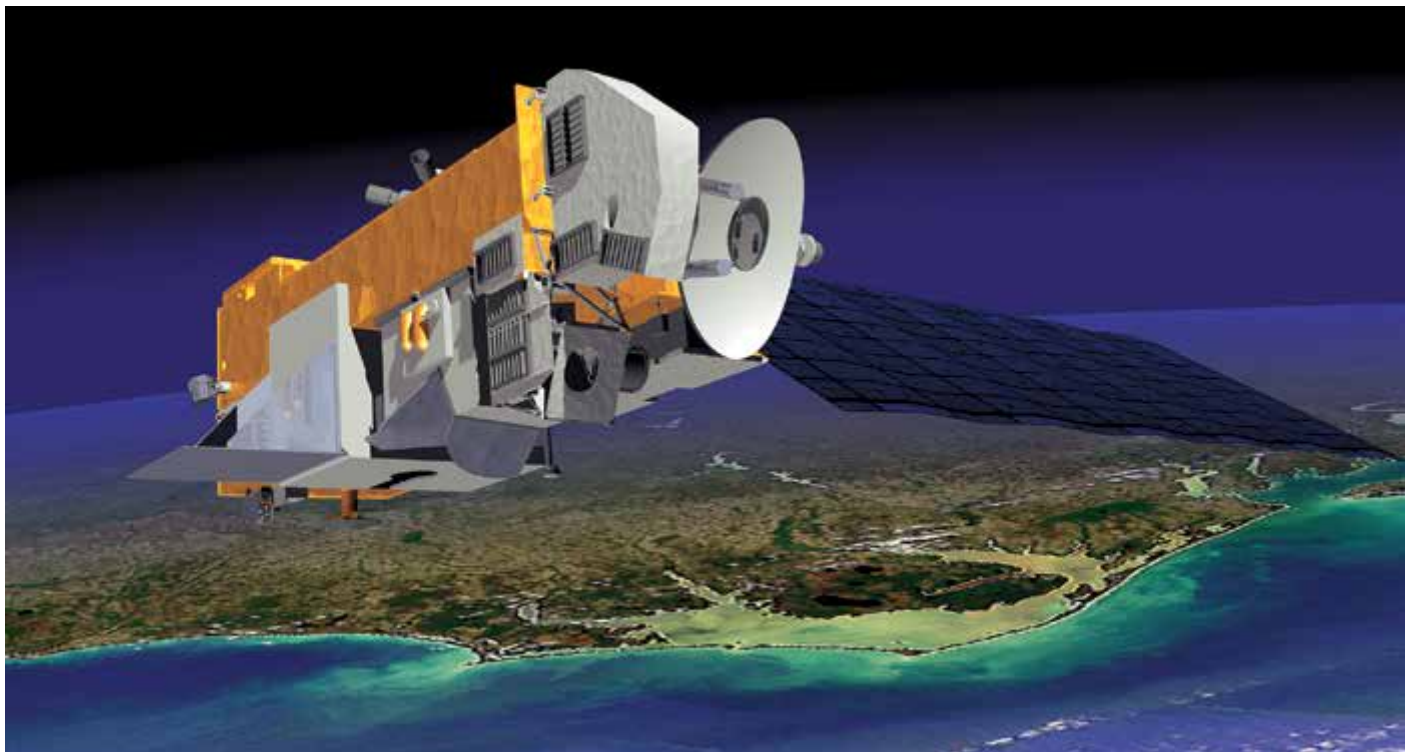
Технологии спутникового контроля пленочных загрязнений морской поверхности были разработаны в конце XX века на основе продуктов радиолокационной съемки и введены в промышленную эксплуатацию в текущем десятилетии во многих странах мира, в том числе в России. С 2008 года спутниковый мониторинг экологического состояния морской поверхности Северного Каспия осуществляет российская компания ИТЦ «СКАНЭКС» по заказу ООО «ЛУКОЙЛ-Нижевожскнефть».

Результаты мониторинга российского и казахского секторов Каспийского моря ежегодно публикуются в прессе.

Организация спутникового наблюдения и применяемые технологии

Для обеспечения высокой оперативности мониторинга был организован непрерывный цикл круглосуточного приема и обработки радиолокационных изображений (РЛИ) в московском центре ИТЦ «СКАНЭКС». Спутниковая информация принималась с помощью станции «УниСкан» в Москве и после тематической обработки, анализа и экспертизы в квазиреальном масштабе времени предоставлялась заинтересованным лицам с помощью закрытого веб-сервиса, в основе работы которого лежит веб-ГИС технология «Геомиксер» (<http://geomixer.ru/>).

Для обеспечения высокой частоты съемки, периодичности наблюдения за состоянием акватории и высокой достоверности обнаружения



нефтяных загрязнений проводился комплексный оперативный спутниковый мониторинг, основанный на технологиях мультиспутникового мониторинга ScanNet, веб-ГИС визуализации и анализа данных «Геомиксер», моделирования дрейфа плавающих объектов (в том числе нефтяных пятен) программой ScanDrifter и др.

В период ледостава с помощью радиолокационных изображений и оптических снимков Terra/Aqua MODIS проводилась оценка общей ледовой обстановки и мониторинг динамики ледяного покрова. В ряде случаев для более точного установления природы пленочных загрязнений, оценки общей экологической обстановки использовались мультиспектральные оптические изображения SPOT 4/5 (разрешение 10 м и 2,5 м) и UK-DMC2 (22 м), а также снимки EROS A и EROS B высокого разрешения (1,9 м и 0,7 м, соответственно).

В 2012 году для задач мониторинга впервые использовались:

- спутниковая система автоматической идентификации судов АИС (в тестовом режиме) на район Северного Каспия для определения судов, их габаритов, курса и других параметров с помощью радиосвязи;

- программа-приложение Global Scan-Drifter для оперативной генерации информа-

ционных продуктов на основе спутниковых данных (карты концентрации морского льда, скорости и направления ветра, уровня моря, геострофических течениях, температуре поверхности моря, концентрации хлорофилла и т.п.), а также оперативного моделирования распространения пленочных загрязнений.

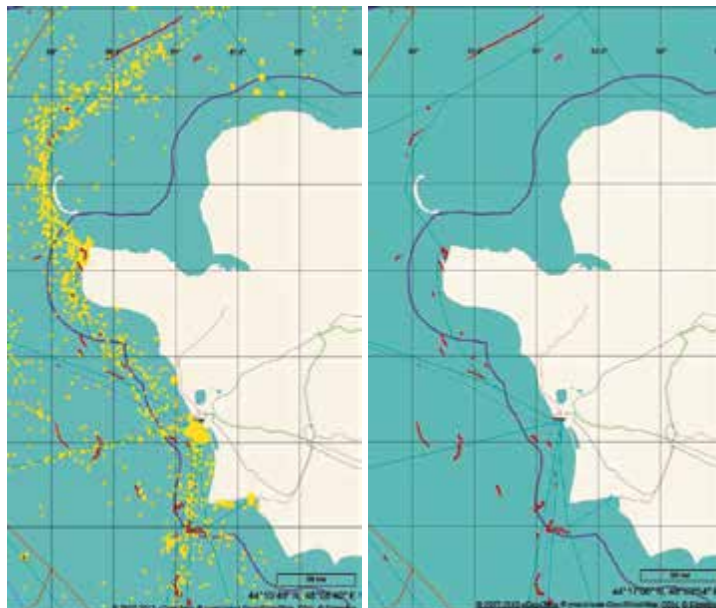


Рисунок 1 — Карта пленочных загрязнений, детектированных в 2012 г., совмещенная с картой навигационно-судовой обстановки (слева). Сводная карта пленочных загрязнений, обнаруженных в акватории Северного Каспия в 2012 г. Синие линии — судоходные трассы, фиолетовые — границы территориальных вод, светло-коричневые — границы секторов (справа). (с) ИТЦ «СКАНЭКС»



Рисунок 2 —
Навигационно-судовая
обстановка
в Северном Каспии
по данным АИС/СУДС

Все это позволило делать более оперативные и надежные заключения о природе того или иного пленочного загрязнения, а в ряде случаев и однозначно определять судно, причастное к загрязнению (разливу).

Результаты спутникового мониторинга в 2012 г.

В течение 2012 г. было проведено 229 сеансов оперативной радиолокационной съемки Северного Каспия тремя спутниками RADARSAT-1, -2 и ENVISAT. Дополнительно для оценки экологического состояния морской среды ежесуточно на основе данных оптических спектрорадиометров MODIS спутников Terra и Aqua осуществлялась генерация трех видов геофизических продуктов: карт концентрации хлорофилла, взвеси и температуры морской поверхности.

За время мониторинга северной части Каспийского моря в 2012 г. в казахстанском секторе Северного Каспия было обнаружено 30 пятен пленочных загрязнений, главным образом судового происхождения. Общая площадь обнаруженных загрязнений в казахстанском секторе со-



ставила 111 кв. км. Наиболее крупные судовые разливы были обнаружены в казахстанском секторе 25 июля 2012 г. (10 кв. км). Большая часть детектированных пленочных загрязнений морской поверхности представляла собой судовые разливы (рис. 1), которые были произведены в результате сброса льяльных вод, вод машинного отделения и прочих жидких отходов, содержащих нефтепродукты, часто в смесях с отходами рыбпереработки; они детектировались главным образом вдоль или вблизи судоходных трасс в частности, подходящих к Астраханскому рейду, в районе о-вов Тюленьих в казахстанском секторе моря, вблизи п-ова Тюб-Караган, п. Актау и Махачкала (рис. 1).

В ряде случаев поблизости от судовых разливов были зафиксированы суда — потенциальные источники загрязнений. Они идентифицировались путем интеграции данных мониторинга и данных АИС/СУДС — совмещения их с картой судовой обстановки, полученной на основе анализа и обработки радиолокационных изображений (рис. 2).

Экологическая обстановка в российском секторе Северного Каспия в 2012 г. характеризовалась как стабильная без существенных отклонений от среднесуточных значений. Анализ спутниковых данных за 2012 год позволил выделить несколько аномальных ситуаций в пространственно-временной изменчивости температуры поверхности моря и концентрации хлорофилла.

В «шельфовом районе» повышенные значения концентрации хлорофилла наблюдались в апреле и в летние месяцы с общим среднегодовым превышением над климатическими величинами. В «северном» районе аномальной была ситуация в марте с интенсивным цветением. В среднем концентрация хлорофилла за год была близка к климатической. В южном районе Каспия наблюдались отрицательные аномалии в августе — ноябре.

Согласно проведенным исследованиям температуры морской поверхности моря, летний период был умеренно теплым. Аномально холодными стали февраль и март, особенно в южной части моря.

Ледообразование началось на северо-востоке Каспийского моря в конце ноября; к концу месяца лед распространился вдоль всего северного побережья моря. В середине декабря лед появился в районах открытого моря, что существенно осложнило навигационную обстановку.

