

Space Research & Technologies


КОСМИЧЕСКИЕ



№3
2013

ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

Международный журнал о космонавтике International Journal of Aerospace



Полету «Бурана»
25 лет

Совещание
экспертов
в Алматы

Перспективы
внеземной
астрономии

Эффективные
технологии
ДЗЗ для Казахстана

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

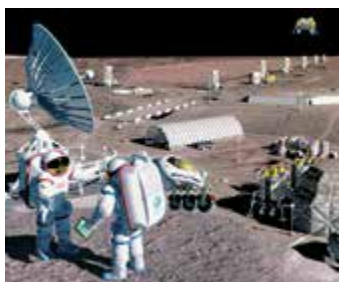
Талгат Мусабаев —
председатель, Казахстан
Меирбек Молдабеков —
заместитель председателя, Казахстан
Мэлис Абсаметов —
директор Института гидрогеологии
и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, Казахстан
Александр Дегтярев —
генеральный конструктор — генеральный директор ГП
«Конструкторское бюро «Южное» им.М. 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», № 3(8) 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 «Дельта Сити» 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», № 3(8) (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 Brussov
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
«Delta City» 57v, Ryskulov str., Almaty
Circulation 1000 copies
Founder and publisher LLP COSMOS.KZ
Translation and proofreading —
Fund for Supporting of Science
and Technologies «SCIENCE»



МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Координируя совместные усилия

Заседание рабочей группы

в Алматы

2

UN

UNIDIR regional seminar:

Building confidence for Eurasian

space activities through norms

of behaviour

10

ООН

Региональный семинар

института ООН по исследованию

проблем разоружения

Создание атмосферы доверия

для Евразийского пространства

через нормы поведения

12

АСТРОФИЗИКА

Магнитная структура групп

пятен и мощные

активные процессы на Солнце

Г.С. Минасяни,

Т.М. Минасяни

14

АСТРОНОМИЯ

Лунный телескоп

и планетный мониторинг

В.Г.Тейфель

22

Фотометрические

исследования на ТШАО:

история и перспективы

В.М. Терещенко

А.В. Куракин

А.В. Хрулов

30

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

Об актуальных задачах

космического мониторинга

территории Республики Казахстан

Б.Э. Бекмухамедов

Р.Б. Акназарова

38

НОСИТЕЛИ

«Союз» с метаном

Дмитрий Воронцов

46

ИСТОРИЯ

Первый орбитальный

полет «Бурана»

Борис ГУБАНОВ

52

Взлет и посадка «Бурана»

Владимир ГУДИЛИН

58



Координируя совместные усилия

Заседание рабочей группы в Алматы

В июле 2013 года в Евпатории (Крым, Украина) прошло совещания представителей органов исполнительной власти государств-участников СНГ по вопросам сотрудничества в космической сфере. В целях реализации принятых

решений была создана рабочая группа, плановое заседание которой состоялось в г Алматы 6-7 ноября 2013 года.

Организатором встречи в Алматы, выступил АО «Национальный центр космических исследований и технологий» Национального космического

агентства Республики Казахстан. На совещании были обсуждены проблемные вопросы по созданию межгосударственной системы космического мониторинга чрезвычайных ситуаций государств-членов СНГ.

В заседании рабочей группы приняли участие пред-





ставители Федерального космического агентства России, Государственного космического агентства Украины, Национальной академии наук Республики Беларусь, Министерства образования и науки Республики Казахстан, АО «Национальный центр космических исследований и технологий».

В соответствии с решениями Совещания в Евпатории, странам-участникам рекомендовано развернуть работы по созданию «Межгосударственной системы космического мониторинга чрезвычайных ситуаций государств-участников СНГ» во взаимодействии с проектом «Многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга» (МАКСМ), реализуемым с участием профильных организа-





ций России, Казахстана, Беларуси и Украины.

Прошло обсуждение единых методик и регламента прогноза и оценки опасности чрезвычайных ситуаций с использованием данных дистанционного зондирования Земли глобальных навигационных спутниковых систем и ГИСТехнологий на основе спутниковой информации.

По инициативе казахстанской стороны было решено включить в План мероприятий вопросы интеграции системы наземного, авиационного и космического сегментов прогнозного мониторинга ЧС — пожаров, наводнений, засух, интенсивных изменений геофизических и геодинамических полей территорий добычи полезных ископаемых и прохождения трубопроводов, а также возможных техногенных катастроф.





При этом участники совещания договорились обратить внимание на важность использования интерферометрической информации, совместного использования данных систем GPS/ГЛОНАСС и наземных станций, возможности использования существующих и перспективных систем ДЗЗ и уже с учетом этого доработать предложенные методики. Также было предложено рекомендовать как дополнительную задачу мониторинг и оценку риска засух и согласовать технологические регламенты с существующими основополагающими нормативно-правовыми документами.

О месте и дате проведения следующего заседания рабочей группы станет известно до конца текущего года.





МАКСМ

Международная аэрокосмическая система глобального мониторинга (МАКСМ) (англ. International Global Aerospace Monitoring System (IGMASS)) — крупная организационно-техническая система, создаваемая для эффективного предупреждения как отдельных стран, так и мирового сообщества в целом о грозящих стихийных бедствиях и техногенных катастрофах, в том числе обусловленных угрозами космического происхождения.

В основе Проекта лежит концепция возможности выявления (с использованием специальной аппаратуры космического, авиационного и наземного базирования) проявляющихся в виде аномалий геосферы





«предвестников» грядущих стихийных бедствий и прогнозирования на этой основе чрезвычайных ситуаций геологической и метеорологической природы.

Создание столь сложной организационно-технической системы глобального охвата предполагает комплексное использование ресурсов существующих и разрабатываемых средств прогнозного мониторинга всех государств мира.

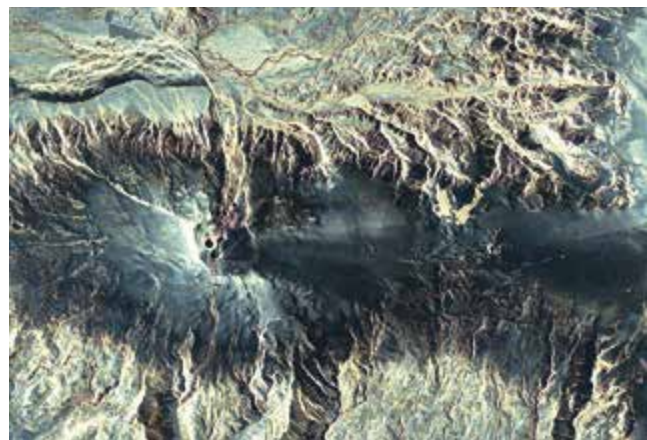
Назначение МАКСМ — глобальный и эффективный прогноз возникновения на Земле и в космосе потенциально опасных ситуаций природного и техногенного характера на основе комплексного использования всемирного аэрокосмического мониторингового потенциала.

Международная аэрокосмическая система глобального мониторинга (МАКСМ) создается с целью обеспечения

своевременного предупреждения мирового сообщества о грядущих стихийных бедствиях, а также чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера на основе глобального и оперативного прогнозирования с использованием научно-технического потенциала наземного и воздушного космического мониторинга всех стран мира, дальнейшего развития и постепенной интеграции навигационно — телекоммуникационных и информационных ресурсов планеты в интересах решения гуманитарных проблем человечества.

С использованием наземных, авиационных и космических средств системы будут решаться следующие задачи:

- Постоянный и непрерывный космический мониторинг литосферы, атмосферы и ионосферы Земли, околозем-





ного космического пространства с целью выявления ранних признаков, происходящих опасных природных и техногенных процессов;

- Сбор, первичная обработка на борту КА и передача данных мониторинга на наземные станции приема космической информации;

- Обобщение и комплексная обработка в национальных, региональных и международных кризисных центрах данных глобального мониторинга, полученных от космических, авиационных и наземных средств, ее интерпретация, хранение и отображение;

- Оперативное доведение информации о выявленных угрозах природного и техногенного характера до соответствующих организаций и специализированных структур ООН;

- Гарантированное навигационное и телекоммуникационное обеспечение потребителей по всему миру в интересах проведения мероприятий в чрезвычайных ситуациях, медицины катастроф, осуществление гуманитарных операций; создание системы транспортных коридоров, оптимизации перемещения людей и грузов; ликвидации неграмотности, сохранения культурных



ценностей, развития дистанционного обучения и подготовки специалистов в различных областях и подготовки специалистов в различных областях;

- Предупреждение о глобальных угрозах в космосе и из космоса: астероидно-метеоритной опасности, солнечной активности и т.д.