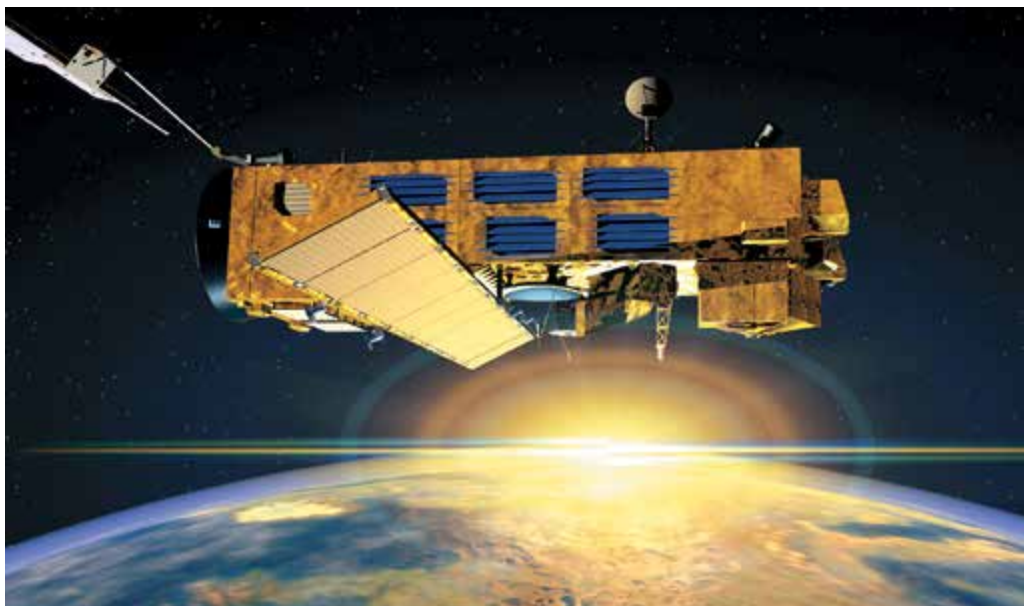
Биогенные пленки ПАВ, выявленные по данным спутниковой радиолокационной съемки и характерные для дельтовой части р. Волга и судоходных трасс, решающего воздействия на общее состояние экосистемы не оказали.

Выводы

В целом, результаты спутникового мониторинга показывают, что основными источниками пленочных загрязнений морской поверхности Северного Каспия являются нелегальные судовые сбросы льяльных вод и нефтепродуктов судами вдоль судоходных трасс.

Принятая концепция мониторинга нефтяных загрязнений на основе мультиспутниковых съемок, выполняемых с высокой частотой повторения, позволяет с большой вероятностью обнаруживать все крупные нефтяные загрязнения поверхности акватории Северного Каспия.

Разработанные при участии специалистов ИО РАН им. П.П. Ширшова отечественные технологии веб-ориентированных геоинформационных сервисов и геопортальных решений соответствуют мировому уровню по критерию эффективности, оперативности и обладают относительно невысокой стоимостью. Реализованные подходы и методы применяются не только для оценки экологической обстановки Каспийского моря, но и для наблюдения за состоянием акваторий других морей вокруг России, включая Черное и Балтийское моря, моря Арктики и Дальнего Востока. ■



От планов к реальности

Налажено опытное производство базовых станций дифференциальной коррекции для системы высокоточной спутниковой навигации Республики Казахстан

МОЛДАБЕКОВ М.М.

Национальное космическое агентство РК

АХМЕДОВ Д.Ш., САТЕРОВ Н.М.,

ЕРЕМИН Д.И., ШABELЬНИКОВ Е.А.

ДТОО «Институт космической техники и технологий»

АО «Национальный центр космических исследований

и технологий» Национального космического агентства

Республики Казахстан

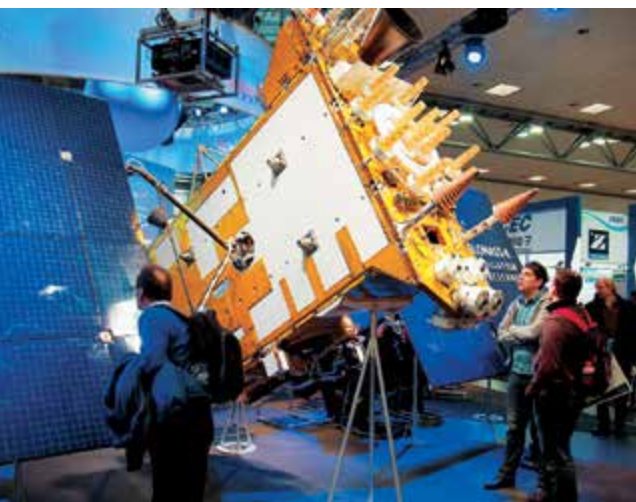


Рисунок 1 —
Навигационный
спутник «Глонасс»

Активное развитие во всем мире наземных функциональных дополнений к глобальным спутниковым навигационным системам (ГНСС) способствовало ускорению принятия Правительством РК решения о реализации проекта по созданию наземной инфраструктуры системы высокоточной навигации Республики Казахстан (НИ СВСН РК), который вошел в стратегический план развития космической отрасли республики наряду с такими проектами, как запуск

космического аппарата связи и вещания «KazSat-3», создание космической системы дистанционного зондирования земли Республики Казахстан, строительство и ввод в эксплуатацию космического ракетного комплекса «Байтерек». Основной задачей НИ СВСН РК является удовлетворение потребностей пользователей как государственного, так и частного сектора, работающих в сфере геодезии, картографии, геологии и др.

Исполнителем работ было выбрано АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары», которое в 2008 г. приступило к выполнению проекта по техническому заданию, утвержденному НКА РК. В основе метода дифференциальной навигации лежит относительное постоянство значительной части погрешностей глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) во времени и в пространстве. Необходимость использования дифференциального режима ГНСС определяется стремлением удовлетворить наиболее жесткие требования навигационного обеспечения таких

задач, как посадка воздушных судов по категориям ИКАО, мореплавание в проливных зонах и узкостях, геодезическая привязка, задачи геодинамики и т.п.

Реализация дифференциального режима осуществляется посредством создания дифференциальных подсистем ГНСС. Основу дифференциальной подсистемы составляет сеть наземных базовых станций дифференциальной коррекции (БС), координаты которых известны и определены с большой точностью. БС формирует корректирующую информацию, которая передается потребителям по специально выделенным каналам передачи данных. Потребитель должен иметь соответствующий навигационный приемник, оснащенный модулем для приема информации от БС, которая должна быть учтена при точном расчете местоположения и других навигационных параметров.

На момент начала проекта на навигационном рынке Казахстана присутствовали две компании, имеющие по две станции дифференциальной коррекции, это швейцарская компания

Leica и американская компания Trimble, которые осуществляли свою деятельность в Республике Казахстан с образованием юридического лица. Объем предоставляемых услуг по высокоточной навигации был незначительным и носил скорее рекламный характер. Принятие решения о создании СВСН РК создало предпосылки для возникновения рынка навигационных услуг и, в свою очередь, активизировало деятельность вышеназванных компаний — потенциальных поставщиков навигационного оборудования для СВСН РК. По результатам тендера на реализацию пилотного проекта по созданию региональной системы высокоточной навигации, состоящей из 10 дифференциальных станций, победителем была выбрана компания ТОО «ЕАТС» — представитель компании Leica Geosystems в Республике Казахстан, которая приступила к работам в 2011 г. и закончила в 2012 г. В результате пилотного проекта была создана региональная система СВСН, включающая региональный центр СВСН и 10 дифференциальных станций (БС), расположенных в Алматинском и Астанинском регионах. В целом работа 10 БС в части решения навигационных задач удовлетворяет требованиям технического задания на проект, однако последующий углубленный анализ, проведенный специалистами АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары», показал, что функционирование 60 и более БС, размещенных по всей территории Казахстана, без системы телеметрии и телеуправления влечет за собой большие финансовые затраты, связанные с техническим обслуживанием удаленных БС. Поэтому в целях устранения данной недоработки «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары» был объявлен тендер о закупках опытно-конструкторских работ



«Разработка дифференциальной станции и специализированного программного обеспечения». Победителем тендера стал АО «Национальный центр космических исследований и технологий», а его дочернее

предприятие ДТОО «Институт космической техники и технологий» — исполнителем работ по договору.

В рамках ОКР по разработке БС и специального программного обеспечения (СПО)

Рисунок 2 — Опытный образец базовой станции дифференциальной коррекции



Рисунок 3 — был выполнен комплекс работ по разработке конструкторской и технологической документации на опытные образцы БС и СПО, изготовлению и испытаниям опытных образцов.

Разработанные базовые станции (БС) позволяют определить местоположение потребителей СВЧН РК с сантиметровой точностью в реальном режиме времени, а в режиме постобработки точность достигает нескольких миллиметров. Кроме того, базовая станция (Рисунок 2) имеет следующие характеристики:

- принимает навигационные радиосигналы на ча-

Рисунок 4 — Испытание на точность определения координат.

Точка БС — Базовая станция, точка 42 км — пункт на расстоянии 42 км от БС, точка 67 км — пункт на расстоянии 67 км от БС



стотах L1, L2, L3 и L5 от всех находящихся в зоне видимости навигационных космических аппаратов (НКА) глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS/NAVSTAR;

- обеспечивает формирование, хранение и передачу файлов «сырой» информации в формате RINEX с заданной дискретностью;

- рассчитывает и формирует корректирующую информацию по навигационным сигналам ГЛОНАСС и GPS;

- содержит встроенную систему телеметрии (диагностики) с возможностью дистанционной установки граничных значений (пороги выдачи сигнала тревоги), которая формирует сигналы телеметрии для контроля состояния узлов БС и анализа работоспособности. Сигналы телеметрии передаются оператору СВЧН по каналам связи.

Для обеспечения удаленной телеметрии и телеуправления было разработано специальное программное обеспечение (СПО) NavSCADA. В состав СПО входят следующие структурные модули:

- программное обеспечение оператора;
- база данных;
- служба мониторинга.

В рамках выполнения задачи телеуправления СПО реализует следующие функции:

- откл\вкл питания основных блоков на программном и аппаратном уровне;
- установка параметров регистрации навигационных данных;
- установка параметров регистрации метеоданных;
- установка параметров выдачи корректирующей информации.

СПО обеспечивает оператора СВЧН оперативной информацией о состоянии БС, а именно:

- наличие питания БС;
- состояние основных блоков станции;
- климатические параметры окружающей среды;
- климатические параметры внутри БС;
- уровень заряда аккумулятора;
- показания инклинометра.

В случае несанкционированного открытия двери или отклонения наблюдаемых параметров от допустимых значений СПО оповещает оператора СВЧН световыми и звуковыми сигналами, а также передает видеоизображение с видеокмеры, установленной в БС.

Базовая станция предназначена для работы в круглосуточном режиме и имеет в своем составе источник резервного питания, при этом в случае отключения электроэнергии в питающей электросети БС автоматически переключается на резервное питание без прерывания рабочего цикла. Резервное питание спроектировано таким образом, что обеспечивает полную работоспособность станции в течение не менее 10 часов в энергосберегающем режиме и не менее 72 часов при отключении УКВ радиомодема и системы обогрева станции. В случае полного отключения электропитания, в том числе резервного, при возобновлении электропитания БС включается автоматически и продолжает функционировать с теми же установочными параметрами и в той же конфигурации, в которой работала до отключения электропитания.

В состав БС входит метеостанция, которая позволяет определять температуру, давление и влажность окружающей среды, метеодатчики выносятся за пределы БС и помещения, где она установлена. Метеоданные передаются

потребителям СВСН наряду с навигационными данными и позволяют им уточнить свое местоположение.

БС предназначена для работы внутри помещения, при диапазоне температур окружающей среды от плюс 5°C до плюс 45°C. В тех случаях, когда БС необходимо разместить вне помещения, ее помещают внутрь изотермического шкафа. Изотермический шкаф (рисунок 3) был спроектирован специально для БС с учетом климатических условий республики и обеспечивает работоспособность БС в диапазоне температур окружающей среды от минус 50°C до плюс 50°C.

БС была сертифицирована и прошла все необходимые испытания, в том числе и на точность определения координат. Испытания на точность определения координат проходили по следующему сценарию:

1. БС настраивается на передачу корректирующей информации в формате RTCM. Передача корректирующей информации осуществляется посредством радиомодема;



| Наименование контрольной точки | Долгота | Широта | Высота (м) | Дисперсия (м) |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------|---------------|
| Точка 1 | 43°46'34.49236"C | 77°01'50.15466"B | 558,4833 | 0.0324 |
| Точка 2 | 43°46'34.47815"C | 77°01'49.91997"B | 558,3650 | 0.0491 |
| Точка 3 | 43°46'34.71998"C | 77°01'50.09846"B | 558,6217 | 0.0337 |

Таблица 1 –
Каталог измеренных координат

| Наименование контрольной точки | Координата Н измеренной точки (м) | Координата Н БС (м) Разница высот Н (м) | Разница высот Н (м) |
|--------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------|
| Точка 1 | 558,4833 | 1292,4832 | 733,9999 |
| Точка 2 | 558,3650 | 1292,4832 | 734,1182 |
| Точка 3 | 558,6217 | 1292,4832 | 733,8615 |

Таблица 2 –
Вычисляемая таблица разностей координаты Н

| Наименование контрольной точки | Наименование контрольной точки | Расстояние по данным МП (м) | Расстояние по данным лазерного дальномера (м) | Расхождение (м) |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|-----------------|
| Точка 1 | Точка 2 | 5,2667 | 5,258 | -0,0087 |
| Точка 2 | Точка 3 | 8,4640 | 8,435 | -0,0290 |
| Точка 3 | Точка 1 | 7,1366 | 7,164 | 0,0274 |

Таблица 1 –
Вычисляемая таблица расстояний между точками



Рисунок 4 — Структура опытного производства базовых станций для СВСН РК



2. мобильный приемник (МП) настраивается на прием корректирующей информации в формате RTCM;

3. на удаленном от БС пункте в трех точках в прямой видимости друг от друга устанавливаются штативы для крепления навигационной антенны;

4. лазерным дальномером замеряется расстояние между штативами;

5. на каждый штатив поочередно устанавливается навигационная антенна мобильного приемника, и результат решения дифференциальной коррекции в реальном масштабе времени записывается в запоминающее устройство МП;

6. на каждом штативе навигационная антенна мобильного приемника должна получать

дифференциальные поправки и выдавать результаты дифференциальной коррекции в течение не менее пяти минут для определения дисперсии полученных данных;

7. сохраненные МП данные обрабатываются в лаборатории, рассчитываются расстояния между вычисленными координатами, полученный результат сравнивается с данными, полученными лазерным дальномером.

Испытания проводились на расстояниях 42 км и 67 км от БС в направлении г. Капчагай (Рисунок 4). Несущая частота канала связи 436,5 МГц, ширина канала 25 кГц, скорость передач данных 9,6 кбит/с.

В данной статье в таблицах 1-3 представлены только

результаты испытаний на расстоянии 67 км от БС.

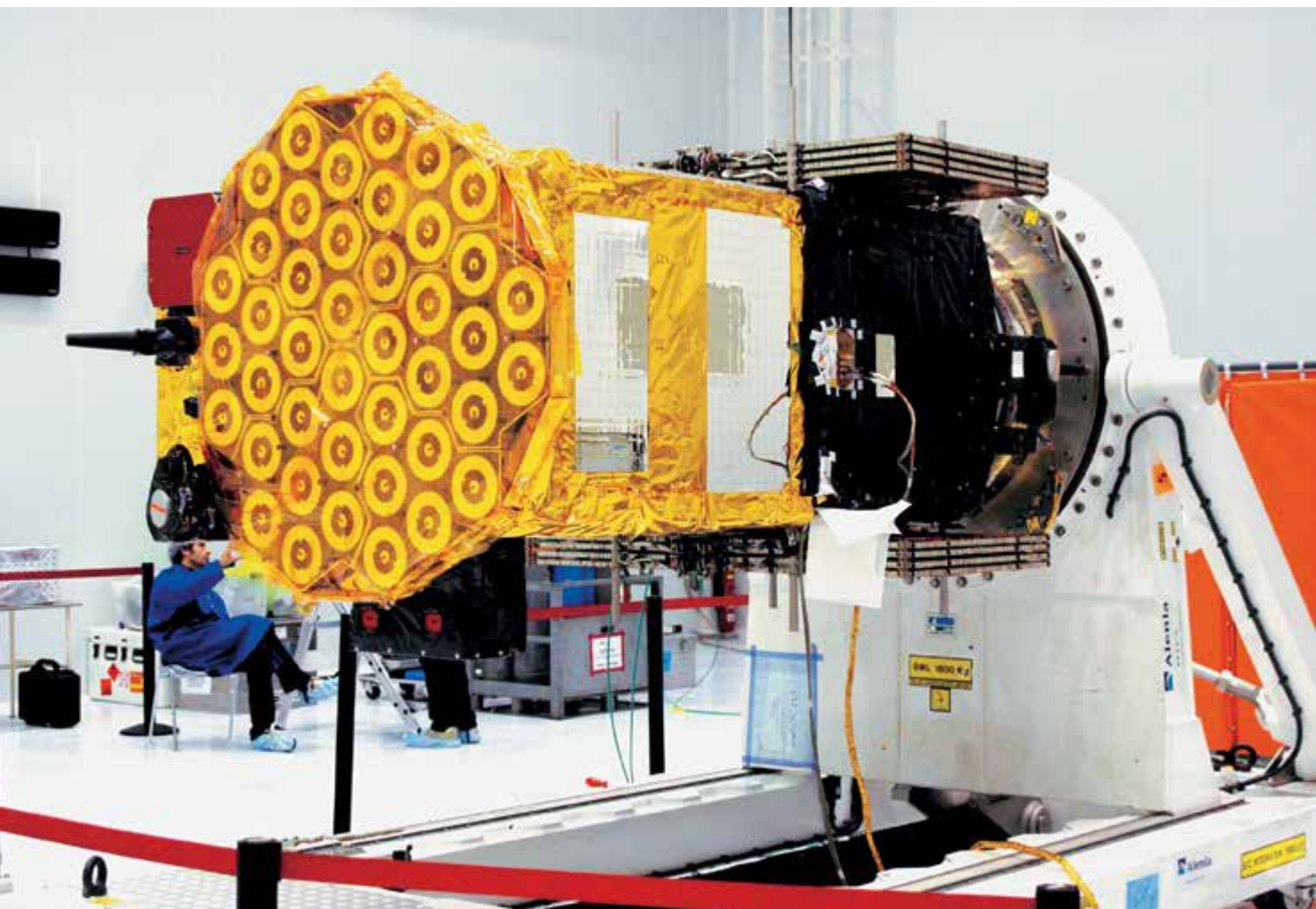
Результаты испытаний подтвердили соответствие БС требованиям технического задания. В реальном времени режим фазовой дифференциальной коррекции обеспечил точность 2-5 см.

По результатам испытательной конструкторской и технологической документации, а также опытные образцы БС и СПО были приняты заказчиком. Разработанная документация позволяет организовать производство необходимого количества БС для полного укомплектования СВСН РК.

В декабре 2012 года договор был успешно завершён с опережением первоначального графика на 3 месяца. В январе-феврале 2013 года в г. Астана были успешно проведены климатические испытания БС (вариант А) наружного исполнения.

В целях ускорения технологических процессов по завершению проекта СВСН РК, вопрос о заключении договора на производство 50 БС СВСН был вынесен на рассмотрение Совета директоров АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары». По мнению членов Совета директоров, Национальный центр космических исследований и технологий, обладая всеми необходимыми ресурсами, способен в кратчайшие сроки закупить все необходимые комплектующие и произвести сборку 50 БС комплектации, необходимой для создания наземной инфраструктуры СВСН РК.

После обсуждения данного вопроса 12 апреля 2013 г. Советом директоров АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары» было принято решение о заключении договора между АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары» и АО «Национальный центр космических исследований и технологий» на



производство 50 дифференциальных станций СВЧН, исполнителем работ по договору был определен ДТОО «Институт космической техники и технологий».

Для выполнения данного договора ДТОО «Институт космической техники и технологий» организовал опытное производство, структура которого представлена на рисунке 4.

Само производство было реализовано на двух производственных площадках:

- площадка №1 на базе завод «ГидроМаш»;
- площадка №2 на базе производственного участка по адресу ул. Спасская, 70).

Площадка №1 (завод «ГидроМаш») разделена на 4 участка.

1. Механический участок — механическая обработка рабочих панелей с проведением операций: сверление монтажных, крепежных отверстий по шаблону; распиловка кабельгонов и DiN реек, закрепление их на панели.

2. Участок прогона и калибровки UPS — входной контроль UPS и конвертеров, калибровка встроенного зарядного устройства под конкретный тип аккумуляторной батареи (АКБ) — установка границ заряда и разряда АКБ. Процесс тестирования и калибровки включает заряд — разряд АКБ под нагрузкой и занимает значительное время, поэтому производится параллельно с механической сборкой и электрическим монтажом на других участках.

3. Участок подготовки кабельной продукции — подготовка кабельной продукции к монтажу, включает следующие операции:

- нарезка, зачистка, законцовка проводов по шаблонам;
- обжим наконечников;
- маркировка проводов;
- контроль качества монтажа;
- контроль проводимости готового изделия.

4. Сборочный участок — процесс сборки панелей (рисунок 6) включает следующие операции:

- монтаж оборудования на рабочую панель в соответствии с конструкторской документацией;
- прокладка кабельных жгутов в кабельгонах;

Рисунок 5 —
Galileo на ступеле



Рисунок 6 —
Участок сборки
панелей

- подключение проводов к приборам и устройствам;
- «холодное» тестирование готового изделия;
- «горячее тестирование» готового изделия;
- подключение, проверка СПО NavSCADA;
- программирование контроллеров WAGO и маршрутизаторов CISCO.

На производственной площадке №2 (ул. Спасская, 70) находятся следующие участки:

1. Участок сборки шкафов БС — сборка коммутационных шкафов, включающая следующие операции:

- изготовление технологических отверстий под вентиляцию на боковых панелях шкафа;
- монтаж поворотной рамы, установка нагревателей, датчика закрытия двери, замков;
- упаковка готового изделия для последующей транспортировки.

2. Участок тестирования готовой продукции — выполняются следующие операции:

- монтаж и подключение всех периферийных устройств шкафа БС;
- монтаж рабочей панели на 19-дюймовую стойку;
- подведение электропитания, организация заземляющего контура;
- организация канала связи БС (Алматы) — РЦ СВСН (Астана);
- проведение сдаточных испытаний в соответствии с утвержденной Программой испытаний.

Все работы выполняются в строгом соответствии с графиком работ, определенным в договоре.

Для полноценного функционирования СВСН РК и доведения высокоточных дифференциальных поправок до конечного потребителя необходимо использование мобиль-

ных приемников или роверов. Ровер представляет собой высокоточный спутниковый навигационный приемник, обеспечивающий посредством каналов связи (УКВ, GSM/GPRS или мобильная спутниковая связь), прием кодовой и/или фазовой корректирующей информации, необходимой для высокоточного позиционирования объектов в процессе выполнения геодезических, топографических, маркшейдерских, геодинамических и прочих измерений и работ.