- поэтапное формирование единого, общепланетарного «информационного пространства безопасности» в интересах снижения глобальных рисков и парирования возникающих угроз.

Исходя из целевого предназначения МАКСМ, первоочередными задачами системы должны быть: выявление сейсмоопасных районов, обнаружение и документирование предвестников опасных геологических явлений для последующего оперативного оповещения об их приближении, эволюции во времени и пространстве, а также последующий постоянный контроль опасных воздействий окружающей природной среды (сейсмичности, агрессивности, изменчивости и др.) на техногенные системы и их элементы.

Учитывая необходимость оптимизации сроков создания МАКСМ, остальные возложенные на систему задачи будут решаться в два этапа. Первый этап — телекоммуникационное и навигационное обеспечение мероприятий по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, осуществлению гуманитарных операций развитию дистанционного обучения и подготовке специалистов в различных областях. Второй этап — перспективные задачи предупреждения о глобальных угрозах в космосе и из космоса, а также поэтапное формирование единого «информационного пространства безопасности».



Структура МАКСМ

Для достижения поставленной цели и решения задач создания МАКСМ в ее состав должны входить орбитальный, авиационный и наземный сегменты.

Орбитальный сегмент включает: малые КА мониторинга с разнообразной целевой аппаратурой обнаружения ранних признаков стихийных бедствий и техногенных катастроф; специализированную космическую систему («космический дозор») из размещаемых в точках Лагранжа трех крупных космических аппаратов с оптическими ИК-телескопами на борту.

Орбитальный сегмент включает авиационные средства национальной принадлежности, оснащенные аппаратурой мониторинга.

Наземный сегмент включает: международные станции приема данных космического мониторинга, международные кризисные центры, инфра-

структура средств выведения и управления КА, средства дистанционного обучения, средства медицины катастроф. ■

Страны-участницы Международного общественного комитета по реализации проекта МАКСМ

Россия, Австрия,
Нидерланды, Беларусь, Украина,
Франция,
Греция, Израиль,
Индонезия, Италия,
Казахстан, Камерун, Канада,
Германия,
Малайзия, США, Индия,
Тайвань, Чили,
Швейцария, Швеция,
Южная Корея, Нигерия,
Китай, Латвия, Япония, Кения,
Болгария.

UNIDIR regional seminar: Building confidence for Eurasian space activities through norms of behaviour

Summary report for Space Science and Technology (prepared by UNIDIR)



UNITED NATIONS

UNITED NATIONS INSTITUTE FOR DISARMAMENT RESEARCH

(14 October 2013) On 2–3 October 2013, the United Nations Institute for Disarmament Research (UNIDIR) held a seminar on outer space norms of behaviour in Astana, Kazakhstan. Entitled «Building Confidence for Eurasian Space Activities Through Norms of Behaviour», the seminar focused on space activities in the Eurasia region, especially Central and South Asia. The seminar was part of a series held by UNIDIR on responsible behaviour in outer space; three previous regional seminars were held in Kuala Lumpur, Malaysia (12 December 2013), Addis Ababa, Ethiopia (7–8 March 2013) and Mexico City, Mexico (1–2 July 2013).

The purpose of this seminar, co-organized by the National Space Agency of Kazakhstan (Ka-

zcosmos), was to examine the role of outer space in social, economic, and security development across Eurasia as well as the emerging space security threats that may jeopardize future access to space-based services for states in the region. In particular, experts discussed the existing regulatory framework for space activities and how norms of behaviour might be able to complement this framework and provide pragmatic solutions that are responsive to the evolving needs of space actors in Eurasia as well as around the world.

The seminar was attended by high-level policymakers and key stakeholders in the civil and military space sectors. The participants took part in discussions on the challenges facing space activities with a number of leading experts from around the world, including engineers, policymakers and diplomats. The discussions throughout the seminar addressed space security concerns in a holistic manner and interlinked technical, legal, and political aspects of the space security debate.

Some of the principal space security threats discussed were those of space debris and the potential spread of armed conflict into space, and the potential implications on the future of space activities. There was widespread agreement that the existing international regime that governs space activities is no longer suf-

ficient. In this context, there was significant discussion on several proposals for new multilateral tools and instruments for the regulation of space activities. This included a number of tools that are being developed within the international community, such as the European Union's proposed International Code of Conduct for Outer Space Activities and the Russian–Chinese proposal for a legally binding treaty preventing the placement of weapons in outer space.

Participants agreed that stability in space, which has facilitated significant development on Earth, is being threatened by the rapid increase of space activities and the diversification of actors in the space environment. While there was significant agreement among participants that a legally binding instrument is the ideal solution for current space security threats, there was also widespread acknowledgement that the adoption of voluntary, non-legally binding measures could be useful in addressing clear and present dangers to stability in space for the time being. It was widely acknowledged by participants that all space actors will need to have a greater sense of ownership of such voluntary tools in order to ensure that there will be widespread adherence. To achieve this, it was suggested that established space actors should find ways to encourage greater participation by



emerging actors in the current ongoing multilateral initiatives. In this context, the UNIDIR seminar was seen by the participants as part of useful outreach efforts to spread awareness and facilitate dialogue on space security, setting the foundation for constructive cooperation in the future among a wide array of policymakers and key stakeholders.

UNIDIR will continue its efforts to facilitate dialogue on security threats relevant to Eurasia. This includes discussions on traditional security issues such as nuclear non-proliferation and conventional arms control, along with new issues such as cybersecurity threats and other forms of space security threats. In this way, UNIDIR seeks to contribute to the strengthening of global security at the national, regional, and international levels. ■



Региональный семинар института ООН по исследованию проблем разоружения

Создание атмосферы доверия для Евразийского пространства через нормы поведения подготовлено UNIDIR специально для «Космические исследования и технологии»

(14 октября 2013) 2-3 октября 2013 года в Астане, Казахстан, Институтом Организации Объединенных Наций по исследованию проблем разоружения (ЮНИДИР) был проведен семинар по нормам поведения в космическом пространстве. Семинар под названием «Укрепление доверия в Евразийском пространстве посредством норм поведения» был посвящен космической деятельности в Евразийском регионе, особенно в Центральной и Южной Азии. Семинар проведен в рамках серии конференций ЮНИДИР по ответственному поведению в космическом

пространстве. Три предыдущие региональные семинара были проведены в Куала-Лумпур, Малайзия (12 декабря 2013), Аддис-Абеба, Эфиопия (7-8 марта 2013) и Мехико, Мексика (1-2 июля 2013).

Цель данного семинара, организованного совместно с Национальным космическим агентством Республики Казахстан (Казкосмос), заключалась в изучении влияния космического пространства на социальное, экономическое развитие и безопасность на территории Евразии, а также новых космических угроз безопасности, которые могут встать на пути

будущего доступа государств региона к космическим службам. В частности, эксперты обсудили существующую нормативно-правовую базу космической деятельности и как нормы поведения могут дополнить эту базу и обеспечить прагматичные решения, соответствующие изменяющимся потребностям участников космической деятельности в Евразии, а также по всему миру.

В семинаре приняли участие высокопоставленные политические деятели и основные заинтересованные стороны гражданского и военного секторов. Участники обсудили



проблемы, стоящие перед космической деятельностью, с рядом ведущих специалистов со всего мира, в том числе инженеров, политиков и дипломатов. В ходе обсуждений в рамках семинара были рассмотрены проблемы космической безопасности на основе комплексного подхода и связанные с ними технические, правовые и политические аспекты космической безопасности.