Следующим шагом в развитии проекта создания наземной инфраструктуры СВСН РК должна стать опытно-конструкторская разработка мобильных приемников (роверов), а на ее основе — производство отечественных мобильных приемников для пользователей системы высокоточной спутниковой навигации РК. ■

Launchers

Приложение к журналу «Космические исследования и технологии»

КОСМОДРОМЫ
И НОСИТЕЛИ



Антарес: на плечах гигантов

На смену Ангаре

Восход «Антареса», или Американская ракета как зеркало мирового ракетостроения



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



Orbital

21 апреля в истории американской и российской космонавтики произошло важное событие. В этот день в 17:00 местного времени (или в час ночи 22 апреля по московскому времени) со «Средне-Атлантического регионального космодрома» MARS (Mid-Atlantic Regional Spaceport), что на острове Уоллопс в Вирджинии, впервые стартовала новая ракета-носитель Antares. Первый полет — «миссия снижения рисков» — предназначался в первую очередь для проверки основных конструктивных решений носителя. Тем не менее, ракета несла и полезную

нагрузку — габаритно-весовой макет (ГВМ) автоматического грузового корабля Cygnus и четыре наноспутника: Dove-1, Alexander, Graham и Bell. Все они были успешно выведены на орбиты близкие к расчетным.

Успех пуска «Антареса» имеет куда более важные последствия, чем просто доставка в космос очередной партии космических аппаратов. С первого раза полетела совершенно новая ракета-носитель, ставшая второй «частной» РН, после Falcon 9 компании SpaceX, предназначенной для коммерческой доставки грузов на МКС в интересах пилотируемой программы США. Не менее важно и то, что впервые за свою более чем 40-летнюю историю в полете отработал советский двигатель НК-33, созданный еще по лунной программе СССР. Это настоящая победа самарских двигателестроителей из ОАО «Труд» — правопреемника легендарного конструкторского бюро Н.Д.Кузнецова.

Мы уже писали год назад об особенностях «частного космоса». Напомним лишь, что «Антарес» начал разрабаты-

ваться по инициативе компании Orbital Sciences Corp (OSC) в 2007 г. Первоначально ракета виделась в качестве недорогой замены ветерану американской космической программы — ракете «Дельта-2». Однако вскоре проект был переориентирован на участие в программе COTS по коммерческой доставке грузов на МКС. Дело в том, что все в том же 2007 году как раз оказалось свободным место одного из двух финалистов конкурса, состоявшегося годом ранее: обанкротилась компания Rocketplane-Kistler.

19 февраля 2008 г. OSC выиграла контракт NASA на выполнение демонстрационного полета. Сумма контракта составила 170 млн \$. Эти деньги заложили финансовую основу проекта новой транспортной системы. Добавив свои 150 млн \$, фирма OSC смогла спроектировать и носитель, и грузовой космический корабль. Вера NASA в «частников» была столь велика, что еще на стадии бумажного проектирования и начала опытно-конструкторских работ обе компании — SpaceX и OSC заключили договор с аме-

риканским космическим ведомством на услуги коммерческого снабжения CRS (Commercial Resupply Services). 23 декабря 2008 г. в портфеле Orbital оказался договор на выполнение восьми миссий к МКС на общую сумму 1.9 млрд \$.

По нынешним временам темпы создания нового носителя поражают — также как и у «Фалкона-9», путь «Антареса» от первой осевой линии на чертеже до первого полета занял примерно 5 лет. Каким же образом американцы смогли достичь таких результатов?

Как сделать носитель из «кубиков»

Быстрому созданию «Антареса» способствовали несколько факторов: новая система финансирования, опыт, блестящий менеджмент и... везение.

Новая система контрактации NASA, основанная на использовании договоров с фиксированной ценой стимулирует разработчиков не затягивать с проектированием и производством новой техники. Каждый год задержки влечет за собой банальное уменьшение прибыли: труд разработчиков надо оплачивать, а он ныне недешев. Такой подход также стимулирует фирму экономить деньги, ведь дополнительные издержки не будут оплачены заказчиком. Таким образом, новая система стимулирует создание недорогих образцов ракетно-космической техники.

Опыт и менеджмент OSC также сыграли важнейшую роль. Фирма с самого начала своей деятельности в середине 1980-х гг. проявила себя как выдающийся системный интегратор. К примеру, ракета «Пегас» была создана усилиями трех десятков проектантов из трех фирм, благодаря широкому применению отработанных технологий и готовых элементов. Если конкурент Элона



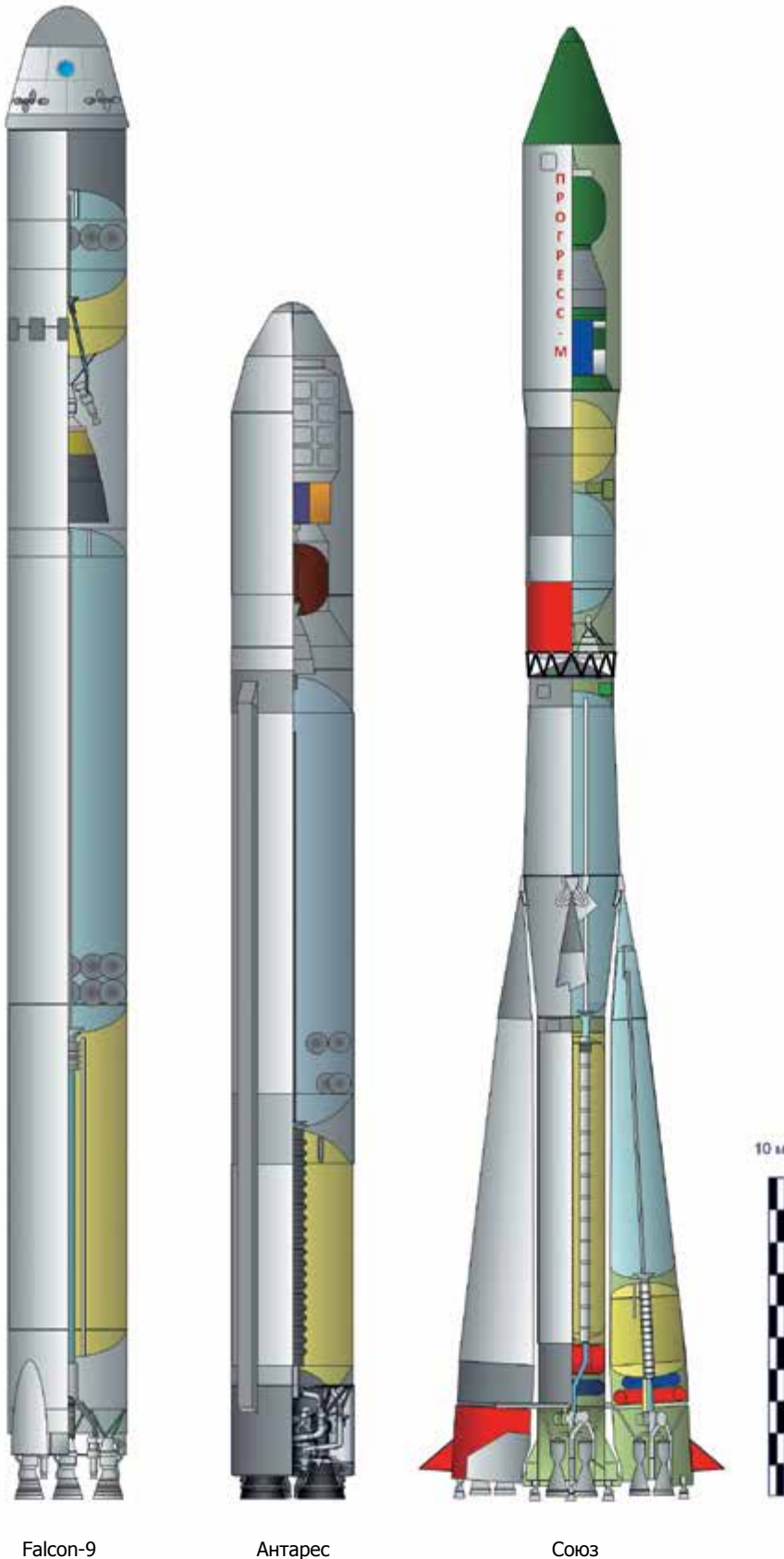
Маска — «Фалкон-9» проектировался и строился в русле философии «все делаю сам», то «Антарес» создавался по прямо противоположной концепции. Orbital сделала ставку на закупку у смежников почти всех компонентов будущего носителя: двигателей и конструкции ступеней. Даже стартовый

комплекс был заимствован у несостоявшейся коммерческой ракеты «Конестога», потерпевшей крах в 1990-х гг. В общем, «Антарес» — это гимн идеологии аутсорсинга!

Ну, и везение. Разорившийся Rocketplane-Kistler не только освободил «Антаресу» место под Солнцем, но и



Рисунок Д. Воронцова



Falcon-9

Антарес

Союз

оставил ему весьма ценное наследство — 36 выдающихся двигателей НК-33. Они были закуплены у американской компании Aerojet General в начале 1990-х для участия в конкурсе на двигатель для новой РН Atlas-3. Тогда победил российский же РД-180, созданный в НПО «Энергомаш». Но на самарские двигатели «положила глаз» компания Rocketplane-Kistler, начинавшая работу над многоразовой ракетой-носителем К-1.

До сих пор НК-33 обладают уникальным сочетанием низкой удельной массы и высоким удельным импульсом при высочайшем уровне подтвержденной надежности. Эти три качества «развязали руки» разработчикам. Опираясь на высокие энергетические возможности НК-33, доработанные в Aerojet, инженеры Orbital были более свободными в выборе технических решений. В частности, на второй ступени был применен не блестящий по энергетике, но надежный твердотопливный двигатель Castor 30, созданный фирмой ATK на основе двигателя Castor 120. В зависимости от варианта Antares способен выводить на низкую околоземную орбиту космические аппараты массой от 4 до 5.7 т. То есть, по своим энергетическим возможностям он несколько превосходит ракету «Дельта-2», но уступает российским «Союзам» и своему конкуренту «Фалкон-9».

Повезло OSC и в том, что на Украине оказался незагруженным огромный ракетно-космический комплекс — «Южмаш» и КБ «Южное». Именно последнее предприятие было выбрано поставщиком базовой конструкции первой ступени. «Южное» имеет опыт разработки не только РН «Зенит». В 1990-2000-х гг. на предприятии была проведена глубокая проработка ряда ракет-носителей

«Маяк». Первые ступени вариантов «Маяк-22 и 23» оказались близки по размерности к таковой у «Антареса»! На их основе и создавалась новая ступень, унифицированная, кстати, по диаметру с «Зенитом».

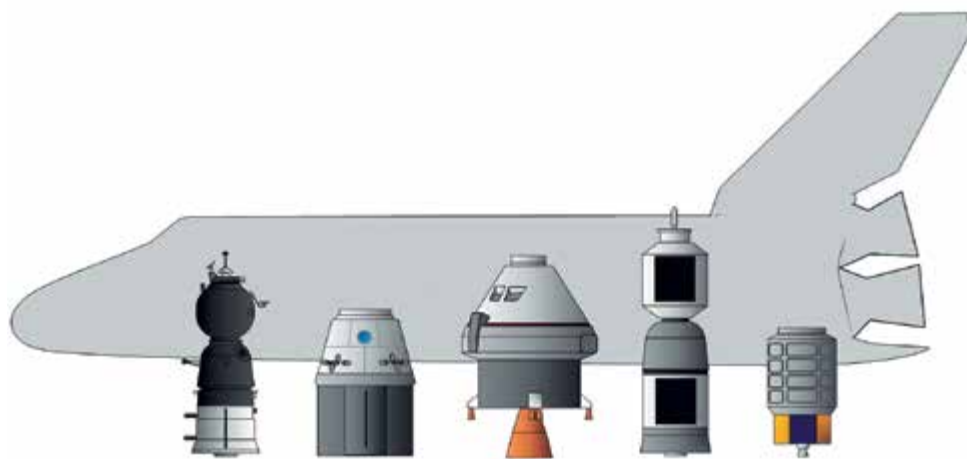
Удачное сочетание этих факторов и определило значительную часть успеха. Но, как говаривал А.В.Суворов: «Раз повезло, два повезло — помилуй Бог, ведь надобно и умение!». Поэтому признаем, определяющую роль в триумфе «Антареса» сыграли опыт и квалификация менеджеров и инженеров Orbital.

В общем, «Антарес» стал очередным носителем, собранным OSC «из кубиков», причем кубики эти были изготовлены в разных странах и даже в разное время. Какой из подходов — от SpaceX или от Orbital — является предпочтительным, сказать трудно: и тот и другой имеют как плюсы, так и минусы. В любом случае, они демонстрируют возможность довольно быстрого создания РН. Что разительно контрастирует с темпами развития ракетостроения на постсоветском пространстве.

А что у нас?

Успехи американского ракетостроения закономерно порождают желание сравнить ситуацию с происходящим у нас. На первый взгляд, картина удручающая: работы над «Ангарой» ведутся уже 20 лет, а первый пуск легкой РН «Союз-2.1» задерживается минимум на два года, в том числе и из-за неудачных огневых испытаний первой ступени в августе прошлого года, Украина никак не сделает «Циклон-4»...

Однако, если присмотреться, то можно заметить, что и в Европе ситуация немногим лучше. Там уже несколько лет ведутся дискуссии о необходимости разработки носителя «Ариан-6», более гибкого



и дешевого, чем находящаяся в эксплуатации ракета «Ариан-5». Первый полет новой РН, если решение о начале полномасштабной разработки будет принято в следующем году, состоится где-то после 2020 года. А как же стартовавшая в прошлом году новейшая «Вега»? Увы, она разрабатывалась 14 лет, стартовала с четырехлетним отставанием, и не является образцом экономичности, по крайней мере, пока.

В чем причины видимого отставания Старого света? Понятно, Россия, да и все страны СНГ в той или иной степени, пережили в 1990-х гг. социальные потрясения, негативно сказавшиеся на высокотехнологичных отраслях промышленности. Но ведь в Европе таких процессов не было. Представляется, что кроме прочего невысокие темпы прогресса в ракетостроении вызваны тем, что новые ракеты... не очень нужны. В самом деле, несмотря на некоторую устарелость конструктивной реализации, российские «Союзы» и «Протоны», а также «примкнувший к ним» «Зенит», являются вполне достаточными по своей энергетике и конкурентоспособными по цене. А потребность в легких носителях полностью закрывается «Днепрами» и «Рокотами». Примерно тоже самое можно

сказать и о парке европейских РН: «Ариан-5», «Союз-ST» и «Вега» вполне достаточны для решения всех современных задач. В том числе и поэтому особая спешка с обновлением ракетного парка не требуется.

И, тем не менее, опыт американских ракетчиков нельзя игнорировать. Стоит присмотреться и к практике проектирования и к новым схемам финансирования. Какие же перспективы открываются этими факторами?

Перспективы мнимые и реальные

В первую голову, надо отметить, что успешный старт «Антареса» с НК-33 существенно повышает шансы этого двигателя на возрождение. Сейчас в ОАО «Кузнецов» (г.Самара) ведется работа по возобновлению производства этого выдающегося двигателя. К этому процессу уже привлекли три десятка предприятий-смежников, в основном самарских. По словам руководителей проекта, уже воспроизведено около 50% технологических процессов. Апрельский успех, несомненно, укрепил уверенность разработчиков как двигателя так и ракет на его основе, в первую очередь «Союз-2.1в».

Судьба НК-33 — ключ к успеху программ с его исполь-

Рисунок
Д. Воронцова



зованием. Как известно, конкуренты не дремлют, и в НПО «Энергомаш» на основе «ангарского» РД-191 ведется разработка двигателей РД-193 для «Союза-2.1в» и РД-181 — для «Антареса». Однако не факт, что стоимостные параметры этих изделий окажутся подходящими для упомянутых проектов. Успешный полет американского носителя усиливает конкурентные позиции НК-33, давая возможность их продолжения.

Успех «Антареса» также дает основание предаться приятным фантазиям на тему о возможности быстрого создания ракет-носителей из готовых «кубиков» любой стране, имеющей более или менее развитую промышленность. Увы, здесь все не так просто. В соответствие с международными договорами над экспортом оружейных, и в частности, ракетных, технологий установлен довольно жесткий контроль. Достаточно вспомнить проект так и не состоявшейся японской ракеты-носителя Galaxy Express (GX-1). В ней предполагалось использовать первую ступень от РН «Атлас-3» и вто-

рую — национальной разработки, на сжиженном природном газе. При этом японцы должны были отправлять свою ступень в США, где американцы производили бы интеграцию носителя и осуществляли его пуски из Ванденберга. Т.е. по сути, ракета была бы скорее американской, нежели японской.

Доступность ракетных компонентов, особенно таких критически важных, как двигатели или система управления, также весьма сомнительна. Фактически, современные жидкостные ракетные двигатели из стран с рыночной экономикой создают и производят лишь США, Россия, Европа (в основном, Франция и Германия), Япония, Южная Корея и Украина. Получить ракетный двигатель из этих стран, за исключением России и Украины, крайне сложно. О том, что американцы не намерены ослаблять контроль над экспортом ракетных технологий, свидетельствует недавнее заявление Госдепа США контролировать суборбитальные туристические запуски, которые «частники» намерены выполнять за рубежом.

В силу этих обстоятельств, например, крайне трудно представить себе эксплуатацию «Антареса» с Байконура. Кроме вышеперечисленных обстоятельств, казахстанский космодром имеет менее привлекательное географическое положение, чем американские космодромы. К тому же новый американский носитель не обладает качествами, необходимыми для коммерческого использования. Его энергетика недостаточна для миссий на ГСО/ГПО, а изначальная концепция проекта не слишком предполагает к ее наращиванию. Дело в том, что перед разработчиками с самого начала стояла задача создания носителя с минимально возможной стоимостью разработки и производства, с тем, чтобы РН могла окупаться при 2-4 стартах в год. Любая существенная доработка — например, за счет новых высокоэнергетических ступеней — ломает эту стройную идею. Пока что «Антарес» рассчитан на выполнение 10 полетов, первый из которых уже состоялся. Второй испытательный полет — уже для демонстрации в рамках программы COTS — может состояться осенью, а первая штатная миссия CRS — в конце текущего года. Даты остальных миссий еще не определены.

Однако, сама по себе концепция недорогого «международного» носителя, в принципе, может быть реализована в СНГ, но в иной «конфигурации» участников. Если напрячь воображение, то можно представить себе международный консорциум из фирм России, Казахстана и Украины. К примеру, КБ «Южное» и «Южмаш» могли бы стать поставщиками первой ступени, аналогичной по размерности примененной в «Антаресе». Российские предприятия взяли бы на себя поставку двигателей НК-33 и вер-



ней ступени, например, блока И от «Союза-2» или «Союза-ФГ». Впрочем, возможны и иные варианты. К примеру, можно попробовать привлечь в качестве системного интегратора... корпорацию Orbital. Но, опять же, такая возможность требует подтверждения. Казахстан в данных проектах может выступить в нескольких ролях.

Во-первых, Казахстан может принять участие в финансировании восстановления производства двигателей НК-33 и разработке самой РН. Во-вторых, на территории страны возможно освоение производства каких-либо компонентов гипотетического носителя, например, головного обтекателя. Наконец, пожалуй, самое главное — Казахстан предоставит космодром Байконур. А именно — стартовый комплекс «Зенита», ведь первая ступень «Антареса из СНГ» — это производное от первой ступени «Зенита»!

В принципе, технических препятствий для такого проекта нет, дело как обычно упирается в политику и экономику. Предположим, что консенсус

найден, политическая воля проявлена. Остается вопрос — для чего нужен новый носитель, сколько он будет стоить? По своим энергетическим характеристикам рассматриваемая ракета будет сопоставима с РН «Союз-2», может быть, немного лучше. Для коммерции этого недостаточно — основные деньги в пусковом бизнесе делаются на запусках геостационарных спутников связи. В любом случае, «Союз-СТ», стартующий из приэкваториального космодрома в Куру будет лучше. По сути, для международного среднего носителя будет открыта ниша запусков в интересах науки, обороны и прикладных программ (связь ДЗЗ). При стоимости разработки в районе 150-300 млн \$ и затратах на пуск в пределах 30-50 млн \$, ожидать положительной рентабельности проекта было бы наивно.

И все же... Если изначально ставить целью не «освоение бюджетных средств» и не погоню за прибылью, а решение определенных задач с минимальными затратами, то проект может быть реально-

стью. Например, увеличение серийного выпуска ракет и их компонентов на «Южмаше», в теории позволит снизить себестоимость «Зенита», что в свою очередь приведет к увеличению рентабельности его пусков. Новый носитель может стать своеобразным дополнением к «Зениту», выполняя бюджетные запуски научных и прикладных КА. К примеру, на базе нового носителя можно реализовать обширную программу недорогих межпланетных зондов. Впрочем, это тема для отдельного разговора. Прибыль, полученную от запусков «Зенита», освобожденного от подобных миссий, можно пустить на восстановление второго стартового сооружения. В результате, на Байконуре может возникнуть что-то вроде комплексного ракетно-космического кластера, в котором средства выведения будут взаимно дополнять друг друга. Это обеспечит устойчивость и достаточно высокую эффективность космических проектов. Но, повторимся, для этого требуется четкое осознание целей, политическая воля и определенные ресурсы. ■

ЗЕНИТ: ракета с «чистого листа»

Олег ТВЕРСКОЙ
космодром Байконур



Перевод программы «Байтерек» с «Ангары» на «Зенит», естественно, резко повысил интерес к последней в Казахстане. В предлагаемой ниже статье рассказывается о ракете и ее истории.

Первая ступень для «Энергии»

Конец 70-х и 80-е годы прошлого века были ознаменованы для космической промышленности СССР масштабными работами по программе «Энергия-Буран».