Были обсуждены некоторые основные угрозы безопасности космического пространства, а именно космический мусор и потенциальное распространение вооруженных конфликтов в космосе, а также возможные последствия для будущей космической деятельности. Широко распространенным мнением явилось то, что существующий международный режим, который регулирует космическую деятельность, больше не является достаточным. В этом контексте обсуждалось несколько предложений по новым многосторонним средствам и инструментам для регулирования космической деятельности. Они включают в себя ряд инструментов, которые разрабатываются в рамках международного сообщества, таких, как Международный кодекс поведения в отношении космической деятельности, предложенный Европейским Союзом, и Российско-Китайское предложение о заключении юридического договора о предотвращении размещения оружия в космическом пространстве.

Участники согласились с тем, что стабильность в космосе, которая способствовала значительному развитию на Земле, находится под угрозой ввиду быстрого роста космической деятельности и диверсификации участников космической среды. Участниками совещания было показано, что юри-



дический документ является приемлемым для решения современных угроз космической безопасности. Было также широко признано, что принятие добровольной, юридически обязательной меры могло бы быть полезным в решении явной и реальной опасности для стабильности в пространстве в настоящее время. Признано, что все участники космической деятельности должны будут иметь большее чувство ответственности за такие добровольные инструменты для того, чтобы гарантировать повсеместное их соблюдение. Для достижения этого было предложено, чтобы действующие субъекты космического пространства должны найти способы стимулирования для более широкого участия новых субъектов в нынешних проводимых многосторонних инициативах. В этом контексте семинар ЮНИДИР был оценен участниками как одно из полезных усилий по распространению информации

и облегчению диалога по космической безопасности путем установления основы для конструктивного сотрудничества в будущем среди политиков и ключевых заинтересованных сторон.

ЮНИДИР будет продолжать свои усилия по содействию проведению диалога по угрозам безопасности, имеющим отношение к Евразии. Это включает в себя обсуждение традиционных вопросов безопасности, таких как нераспространение ядерного вооружения и контроль над обычным вооружением, а также новых вопросов, таких как угрозы кибербезопасности и других форм космических угроз. Таким образом, ЮНИДИР стремится внести свой вклад в укрепление глобальной безопасности на национальном, региональном и международном уровнях. ■

*Неофициальный перевод
на русский*

UNIDIR

Магнитная структура групп пятен и мощные активные процессы на Солнце

Г.С. МИНАСЯНЦ,

Т.М. МИНАСЯНЦ

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



Земля, как и остальные планеты, существует в так называемой, гелиосфере — протяженной атмосфере Солнца, влияние которой простирается до внешних границ солнечной системы. Существенное

воздействие на околоземное пространство оказывают процессы солнечной активности, составляющие менее одного процента вариации потока излучения Солнца. При этом мощность электромагнитных проявлений в возмущенной

магнитосфере Земли достигает величины мощности всей мировой электроэнергетики.

Солнечная активная область представляет собой некоторый объем атмосферы, где плотность магнитной энергии значительно превосходит



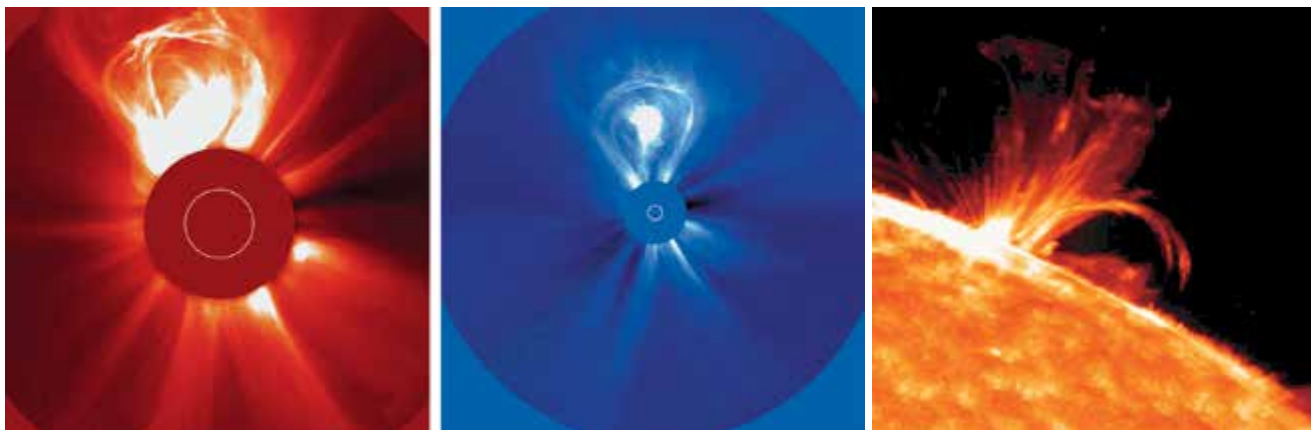
ее значения в окружающем невозмущенном пространстве. Магнитный поток в солнечной фотосфере порождается динамическим процессом в нестационарной конвективной плазме. Одна часть этого магнитного потока является бесструктурной, хаотической и связана с неупорядоченными микротурбулентными движениями. Другая — основная часть, как показывают наблюдения, сконцентрирована в магнитопотоковых трубках различных сечений, имеющих примерно одинаковую плотность потока [1]. Солнечные пятна — наиболее реальные представители таких упорядоченных структур с усиленным магнитным потоком. Являясь основным структурным элементом активной области, группы солнечных пятен определяют ее энергетику, структуру и динамику. В процессе развития активной области кроме коли-

чественного увеличения магнитной энергии происходит усложнение ее геометрической структуры. В определенные периоды в активной области возникают быстропротекающие процессы — солнечные вспышки, в которых преобразованная магнитная энергия становится источником квантов излучения различной жесткости, а также ускоренных частиц вплоть до энергий Солнечных космических лучей. Вспышки часто сопровождаются выбросами плотных облаков разогретой и намагниченной плазмы, движущейся от Солнца со сверхзвуковой скоростью. Появление и развитие корональных выбросов массы происходит внезапно и практически одновременно с возникновением вспышек; они являются сопутствующими друг другу явлениями единого энергетического процесса, протекающего в активной области.

Огромная часть исследований в области физики Солнца посвящена изучению различных свойств солнечных групп пятен. Именно здесь следует искать возможность прогноза, различной степени заблаговременности для спорадической активности Солнца, которая определяет, в основном, состояние космической погоды.

Обратимся к существующим современным классификациям групп солнечных пятен. Из всех известных классификаций наиболее часто используются: маунтвилсоновская — магнитная, цюрихская и Макинтоша — эволюционно-морфологические. Нас больше всего интересует магнитная классификация, так как магнитная структура групп пятен является наиболее важным прогностическим параметром развития мощных вспышек.

Рисунок 1. Фильтрограммы, полученные на солнечной космической обсерватории SOHO 28 октября 2003 г.: фотосфера, корона в рентгеновском диапазоне и развитие выброса (коронограф L3)





Маунтвилсоновская магнитная классификация, характеризующая распределение ядер различных полярностей в группах пятен, создана Хейлом и его сотрудниками на обсерватории Маунт Вилсон, на основе анализа многолетних наблюдений нескольких тысяч групп пятен. Все группы пятен делятся на три класса: униполярные (α), биполярные (β) и сложные (γ). Кюнцель [2] ввел понятие δ -конфигурации для

пятна, внутри единой полутени которого содержатся тени противоположных полярностей. Все дальнейшие исследования подтвердили вспышечную эффективность δ — групп пятен. Появление таких пятен в биполярных и сложных группах увеличивает вероятность возникновения вспышек, в том числе и протонных. Таким образом, Хэйловская классификация групп пятен α , β , γ была дополнена новым классом δ .

Таким образом, чтобы охарактеризовать распределение полярностей в группах, предлагается использовать следующие классы: α , β , γ , δ , $\gamma\delta$.

Класс α объединяет группы, состоящие из униполярных пятен и пор.

Литерой β обозначают обычные классические биполярные группы с четко разделенными и расположенными без аномалий компонентами обеих полярностей.

γ -группы характеризуются нерегулярным распределением полярностей. Когда, например, вблизи пятен ведущей и ведомой частей группы находятся ядра других, «неправильных» полярностей. Линии раздела полярностей имеют сложный вид.

Класс δ составляют группы, у которых хотя бы одно из пятен имеет тень, состоящую из ядер различных полярностей.

Класс $\gamma\delta$ составляют группы пятен самой сложной магнитной структуры, объединяющей свойства групп γ и δ . Такие пятна характеризуются высокими градиентами поля в районе нейтральной линии.

Для всех перечисленных классов нами было исследованы изменения площади теней пятен различных полярностей в процессе развития группы [3]. Этой теме посвящено большое количество работ, но в этих исследованиях не учитывали различие пятен по полярностям и, тем более, не рассматривали отдельно тени солнечных пятен. Как известно, именно тени пятен концентрируют в себе наиболее существенную часть магнитного поля и изменение площади теней N и S полярностей в группах пятен, фактически соответствует изменению величины магнитного потока. Нами рассмотрены группы пятен, которые наблюдались на Солнце не менее 9 суток в течение их прохождения по диску

Солнца с Е на W. Исключены дни, когда пятна находились вблизи самого края диска, т.е. имели максимальное перспективное сокращение.

Для 27 групп пятен были рассчитаны коэффициенты корреляции между кривыми изменения со временем площади теней N и S полярностей. Разброс значений коэффициентов оказался очень существенным: от -0.28 до 0.87, т.е. от возможной антикорреляции до почти синхронного изменения площади разных полярностей. Далее мы провели сопоставление характера изменения площади теней с магнитной структурой пятен. Установлено, что на изменение площади тени пятен в процессе их развития, регулирующую роль оказывает структура магнитного поля группы.

Для групп пятен, относящихся к обычному классу биполярных, можно говорить об отсутствии корреляции в изменениях площади тени N и S полярностей — средний коэффициент корреляции равен 0.31.

Самые высокие коэффициенты корреляции (среднее значение равно 0.83) показали группы, обладающие уникальной структурой. От всех остальных групп они отличаются тем, что представляют собой одно огромное пятно, внутри общей полутени которого расположены разнополярные тени. Видимо поэтому в процессе эволюции групп происходит почти синхронное изменение площади N и S полярностей. Чем компактнее расположены ядра N и S полярностей, тем больше синхронности в их изменениях. Ядра противоположных полярностей близко расположены друг к другу и перемешаны. При этом протяженная нейтральная линия имеет много изгибов и магнитное поле обладает высокими градиентами.

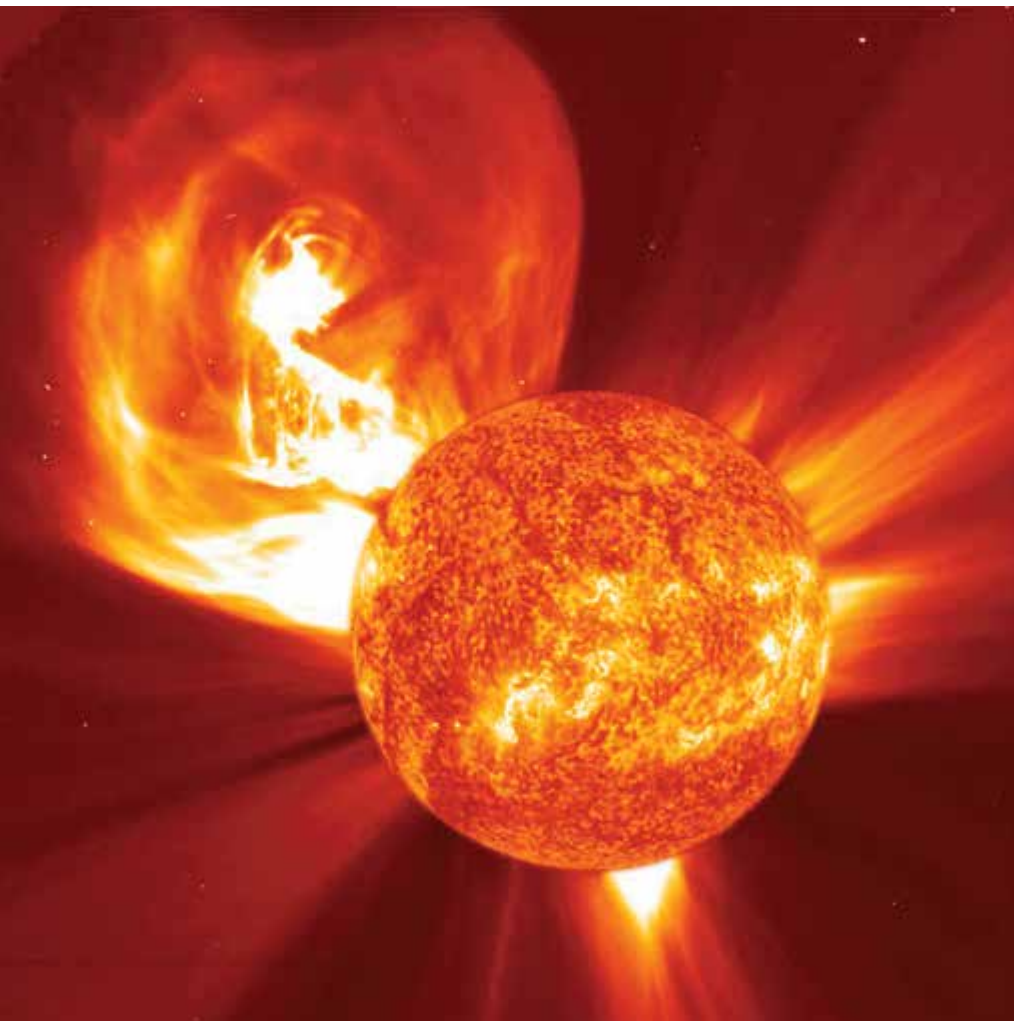


Проще говоря, группы состоят в основном из одного большого многоядерного пятна площадью более 1000 м.д.п. с переплетенными внутри обеими полярностями. Такая структура сохраняется в активных областях обычно в течение нескольких дней, а иногда и весь период прохождения группы по диску Солнца.

Чтобы подчеркнуть наличие самых сложных структурных и магнитных свойств,

предлагается такие группы выделить в отдельную конфигурацию — ϵ внутри класса $\gamma\delta$. На рисунке 2 приведены снимки групп пятен, обладающих подобной структурой.

Насколько обоснованно введение новой отдельной магнитной структуры можно установить, сопоставляя ее вспышечную продуктивность с другими магнитными классами и с остальными группами класса $\gamma\delta$.



При сравнении мощности вспышек с магнито-структурными особенностями групп пятен, в которых они произошли, мы использовали энергетическую оценку: максимум интенсивности потока вспышечных протонов за период 1970-2013 г.г. Подчеркнем, что речь идет о наиболее значительных протонных событиях, которые являлись источниками сильных геомагнитных возмущений, в том числе — мощных магнитных бурь. Рассматривались только те потоки протонов, для которых установлены группы пятен — источники их возникновения. Учитывались только вспышки, имевшие значения интегрального потока F_{10} ($\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{ср}^{-1}$) для протонов с энергией $E_p > 10 \text{ MeV}$. Всего

использованы данные 241 протонных вспышек. Для каждой группы пятен принимался магнитный класс группы в день возникновения вспышки. В таблице 1 приведено количество вспышек различных баллов, возникших в группах пятен соответствующей магнитной структуры. Каждая вспышка, в зависимости от величины созданного ею потока протонов, оценена соответствующим баллом (первый и второй столбцы таблицы 1). Чтобы не путать с оптическими баллами вспышек, мы эти баллы считали протонными.

Следует указать, что на движение вспышечных потоков заряженных частиц существенное влияние оказывает структура гелиосферного

магнитного поля. Чем ближе вспышка находится к восточному краю Солнца, тем больше вероятность того, что вспышечные потоки частиц пройдут мимо Земли, либо будут сильно ослаблены.