По проекту первая ступень «Энергии» должна была представлять собой связку из четырех кислородно-керосиновых блоков с тягой более 700 тонн каждый. Опыта создания ракетных двигателей подобной мощности в мире еще не было — даже знаменитый однокамерный двигатель F-1, устанавливавшийся на первую ступень американской лунной ракеты-носителя «Сатурн-5», имел тягу меньше на 5%. К тому же, новый двигатель должен был иметь габариты в полтора раза меньше, чем F-1. Решено было двигатель первой ступени отработать отдельно, создав для этого специальную ракету. Так и появился проект «Зенит». Разра-

ботка ракеты была поручена КБ «Южное» в Днепропетровске, а ее производство — заводу «Южмаш». Генеральным конструктором ракеты был назначен В.Ф.Уткин. На тот момент «Южане» были самыми «продвинутыми» в разработке боевых межконтинентальных баллистических ракет и в широком применении инноваций и новых технологий. И новую ракету они конструировали по передовым технологиям. Для «Зенита» была создана широкая кооперация участников: хотя ракету и называют «украинской», более 70% ее компонентов, в том числе двигатели, производятся на российских предприятиях.

Двухступенчатая РН «Зенит» относится к ракетам среднего класса и предназначена для выведения на орбиты космических аппаратов различного назначения массой от 3 до 12 тонн (число наименований аппаратов в проектах превышало полтора десятка). На первой ступени устанавливается кислородно-керосиновый ЖРД РД-171 тягой 740 тс.

Система управления носителя использует бортовую цифровую вычислительную машину, обеспечивающую автоматическую подготовку ракеты-носи-



РД-170 — жидкостный ракетный двигатель, разработанный КБ «Энергомаш» (начало работ 1976 г). Является самым мощным ракетным двигателем на жидких компонентах топлива из когда-либо созданных.

теля к пуску и высокую точность выведения космических аппаратов на орбиту.

Наземное оборудование подготовки и проведения пуска разработано Конструкторским бюро транспортного машиностроения (КБТМ), г. Москва. Подготовка ракеты в монтажно-испытательном корпусе (на техническом комплексе) выполняется в горизонтальном положении. После стыковки к ракете-носителю космической головной части с космическим аппаратом, ракета космического назначения укладывается на транспортно-установочный агрегат и вывозится на стартовый комплекс. В проекте стартового комплекса была реализована концепция «безлюдного старта», когда все операции на нулевой отметке: установка ракеты в вертикальное положение, стыковка проверочных и заправочных



коммуникаций, заправка ракеты и ее пуск проводятся автоматически, без участия обслуживающего персонала, при этом специалисты лишь контролируют прохождение автоматических стыковок. Минимальное время от установки ракеты в вертикальное положение до ее пуска составляет полтора часа. Ракета стартует очень «аккуратно», не повреждая пусковой стол и оборудование, поэтому пусковой стол после пуска готов к приему следующей ракеты, и нет необходимости проводить ремонтно-восстановительные работы и замену узлов разового действия.

В технологию проверок и сборки ракеты на космодроме, ее подготовки к пуску изначально закладывалось требование удобства работы для персонала. Проект отвечал самым высоким требованиям по безопасности и экологической чистоте.

Ракета-носитель «Зенит-2» (11К77)

Стартовая масса, тонн: 459

Длина, метров: 57

Максимальная полезная нагрузка, выводимая на орбиты высотой 200 км, тонн: 13,7

Первая ступень

Длина, метров: 32,9

Диаметр, метров: 3,9

Масса сухая, тонн: 28

Масса стартовая, тонн: 353

Двигатель: РД-171

Топливо: керосин + жидкий кислород

Время работы, секунд: 145

Вторая ступень

Длина, метров: 10,4

Диаметр, метров: 3,9

Масса сухая, тонн: 8,5

Масса стартовая, тонн: 90,5

Двигатель маршевый: РД-120 (11Д123),

рулевой: РД-8

Топливо: керосин + жидкий кислород

Время работы, секунд: 380

Рулевой двигатель может работать

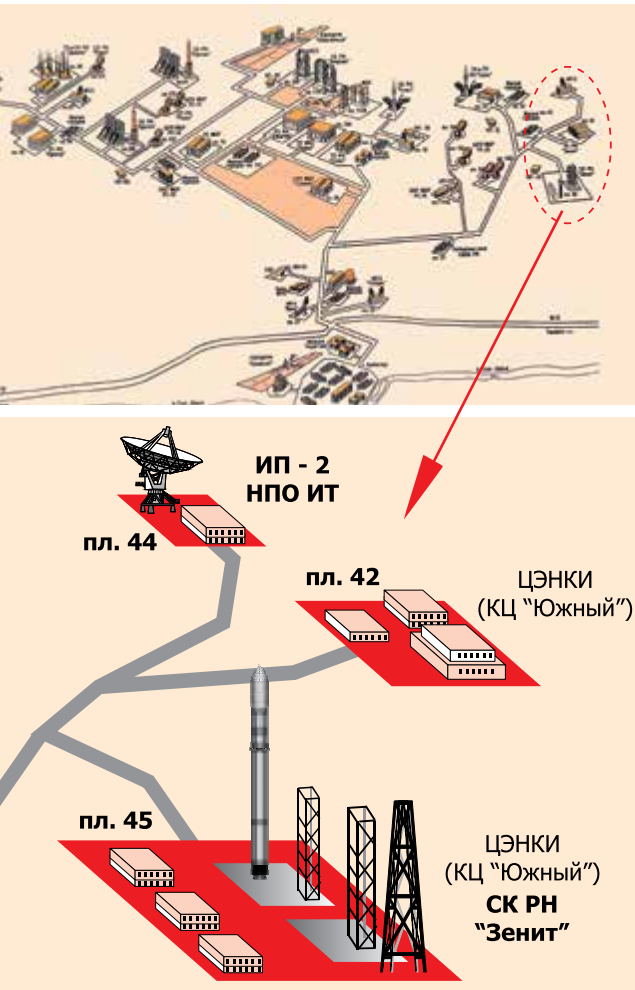
длительное время после выключения

маршевого, секунд: 1300

Головной обтекатель

Длина, метров: 13,7

Диаметр, метров: 3,9



Создание инфраструктуры

В 1979 году на космодроме началась отрывка котлована под будущий стартовый комплекс, в проектной документации получивший индекс «площадка 45». Под техническую позицию решено было переоборудовать монтажно-испытательный корпус площадки 42, оставшийся после испытаний ракеты Р-36М. Формируемые военные испытательные подразделения и командированные на космодром представители промышленности размещались рядом, на площадке 43 космодрома.

Строительство объектов для «Зенита» и создание войсковых частей для его эксплуатации шло ударными темпами под неусыпным контролем МОМ (Министерства

общего машиностроения) и Минобороны СССР: ЦК КПСС придавал программе «Буран» приоритетное значение и на «птичку» денег и сил не жалели.

Взлеты и падения «Зенита»

13 апреля 1985 года с Байконура стартовала первая ракета-носитель «Зенит». Так начались летно-конструкторские испытания ракеты. Проходили они достаточно трудно — два первых пуска были аварийными, третий — успешным, при четвертом вновь возникли проблемы на второй ступени. С лета 1986 года «Зенит» стал летать лучше, серия из 9 пусков 1986 — 88 годов была успешной. В мае 1989 года вновь удачный пуск, но научно-технический совет космодрома дает отрицательное заключение по результатам летных испытаний, а акт Государственной комиссии о приеме «Зенита» на вооружение руководство космодрома подписывает с «особым мнением». Эксплуатационников в лице военных смущали постоянные технические проблемы, возникавшие при работах с ракетой на космодроме, низкое качество комплектующих и затягивание промышленностью проверки «Зенита» на максимальную грузоподъемность.

Дальнейшие события показали, что жесткая позиция испытателей космодрома была правильной. При очередном пуске 4 октября 1990 года произошла крупная авария. На третьей секунде полета отказал двигатель первой ступени и ракета, едва приподнявшись над стартовым комплексом, рухнула назад. Взорвавшись в газоход, она полностью разрушила стартовое устройство. Выполняются доработки ракеты, но следующий пуск 30 августа 1991 года вновь был аварийным, теперь по вине второй ступени. Очередные

поиски возможных причин аварии, доработки.

Пуск 5 февраля 1992 года ракета выполняла в статусе «украинской»: СССР распался и теперь «Зениты» Россия закупала на Украине. Увы, премьера оказалась провальной: вновь авария на второй ступени, причем, точно такая же, как и на предыдущем пуске. Очередная комиссия, расследование, доработки.

Два пуска конца 1992 году были успешными, серия успешных пусков продолжилась в 1993 (2 пуска) и 1994 годах (4 пуска). Казалось, все налаживается. На «Зенит» посматривают коммерческие заказчики с Запада, рождается проект пусков ракеты с экватора с морской платформы.

Создание «Морского старта»

В 1995 году создается международный консорциум Sea Launch Company («Си Ланч Компани», SLC). В него вошли американская фирма Boeing Commercial Space Company («Боинг Коммерциал Спэйс Компани»), дочернее предприятие аэрокосмической корпорации «Боинг»), обеспечивающая общее руководство и финансирование (40% капитала), российская Ракетно-космическая корпорация «Энергия» (25%), украинские КБ «Южное» (5 %) и ПО «Южмаш» (10%), а также норвежская судостроительная компания Aker Kværner («Акер Кварнер», 20%). Начальная стоимость проекта составила \$3,5 млрд. На эти деньги был реализован проект: приобретена морская платформа «Одиссей» и выполнено ее переоборудование под стартовый комплекс для ракеты «Зенит»; построено сборочно-командное судно, доработаны ракета-носитель (получившая обозначение «Зенит-2S») и разгонный блок ДМ (получивший наиме-



нование ДМ-SL). Трехступенчатая ракета получила наименование «Зенит-3SL».

У проекта «Морской старт» было одно существенное конкурентное преимущество: спутники не ввозились на иностранную территорию, что существенно облегчало получение лицензии на пуск от государственных органов США. Обычно получить лицензию на ввоз космических аппаратов, содержащих американские комплектующие, стоит немало времени и сил, а для некоторых спутников такую лицензию получить в принципе невозможно. «Морской старт» — американская территория, даже на платформе «Одиссей» и на сборочно-командном судне определены

помещения, куда россиянам и украинцам вход запрещен.

«Зенит» на Байконуре: продолжение истории

В 1995 и 1996 годах состоялось по одному пуску «Зенитов», они были успешными, а вот весна 1997 вновь разочаровала: стартовавшая 20 мая ракета прекратила полет на 48-й секунде. 10 июля 1998 — пуск «Зенита-2» с российским научным спутником «Ресурс» и пятью небольшими коммерческими космическими аппаратами прошел успешно. Лето 1998 года, вновь успешный запуск.

Следующий пуск имел принципиальное значение в коммерческой судьбе «Зенита»: ему предстояло вывести на орбиту кластер из двенадцати кос-

Первая и вторая ступени ракеты морского «Зенита» по размерам аналогичны запущавшимся с Байконура, однако «внутренности» ракеты отличаются «цифровизацией». Новым в проекте было и применение разгонного блока ДМ-SL. Этот разгонный блок длиной 4,9 метра и диаметром 3,7 метра оснащен двигателем РД-58М, работающим на керосине и жидком кислороде. Применение разгонного блока позволило использовать ракету для выведения космических аппаратов на орбиту, переходную к стационарной или на геостационарную. Для «комфортного» размещения «рыхлых» западных космических аппаратов был применен головной обтекатель длиной 11,4 метра и диаметром 4,15 метра.

Грузоподъемность ракеты-носителя «Зенит-3SL» составила:

- на геостационарную орбиту, тонн — 2,9
- на геопереходную орбиту (200x36000 км), тонн — 5,7.