Группы пятен ϵ — конфигурации превосходили остальные магнитные классы по числу вспышек самого высокого протонного балла 4 — в них произошло 70% от всего количества. Для вспышек с потоками протонов балла 3 их относительное число составило 37%. При этом относительное количество ϵ -групп к общему числу всех групп пятен, существовавших на Солнце в течение 1970 — 2013 г.г., составляет всего 0.15%. Наглядным примером уникальных вспышечных свойств пятен ϵ -конфигурации является группа, которая существовала в июне 1991 года. Она стала самой мощной во вспышечном отношении группой пятен за все время наблюдений Солнца. В ней произошло столько же мощных солнечных вспышек, сколько за весь 21-й одиннадцатилетний цикл активности.

Половина из 16 вспышек солнечных космических лучей 23-го цикла активности возникла в группах пятен ϵ — конфигурации. В потоках частиц этих вспышек регистрировались протоны квазирелятивистских энергий: $E_p > 500 \text{ MeV}$.

Таким образом, подтверждается необходимость введения новой магнитной конфигурации — ϵ , для групп пятен, являющихся наиболее эффективными источниками самых мощных протонных вспышек [4].

Возникновение многих корональных выбросов массы, которые явились источниками развития мощных геомагнитных бурь, также связано с существованием ϵ — групп на Солнце. Особого внимания заслуживают магнитные бури экстремальной

мощности: две 29-31 октября 2003 г. с индексом $Dst^{min} = -353$ нТ и $Dst^{min} = -383$ нТ и уникальная буря 13-15 марта 1989 г. ($Dst^{min} = -589$ нТ).

Основным источником высокой активности Солнца 23-31 октября 2003 г. явилась сложная структура магнитного поля группы (ϵ -конфигурация), которая демонстрировала внезапные динамические изменения. В течение этого периода произошло десять вспышек рентгеновского балла М и X, причем вспышка 28 октября (X17) создала мощные потоки протонов высшего балла 4. Энергичные частицы и корональные выбросы, сопровождавшие вспышки, стали источниками экстремальных геомагнитных бурь, ставшими одними из самых больших в прошедшем цикле.

Геомагнитная буря 13-15 марта 1989 г. — результат воздействия потока протонов (балла 3) и коронального выброса на магнитосферу Земли. Продолжительная магнитная буря имела экстремальную мощность, самую высокую за все время геомагнитных наблюдений. Группа ϵ -конфигурации (средняя фильтрограмма на рис. 2) — источник уникальных активных процессов, во время развития вспышки (X15) была расположена далеко к востоку от центрального меридиана Солнца (гелиодолгота $L=69^\circ E$). Это привело к ослаблению потока протонов, а также к уве-

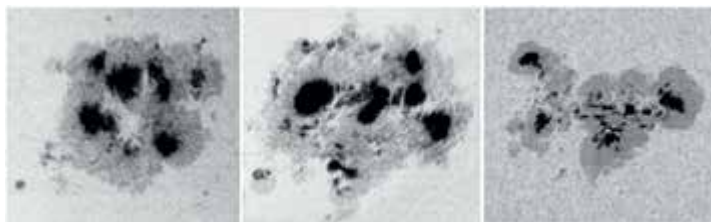
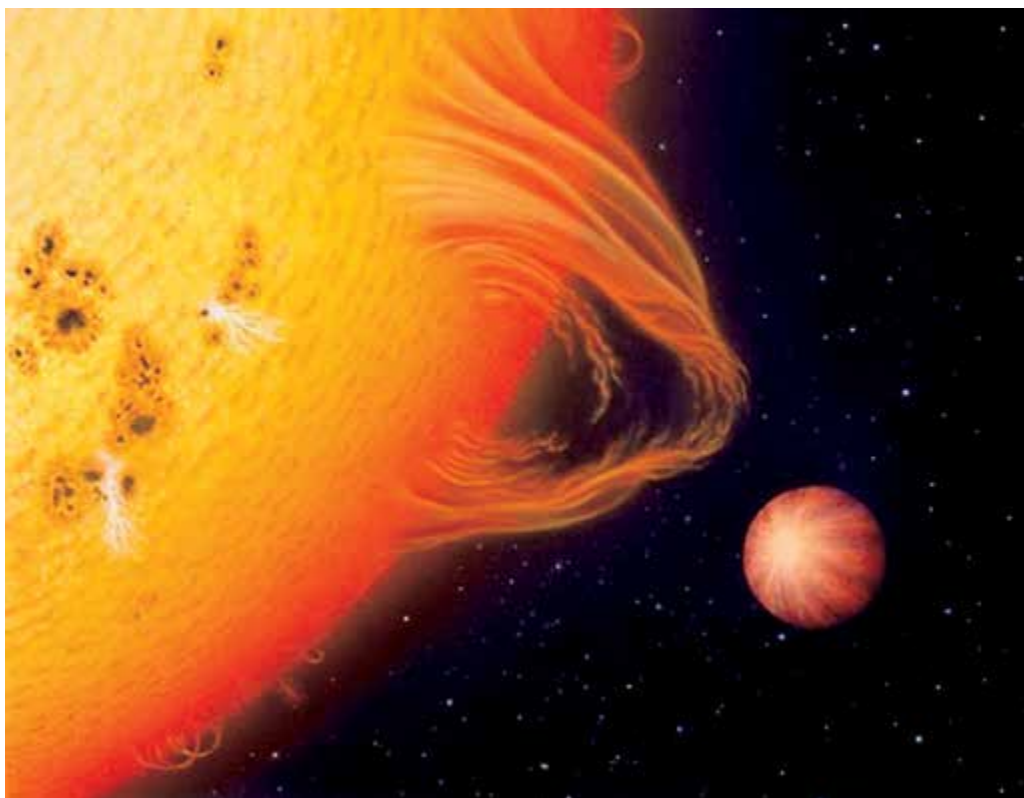


Рисунок 2. Фотогелиограммы групп пятен ϵ — конфигурации, полученные на Высокоторной солнечной станции АФИФ 4 августа 1972 г., 11 марта 1989 г. и на Solar Dynamics Observatory — 7 марта 2012 г..

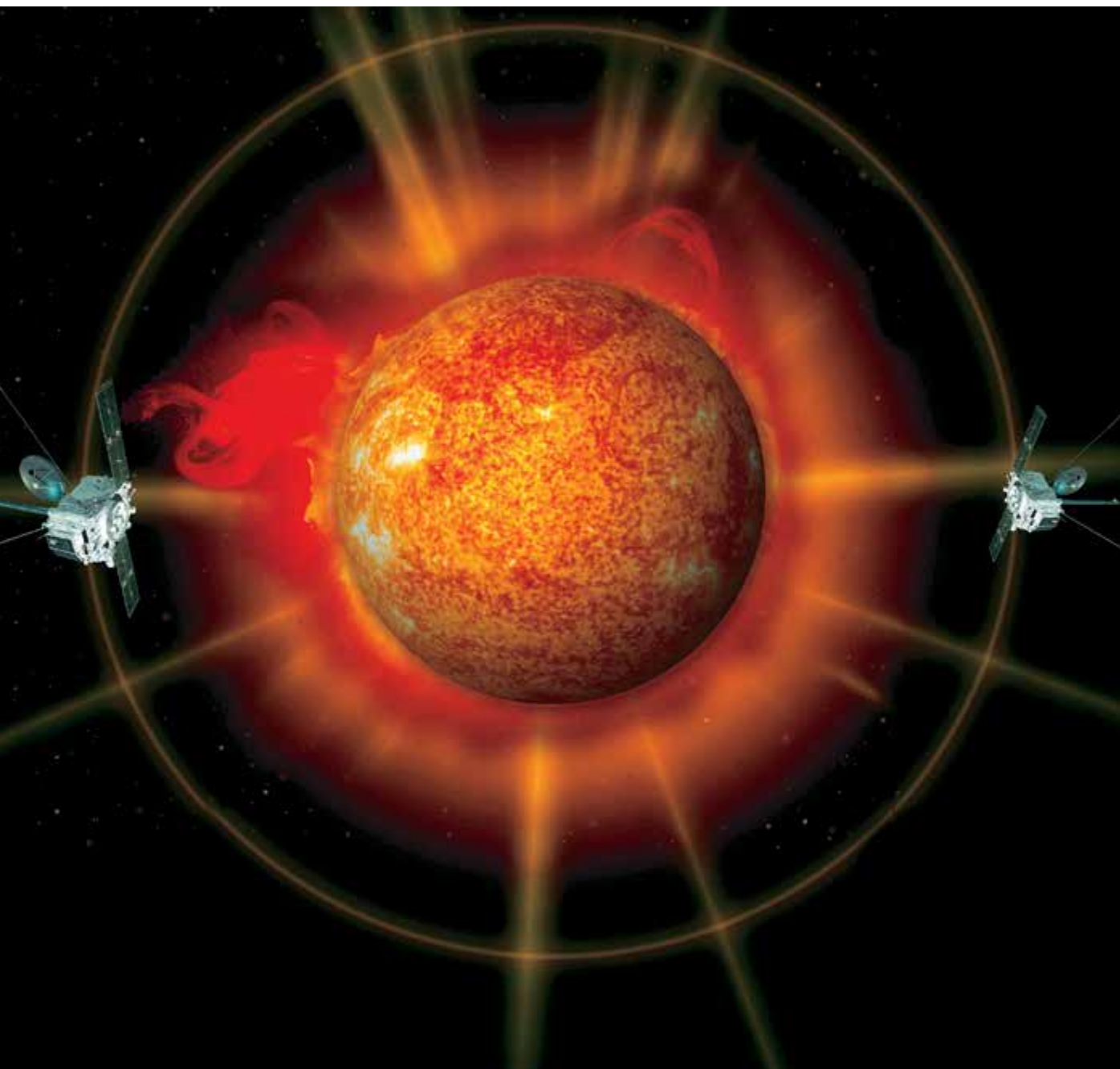
личению времени его движения к Земле. Несмотря на все энергетические потери, полярные сияния, как свидетельства грандиозного вторжения энергичных частиц в магнитосферу Земли, наблюдались даже в Алма-Ате. В период максималь-

ной фазы развития магнитной бури произошли многочисленные аварии в энергетической системе Канады.

В последние годы, благодаря наблюдениям на космических обсерваториях, получены многочисленные данные о

| Протонный балл | Поток протонов ($см^2 \cdot с^{-1} \cdot ср^{-1}$) | Количество вспышек | Магнитный класс групп пятен | | | |
|----------------|------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------|----------|----------------|------------|
| | | | β | γ | $\gamma\delta$ | ϵ |
| 1 | 101 — <102 | 127 | 22 | 32 | 67 | 6 |
| 2 | 102 — <103 | 69 | 5 | 11 | 47 | 6 |
| 3 | 103 — <104 | 35 | 3 | 5 | 14 | 13 |
| 4 | 104 | 10 | 1 | 1 | 1 | 7 |

Таблица 1. Магнитный класс групп пятен и протонная активность

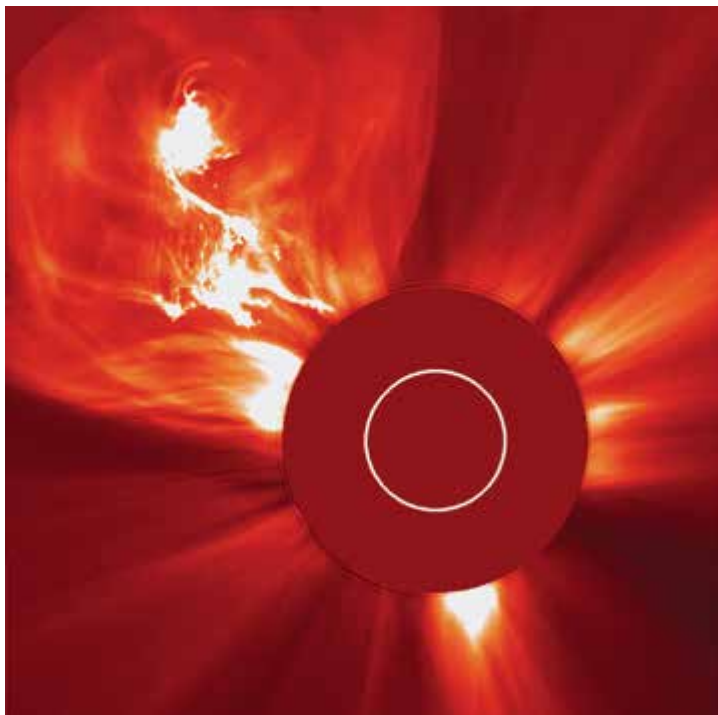


составе излучения солнечных вспышек в рентгеновском и гамма диапазонах.

В начале марта 2012 г. на Солнце развивалась группа пятен ϵ -конфигурации (правая фильтрограмма на рис. 2). Магнитное поле группы характеризовалось сильным взаимопроникновением одной полярности в районы расположения другой. Поэтому провести нейтральную линию, следуя всем

ее многочисленным изгибам, крайне сложно. Значения горизонтального градиента поля достигали очень больших величин: 1-2 гс/км. Для сравнения, вертикальный градиент поля в тени пятен составляет 0.2-0.3 гс/км [1]. Такая структура группы позволяет эффективно освобождать свободную магнитную энергию поля при аннигиляции токовых слоев (действие эффекта пересоединения), что

приводит к ускорению частиц и появлению жесткого излучения квантов. 7 марта 2012 г. возникли две вспышки рентгеновских баллов X5.4 и X1.3. Одновременно произошел высокоскоростной выброс корональной массы, приведший к развитию геомагнитной бури 9 марта с индексом $Dst^{\min} = -143$ nT. Эти показатели, хотя и не экстремальные, но пока самые высокие в развивающемся 24-м цикле.



Но самый удивительный результат развития этих вспышек выявлен с помощью наблюдений на телескопах космической обсерватории Fermi (телескопы LAT и GBM). Было зарегистрировано излучение гамма — квантов наивысших энергий за все время наблюдений Солнца — в диапазоне > 100 MeV (в максимуме 4GeV). В течение ~ 20 часов продолжался поток высокоэнергич-

ных гамма-квантов, и Солнце в гамма диапазоне на два порядка превосходило по яркости все остальные наблюдаемые галактические объекты, даже пульсар Vela [5].

Таким образом, исследование показало, что ϵ -группы могут экстремально проявить себя в каждом из основных энергетических каналов: в появлении усиленного квантового излучения, в том числе,

самых жестких диапазонов энергий; в увеличении потока ускоренных частиц и образовании эруптивных выбросов корональной плазмы, приводящих к возникновению и развитию геомагнитных бурь. В группах пятен ϵ -конфигурации концентрируется огромная свободная энергия. А в каком виде, и в какой пропорции она реализуется, зависит от конкретных условий. Одно несомненно, что процесс освобождения энергии носит обязательный характер.

В настоящее время в солнечно-земной физике существует большое количество различных параметров и индексов, характеризующих состояние активности Солнца и его влияние на магнитосферу Земли. К сожалению, отсутствуют такие, которые можно использовать для надежного прогноза спорадической солнечной активности.