мических аппаратов Globalstar («Глобалстар»). Ракета успешно стартовала, но из-за отказа системы управления ее полет был прекращен и обломки ракеты и спутников упали в Алтайском крае. Удар по репутации ракеты был огромным. «Глобалстар» перенес дальнейшие пуски своих спутников на более надежные ракеты «Союз», другие коммерсанты предпочли «Протоны» или «Арианы». У «Зенита» на Байконуре остались только российские нагрузки, но их для полноценной жизни было мало: в 1999 году проводится один пуск, в 2000-м — два, в 2001 — один. Потом последовал трехлетний перерыв и лишь в 2004 году был проведен один пуск.

Заложница границ

Все, кто когда-либо прикасался к «Зениту», в один голос утверждают — будь у ракеты

еще два-три года на отработку, ее судьба была бы иной: до развала СССР ракета успела совершить полтора десятка полетов, и для доведения «Зенита» был нужен еще десяток пусков. Но СССР распался, ракета стала «украинской», отношения между Россией и Украиной часто были не идеальны, причем настолько, что в проекте «Морского старта» наряду с «Зенитом» фигурировал и «Протон», и одним из главных аргументов в пользу тяжелой российской ракеты было: «зато не будет проблем с Украиной...». Россия готова была поставлять свои комплектующие на Украину и покупать готовые ракеты, но вкладывать деньги в доработки «Зенита» не собиралась. Рассматривался проект сборки ракеты «Зенит» в России полностью из российских комплектующих, но развития он не получил.

По советской традиции, производители ракет занимались и разработкой спутников, и, естественно, предпочитали запускать их на «своих» ракетах. «Южане» для «Зенита-2» разрабатывали несколько космических аппаратов, в основном, военного назначения. Считается, что из первых трех десятков пусков ракеты «Зенит» при двух десятках запусков в качестве полезной нагрузки выступал спутник военной радиоэлектронной разведки «Целина-2».

«Целина» был спутником, предназначенным для военных, и производился на Украине. Если бы отношения с Украиной были союзническими, то это еще можно было бы допустить, но делать спутник для Генштаба в не совсем дружественном государстве... Российская промышленность уже в начале 90-х стала разрабатывать

Эксперты предполагают, что на базе космического аппарата «Целина-2» позднее был создан научный спутник «Океан-О» и на основе этого строят описание «Целины». Спутник должен был иметь вертикальную компоновку с трехосной системой ориентации и стабилизации и оснащаться радиоприемной аппаратурой «Корвет». При массе более 6 тонн и длине в 10,6 м, гарантийный срок работы КА на орбите должен был составлять три года.

новые спутники для военных, которые изготавливались на российских предприятиях и из российских комплектующих. В конце 80-х и первой половине 90-х проводилось по два пуска в год ракеты «Зенит-2» со спутниками «Целина-2». Во второй половине 90-х темп пусков падает до одной «Целины» в год, а в новом веке проводится по одному пуску в три года, чтобы обеспечить присутствие на орбите одного спутника. Последняя «Целина-2» стартовала с Байконура в 2007 года. Расстреливая запас спутников из арсеналов, Минобороны России делало ставку на отечественных производителей и потребность в «Целине-2» отпала.

«Зенит» оказался заложником распада СССР и из-за этого лишился большей части потенциальной полезной нагрузки. При пусках с Байконура теперь он мог рассчитывать

только на «науку» и «коммерцию». Выпуск ракеты на «Южмаше» сокращается. Но всякое сокращение производства с оптового (для ракетной техники — обычно мелкооптового) до штучного приводит к удорожанию конечной продукции и снижает конкурентоспособность ракеты на рынке коммерческих космических услуг.

Взлеты и падения «Морского старта»

28 марта 1999 года с платформы «Одиссей» был выполнен демонстрационный пуск ракеты «Зенит-3SL». Так о своем рождении заявил «Морской старт». Через полгода, 9 октября проводится успешный пуск спутника DIRECTV 1-R. Еще через полгода стартует очередной «Зенит-3SL» со спутником системы мобильной связи ICO F-1. Увы, пуск оказался аварийным, «виновата» была вторая ступень ракеты. Следующие два десятка пусков были успешными (лишь один из них получил статус «частично успешного»: из-за преждевременного отключения разгонного блока, Telstar-18 пришлось довыво-



дить в нужную точку на собственном двигателе).

30 января 2007 года происходит авария при пуске «Зенита-3SL» со спутником

«Литеры и индексы»

По заведенной в СССР практике, всей космической технике (заказывавшейся военными) присваивались «военные» индексы, под которыми она и фигурировала в документации. «Зенит-2» получил индекс «11К77». «Зенит» для «Морского старта» был обозначен как «Зенит-3SL» («Зенит — 3 ступени Sea Launch»). «Морской» двухступенчатый «Зенит», созданный для Байконура получил наименование «Зенит-2SLБ» («Зенит — 2 ступени Sea Launch Байконур»), а трехступенчатый — «Зенит-3SLБ». Еще одно наименование, «Зенит-3SLБФ», означает («Зенит — 3 ступени Sea Launch Байконур Фрегат»). Наряду с этим для ракет, стартующих в настоящее время с Байконура, применяется и «классическая» номенклатура «Зенит-2М» и «Зенит-3М». Автору именно последние варианты наименования ракеты кажутся наиболее приемлемыми: российские ГОСТы не допускают смешения кириллицы и латиницы; само наименование SLБ («Sea Launch Байконур») является недопустимой игрой слов и чем-то напоминает «подводную лодку для пустыни»; кроме того, при сохранении «силовческого» подхода, применение каждого нового разгонного блока будет вынуждать применять все новые аббревиатуры. В случае использования наименований «Зенит-2М» и «Зенит-3М», после наименования ракеты указывается наименование разгонного блока (как это применяется на ракетах «Союз» и «Протон») и этого оказывается достаточно, например «Зенит-3М» с РБ «Фрегат-СБ» (либо «Зенит-3М/Фрегат-СБ»)...



NSS-8. Ракета взрывается при старте, и ее обломки падают в океан и рассыпаются по платформе. Авария напоминала аварийный пуск с Байконура 4 октября 1990 года, однако, морская платформа при аварии получила незначительные повреждения — взрывная волна была поглощена океаном...

И если первый аварийный пуск со спутником ICO на репутацию ракеты существенно не повлиял, то авария января 2007 года нанесла по ней серьезный удар. Было понятно, что на выявление виновника и ремонт платформы уйдет немало времени. Все это время спутники, стоявшие в очереди на орбиту, будут на земле: оперативно перейти на другие ракеты не так просто, и другого выбора нет. А вот для потенциальных заказчиков, которые только заказывали производство своих спутников, появился повод поискать другие ракеты.

В течение целого года суда «Морского старта» стояли на приколе, работу они возобновили в начале 2008 года, за этот год провели пять успеш-

ных пусков, разгрузив очередь, возникшую из спутников, ждавших «путевки в космос», пока шел ремонт.

От «Морского старта» к «наземному»

Естественно, что все участники «зенитовской» кооперации были заинтересованы в том, чтобы с Байконура темп пусков «Зенита» оставался минимально приемлемым. Оптимальный вариант — запускать коммерческий трехступенчатый носитель, аналогичный «Зениту-3SL». Расчеты показали, что в этом случае с Байконура можно будет вывести на геопереходную орбиту полезный груз массой до 3600 кг. и до 1600 кг. — на геостационарную. Но для этого необходимо было модернизировать инфраструктуру космодрома и немного доработать ракету, адаптировав ее. Естественно, как и всегда в подобной ситуации, встал вопрос финансирования. Решение оказалось нетривиальным — к финансированию проекта подключилась «Уральская горно-металлургическая компа-

ния», ставшая стратегическим инвестором и вложившая капитал в компанию «Международные космические услуги» (МКУ), через которую выполнялись доработки ракеты-носителя «Зенит» и наземного оборудования. Какую сумму УГМК выделил на проект неизвестно, но понятно, что доработки ракеты и модернизация «наземки» на Байконуре, занявшие более трех лет, обошлись в миллионы рублей.

В 2004 – 2007 годах на площадках №42 и 45 был выполнен большой объем работ по ремонту и замене устаревшего оборудования, проведению модернизации систем и испытательного оборудования. Монтажно-испытательный корпус площадки 42 космодрома прошел реконструкцию, были заменены системы вентиляции и отопления, электроснабжения и связи, созданы помещения для работы иностранных представителей. Для гарантированного теплоснабжения рядом с монтажным корпусом построили эффективную мини-котельную. Чтобы обеспечить нормальные бытовые условия для специалистов, прибывающих на космодром, на площадке 43 провели ремонт нескольких зданий. Не меньший объем работ был выполнен и на стартовом комплексе «Зенита» на площадке 45 космодрома. Здесь демонтировали старое и смонтировали новое оборудование, в том числе компьютерную систему управления. Отремонтировали бункер пуска и другие сооружения. В начале 2008 года на стартовом комплексе построили систему заправки компонентами топлива разгонного блока ДМ-SLB.

Морской старт: дела финансовые и космические

Поскольку проект «Морского старта» с самого начала являлся коммерческим, то есть

направленным на получение прибыли, для его участников критически важно было выдержать необходимый темп пусков: чтобы морской стартовый комплекс себя окупал и приносил прибыль, с него ежегодно должно производиться минимум 5 пусков. При 6 пусках в год появляются средства на модернизацию оборудования, рекламу и дальнейшее развитие. Причем, за каждый выход в море нужно было проводить по два-три пуска. «Морской старт» не смог выйти на подобный темп пусков. И причина здесь не столько в «морском Зените», сколько в резко изменившихся обстоятельствах. При создании проекта основная надежда была на бурное развитие систем мобильной космической связи. В начале 90-х считалось, что именно здесь будет очередная «точка роста», и параллельно шла разработка около десятка систем. Увы, коммерчески выгоднее оказалось создавать системы наземной сотовой связи, и до стадии реализации добрались лишь Globalstar («Глобалстар») и Iridium («Иридиум»). А «Морскому старту» пришлось переносить внимание на геостационарные телекоммуникационные спутники. Но на этом секторе рынка уже успешно трудились российские «Протоны» и европейские «Арианы», кое-что запускали американцы и китайцы и отдавать свою долю рынка никто не собирался.

Расходы на содержание проекта «Морской старт» оставались высокими, выручки от коммерческих пусков не хватало на их покрытие.

В 2009 году компания объявила себя банкротом. Долги компании на момент подачи иска оценивались в \$1 млрд., а стоимость чистых активов составляла всего \$100 млн. В соответствии с процедурой

банкротства прошла реструктуризацию, большая часть долга была списана. Крупнейший акционер корпорация Boeing решила не спасать «Морской старт», так как, видимо, разочаровалась в проекте.

На помощь тонущему проекту неожиданно пришла РКК «Энергия», получившая 95% акций «Морского старта». Западные участники сохранили за собой символические 3% (Boeing) и 2% (Aker) капитала консорциума. «Энергия» пытается «перезагрузить» проект и настойчиво ищет заказчиков. В 2009 году стартовала одна ракета, в 2011-м — тоже одна. В 2012 году было проведено три пуска телекоммуникационных спутников.

Казалось, у «Морского старта» появляется шанс получить новые контракты. Увы. При очередном пуске, 1 февраля 2013 года, сразу же после старта «Зенита» в работе первой ступени начались отклонения и спутник Intelsat-27 вместе с ракетой упал в океан.