Присутствие на Солнце групп пятен ϵ -конфигурации, как показывают наблюдения, является точным признаком развития грандиозных активных процессов и, с учетом этого, представляет один из шагов к реальному прогнозу высокой активности Солнца. ■

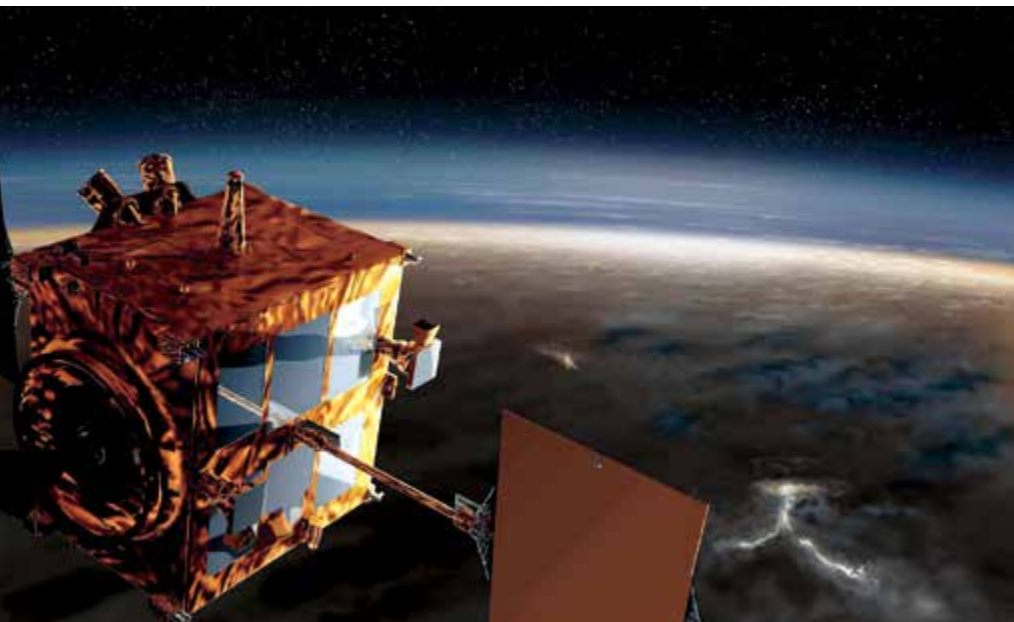
Литература

1. В.Н.Обридко. Солнечные пятна и комплексы активности. М.Наука. 1985. 256 с.
2. Н. Kunzel // Astron. Nachr. 1960, V.285. P. 169 –173.
3. Г.С.Минасянц, Т.М.Минасянц. О характере изменения площадей солнечных пятен // Известия НАН РК. 1997. №4. С.104-108.
4. G.S.Minasyants, T.M.Minasyants. Magnetic and structural features of sunspots groups during appearance of proton flares // Solar activity and its terrestrial displays. Irkutsk. 2000. P. 85-88.
5. N.Omadei. Fermi LAT Observation of Impulse Solar Flares // Presentation. 2012. P.13

ЛУННЫЙ ТЕЛЕСКОП И ПЛАНЕТНЫЙ МОНИТОРИНГ

В.Г.ТЕЙФЕЛЬ

Зав.лабораторией физики Луны и планет
Астрофизического института им. В.Г.Фесенкова,
доктор физ.-мат. наук, профессор



После весьма значительного, более чем сорокалетнего, перерыва интерес к практическому освоению Луны снова существенно возрос и снова обсуждаются и разрабатываются проекты создания обитаемых лунных баз, в том числе и для добычи гелия-3 как почти неиссякаемого топлива для будущей термоядерной энергетики.

С позиций и задач современной астрономии, особенно для астрофизических наблюдений, Луна представляет собой исключительно привлекательное место для создания обсерватории или пока хотя бы

для размещения относительно дистанционно управляемого автоматизированного оптического телескопа. Сама по себе идея установки телескопа на Луне далеко не нова, поскольку многие преимущества наблюдений в условиях отсутствия атмосферных помех были давно очевидны. В последние годы даже обсуждается идея создания на Луне гигантского «жидкого телескопа» с зеркалом большого диаметра, которое представляет собой плоский горизонтальный сосуд, заполненный жидким полимером и вращающийся с определенной скоростью. Таким путем создается вогнутая па-

рабоподобная отражающая поверхность, подобно впервые предложенному Вудом еще в начале прошлого века «ртутному телескопу». Проницающая способность подобного телескопа несомненно будет весьма высокой, но сектор обзора неба при этом оказывается сильно ограниченным и сам телескоп нужно создавать в среднеширотной, но не экваториальной или полярной области Луны, чтобы по мере ее обращения вокруг Земли можно было наблюдать разные участки неба в ночное на Луне время и при меньших помехах от Земли.

Здесь пойдет речь о более простом и менее дорогостоящем проекте относительно небольшого лунного телескопа, целью которого и эффективным применением может быть планетный мониторинг — изучение метеорологических процессов на планетах солнечной системы астрофизическими методами и, при необходимости, глобальный мониторинг нашей Земли.

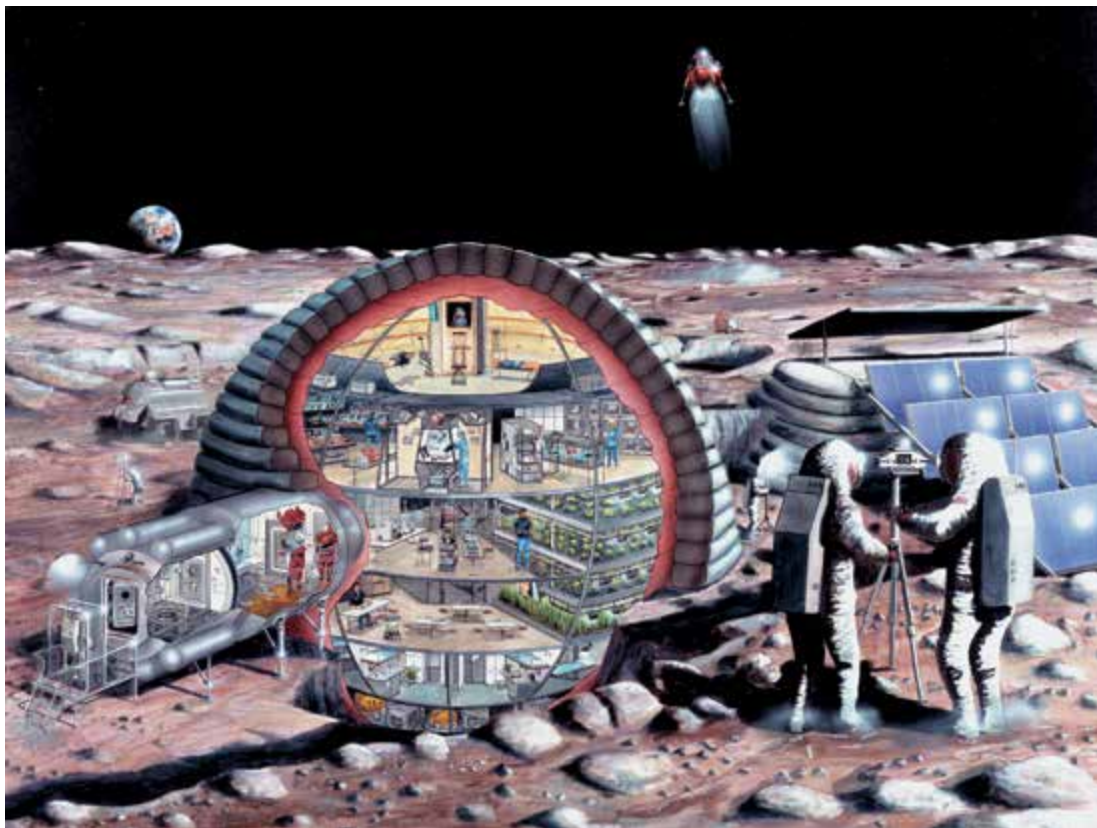
В настоящее время становится очевидной угроза существованию жизни на Земле, связанная прежде всего с изменением климата планеты, которое может носить катастрофический характер, если вовремя не будут приняты меры по предотвращению опасного воздействия некоторых факторов, в



том числе и связанных с деятельностью человека. Крайне опасным фактором является все увеличивающееся загрязнение атмосферы и всей окружающей среды, вызванное неконтролируемыми техногенными выбросами ядовитых продуктов, а также пыли и газов, увеличивающих поглощение солнечной радиации и инфракрасного излучения Земли. Это ведет к опасному повышению средней температуры нашей планеты, не говоря уже о постепенном исчезновении многих видов животных и растений и о весьма неблагоприятных воздействиях на организм человека на генетическом

уровне. Имеются и внешние (космические) факторы, влияющие на климат Земли и его изменения, причем действие и антропогенных и космических факторов может идти в одном направлении, так что их отождествление и разделение становится крайне сложной задачей. Другой причиной катастрофического и быстрого изменения климата может быть столкновение с Землей астероида или ядра кометы, энергия которого при ударе и взрыве может составлять десятки и сотни миллионов мегатонн в тротиловом эквиваленте. По новейшим данным, гибель динозавров и других обитателей