Всего, начиная с первого демонстрационного пуска, с «Морского старта» состоялось 35 пусков, три из них оказались аварийными. При проектировании комплекса специалисты рассчитывали, что вероятность безотказной работы средств выведения составит не менее 95%. Практика показала, что расчеты надежности были завышенными.

Авария серьезно подкосила проект и не понятно, выйдут ли еще в океан суда «Морского старта»: у компании имеется два контракта, но долги нарастают, перспектив выйти из убытков нет, кредиторы не спешат на помощь, и непонятно как долго еще сможет продержаться «Морской старт»...

Байконур: путевка в жизнь для «Зенит-М»

Между тем, модернизация объектов «Зенита» на правом

ОАО «Уральская горно-металлургическая компания» (УГМК) —

русская металлургическая компания, второй по величине производитель меди в России. УГМК объединяет активы более 40 предприятий, расположенных в 11 регионах России. На УГМК приходится 25 % российского рынка проката цветных металлов, более 50 % европейского рынка медных порошков, около 60-70 % российского экспорта угля в страны Западной и Восточной Европы. Общая численность персонала более 70 тыс. человек. Годовой оборот предприятий компании за год около 250 млрд. рублей. Чистая прибыль порядка 5 — 6 млрд. руб.

фланге космодрома успешно завершилась в 2007 году. 20 мая с 45-й площадки космодрома стартовала «переходная» двухступенчатая ракета. Часть ее систем были новыми, применявшимися на «Морском старте», а часть — от «Зенита-2». Этот пуск явился «квалификационным» — подтверждающим готовность космодрома работать с новой ракетой.

28 апреля 2008 года с Байконура стартовал «Зенит-3М» («Зенит-3SLБ») с израильским телекоммуникационным спутником «АМОС-3». Пуск был успешным. В 2009 году с Байконура выполняется еще три коммерческих пуска «Зенита-3М», в 2011 году — три пуска с российскими спутниками и один — с коммерческим спутником связи. При этом впервые опробуется новый разгонный блок — при пусках 20 января и 18 июня с российскими «Электро-Л» и «Спектр-Р» применяется «Фрегат-СБ».

Параллельно с пусками, на Байконуре продолжался перевод наземного проверочного оборудования на цифровые



Разгонный блок «Фрегат-СБ»

(«Фрегат — сбрасываемые баки»)

Стартовая масса РБ «Фрегат-СБ» составляет от 10,3 до 16,4 тонн. Длина, метров — 2,4; диаметр, метров — 3,87.

Применение этого разгонного блока на «Зените» позволяет ракете выводить:

- на геостационарную орбиту, тонн — более 2;
- на переходную к стационарной, тонн — от 4 до 4,6.

системы — вместо громоздких шкафов с тумблерами и лампочками, испытатели получили в свое распоряжение компьютеры, а программное обеспечение заменило многотомные инструкции.

В ближайшие три года с Байконура должны стартовать пять «Зенитов-3М». На 2013 года намечен пуск израильского телекоммуникационного спутника Amos-4 («АМОС-4»). В этом пуске в качестве третьей ступени (разгонного блока будет применяться ДМ-SLB). Для запусков российских «Спектр-РГ», «Электро-Л» №2 и №3 будет использован «Фрегат-СБ». Этот же разгонный блок выведет в космос и первый спутник связи Украины — «Либідь».

Подводные камни совместного проекта

Первая проблема, с которой стороны неизбежно столкнутся при вхождении Казахстана в проект «Зенит» — формат участия. С «Байтереком» на ракете «Ангара» все было вроде бы понятно: проект совместный, Россия финансирует создание ракеты-носителя, потратив на разработку носителя, по разным оценкам от \$3 до \$7 млрд. (Точных данных нет — средства на разработку ракеты выделяются на паритетной основе Роскосмосом и Минобороны России, участие военных обязывает «секретить» бюджет. Но даже сумма в \$7 млрд. не кажется фантастикой — именно в \$7 млрд. обошлась Европе разработка ракеты-носителя «Ариан-5». Но европейцы уложились в 10 лет, а «Ангара» разрабатывается почти два десятилетия, что приводит к неизбежному удорожанию проекта).

Казахстан в проекте «Байтерек-Ангара» финансировал создание наземной инфраструктуры на Байконуре. Эксплуатация комплекса на

Байконуре должна была осуществляться созданным на паритетной основе совместным предприятием. Казахстан в проекте был равноправным участником: принятие стратегических решений, заключение контрактов, выполнение пусков, распределение прибыли — все это должно было делаться при согласии партнеров.

Напомним, что при пятишести пусках в год проект начинает приносить прибыли, и у «Байтерека», созданного на «Ангаре», коммерческие перспективы были очень хорошими: при грузоподъемности (в трех вариантах) ракеты в пределах от 15 до 35 тонн, можно было обеспечить устойчивую коммерческую нагрузку на носитель. Причем, как у «Ариана», у «Байтерека» появлялась возможность проводить парные пуски, что повышало прибыль.

С проектом «Байтерек» на «Зените» все не так. Проект уже работает, ракета летает, система отлажена, есть устоявшаяся кооперация, которая, в принципе, ни в каких новых участниках не нуждается. Не так давно в модернизацию объектов «Зенита» на космодроме были вложены очень значительные средства. Появление нового участника, несомненно, поставит вопрос и его финансового участия в проекте. Какие суммы сможет вложить Казахстан и во что? Каковы будут в новом формате отношения Роскосмоса и Казкосмоса со стратегическим инвестором — Уральской горно-металлургической компанией? Помимо финансирования работ на площадках космодрома, готов ли Казкосмос вложить средства в жилье для казахстанских специалистов на Байконуре, в детские сады и школы, в дороги и городскую ТЭЦ? Ведь всем этим будут пользоваться казахстанские специалисты.

Еще одна проблема, которую придется решать — учет



так называемых «неотделимых улучшений»: средств, которые российская сторона вложила в поддержание и развитие космодрома. На протяжении почти двух десятилетий россияне добиваются, ссылаясь на Договор аренды, учета этих вложений. Казахстанской стороне все эти годы удавалось уходить от обсуждения этой проблемы. Теперь, в ходе реализации проекта «Байтерек-Зенит» неизбежно всплывет вопрос соотношения вклада сторон: казахстанская собственность (принятая россиянами в аренду) и российские вложения в проект за время после развала СССР. Решений может быть несколько, но в любом случае россияне получают уникальный шанс засчитать неотделимые улучшения или вывести объекты инфраструктуры «Зенита» из аренды

и, соответственно, уменьшить арендную плату.

Что же касается финансовой стороны участия Казахстана в проекте, здесь сложно рассчитывать на получение прибыли в обозримом будущем: у «Зенита» нет коммерческих заказов, чтобы ожидать какой-то отдачи от вложенных средств.

Представляется, что наиболее оптимальным решением для повышения конкурентоспособности «Зенита» стал бы очередной этап модернизации ракеты с оснащением ее еще одной мощной ступенью (разгонным блоком), либо создание и применение кислородно-водородного разгонного блока. Это повысит грузоподъемность ракеты и расширит ее возможности по предоставлению коммерческих услуг. Однако это требует нескольких лет работы и немалых средств.

«Зенит» для России и Казахстана

В конце прошлого года, когда было принято принципиальное («политическое») решение о переносе проекта «Байтерек» с «Ангары» на «Зенит», стало понятно, что в истории ракеты начинается новая страница.

Пока не будет возможности оценить, в каком формате и в каких масштабах проявится участие казахстанской стороны в проекте, будет невозможно учесть все плюсы и минусы такого участия. Переговорный процесс только начался. Вряд ли быстрее, чем за два-три года удастся «утрясти» все детали и только тогда можно будет понять, что же Казахстан в конце концов получит. К несомненным плюсам участия в программе «Зенит» для Казахстана станет приближение его специалистов к реальному процессу



подготовки и пусков ракет, разработка опыта эксплуатации сложных технических систем, который необходим для создания собственной космической отрасли. Казахстану остро не хватает специалистов, имеющих реальный опыт работы в космической отрасли и «Зенит» может стать неплохой школой для десятков молодых специалистов.

Кроме того, Казахстан имеет амбициозную космическую

программу по закупке импортных и созданию собственных спутников. Было бы логично пуски казахстанских космических аппаратов проводить на «Зените», отрабатывая тем самым полный цикл космического производства.

Россия от вхождения Казахстана в «Зенит» получает сразу же несомненную и большую выгоду. Прежде всего, у России исчезает «головная

боль», связанная с задержками в реализации программы «Байтерек». Постоянный «крен» сроков программы «вправо», на более поздние сроки, отравлял отношения между космическими агентствами, и теперь эта проблема исчезла. Во-вторых, часть расходов по содержанию инфраструктуры и персонала (а, может быть, и каких-то социальных объектов в городе) перейдет к казахстанской стороне. В-третьих, у россиян появляется возможность засчитать в счет аренды средства, вложенные в «Зенит», либо уменьшить аренду, выведя комплекс в совместное использование. В-четвертых, россияне смогут быть более настойчивыми с выводом из аренды объектов, которые им уже не нужны (например, измерительного пункта «Вега»), так как прецедент уже есть. В-пятых, после того, как лет через пять-семь на космодроме Восточный будет построен стартовый комплекс для ракет «Союз» и ракету облетают, россияне будут иметь формальное право предложить Казахстану перейти к совместному использованию инфраструктуры «Союзов» на Байконуре по примеру «Зенита», ведь казахстанской стороной с самого начала заявлялось, что «Зенит» лишь «первая ласточка», и Казахстан будет наращивать свое присутствие на Байконуре.

Но больше всех от прихода Казахстана на «правый фланг» космодрома выигрывает сам «Зенит». Уникальная ракета, высшее достижение советской школы ракетостроения и одна из наиболее «продвинутых» ракет за всю историю мирового ракетостроения получает еще один шанс «стать на крыло». Насколько удастся реализовать этот шанс, теперь зависит не только от России и Украины, но и от Казахстана. ■



2003 2005 2007 2009 2011 **2013** 2015

10 лет проведения

Подмосковный
оздоровительный комплекс
«Ватутинки»

Ключевые вопросы:

Охрана природы. Изучение и мониторинг экологической обстановки

Доступ к космическим снимкам и сервисам оперативного спутникового мониторинга со стороны гражданского общества России и всего мира

а также

Космический мониторинг. Спутникостроение. Технологии приема и обработки спутниковых снимков. Государственно-частное партнерство. Тенденции и перспективы развития отрасли. Веб и ГИС

Принять участие в конференции может каждый желающий!

www.conference.scanex.ru

Оргкомитет:
119021, г.Москва, ул. Россолимо, 5/22, стр. 1
Тел./факс: +7 (495) 739-7385
e-mail: conference@scanex.ru

Информационные партнеры



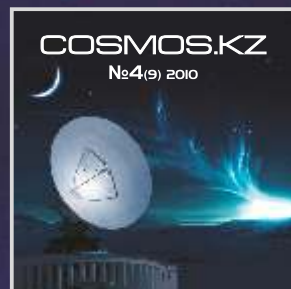
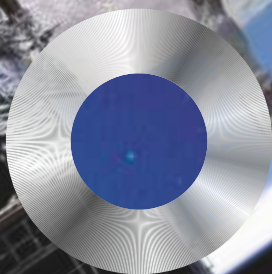
ШЕСТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ЗЕМЛЯ ИЗ КОСМОСА
НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ



cosmos.kz

The first TV program
on space technologies
in Kazakhstan

COSMOS.KZ



www.cosmos.kz