планеты того периода была вызвана именно падением большого астероида и уменьшением в сотни тысяч раз прозрачности земной атмосферы в результате выброса колоссального количества пыли при взрыве. Эффект удара астероида качественно совпадает с известным и хорошо просчитанным эффектом «ядерной зимы», а количественно может оказаться и существенно большим. Несмотря на относительно малую вероятность такого столкновения человечество не вправе игнорировать возможность этого, тем более, что сейчас ежегодно открывается до 20 астероидов с размерами порядка кило-



метра, орбиты которых пересекают земную. Не намного менее опасны и ядра комет, приходящих в область земной орбиты из «облака Оорта» по самым различным траекториям. В июле 1994 года произошло столкновение кометы Шумейкер-Леви с крупнейшей планетой солнечной системы Юпитером. Энергия, которая выделилась в результате этого столкновения, составила как минимум десятки миллионов мегатонн в тротиловом эквиваленте (энергия известного Тунгусского падения 1908 г. оценивается всего в 2 мегатонны). Недавняя история с «Челябинским метеоритом» показала уже воочию актуальность и важность астрономических наблюдений не только для науки, но и для защиты всего человечества от потенциальной космической угрозы.

Наряду с чисто геофизическими методами изучения климатических изменений на

Земле совершенно необходимо, причем уже безотлагательно, осуществить исследование нестационарных процессов, происходящих на других телах солнечной системы, подобно Земле подверженным воздействию солнечной активности и других космических факторов. Анализ данных об этих процессах в сопоставлении с данными наземной метеорологии и геофизики позволит выявить раздельно роль космических и антропогенных факторов в эволюции земного климата, а значит, и более обоснованно и целенаправленно организовать контроль за технологиями, наносящими вред окружающей среде в глобальном масштабе).

Изучение тел солнечной системы уже нельзя рассматривать как лишь чисто познавательный процесс для удовлетворения любопытства ученых. Конечно, практическое освоение даже Луны, не говоря уже о Марсе, дело пока еще несколь-

ко отдаленного будущего, но оно вполне реально и для этого необходим обширный комплекс получаемых пока дистанционно данных о физических свойствах тел солнечной системы, об их нестационарности и эволюции.

Так, например, благодаря космическим исследованиям мы узнали, что на спутнике Юпитера Европе запасы воды превосходят все земные! Сейчас это просто научный факт, но когда-нибудь человечеству это может оказаться далеко небезразличным... Метеорологические процессы на планетах весьма активны и их изучение дает нам немало и для понимания того, что происходит у нас на Земле в ее атмосфере и в океанах. Так, на Марсе, кроме обычных сезонных изменений, иногда происходят мощные пылевые бури, охватывающие почти всю планету. Драматические изменения наблюдаются на крупнейшей планете сол-



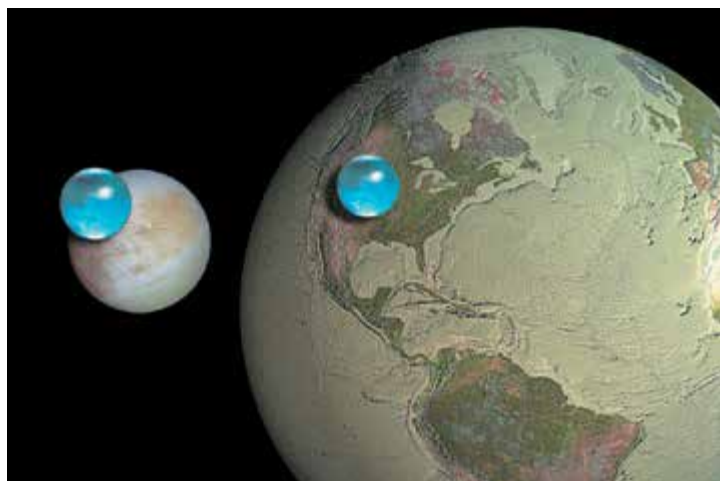


нечной системы — Юпитере, в мощной атмосфере которой происходят бурные процессы разных масштабов, вплоть до гигантского долго живущего вихря с поперечником до 40 тысяч километров — знаменитого Большого Красного Пятна. Мощные штормы временами появляются и на еще более удаленной от Солнца планете — Сатурне, как это произошло совсем недавно — в 2010 году. Атмосфера нестабильна даже у планеты Нептун, удаленной от Солнца в 30 раз дальше, чем Земля, и получающего от него почти в тысячу раз меньше энергии, чем наша планета. Несмотря на незначительную эллиптичность орбит планеты все же в течение оборота вокруг Солнца заметно меняют свое гелиоцентрическое расстояние, что вместе с накло-

ном оси вращения создает переменный характер и величину притока солнечной радиации и тепловой режим планетной атмосферы. У планет-гигантов существенную роль играет также выделение из недр тепла, накопленного в результате гравитационного сжатия, что тоже находит отражение в атмосферной активности и в особенностях циркуляционных процессов.

Детальное изучение таких активных процессов на планетах требует непрерывных комплексных наблюдений, что далеко не всегда возможно с Земли. Не только Земля, но и все другие планеты подвержены воздействию солнечной активности, причем солнечно-планетные связи изучены гораздо меньше, чем солнечно-земные.

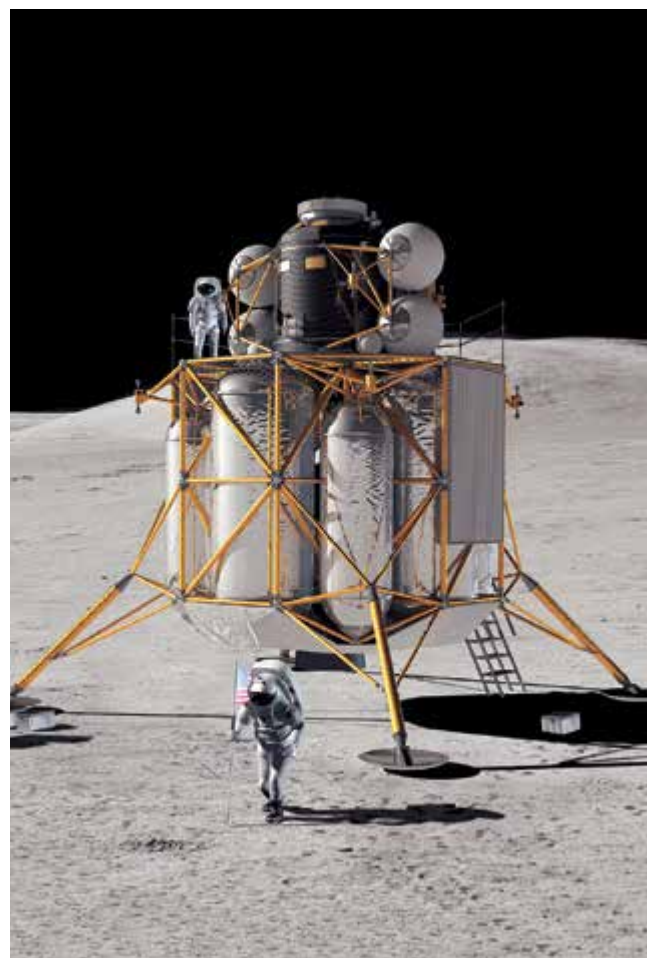
Поскольку земная атмосфера достаточно прозрачна лишь в сравнительно узком интервале длин волн и практически непрозрачна в ультрафиолетовой области спектра и в значительной части инфракрасной области спектра, только при внеатмосферных наблюдениях можно осуществить комплексное изучение тел солнечной системы во всем диапазоне оптических излучений. Большой опыт планетных исследований, накопленный в Казахстане, а также практическая значимость таких исследований в перспективе, дают основание именно Казахстану выступить с инициативой создания специализированного, нацеленного на исследования тел солнечной системы и Земли космического телескопа, пока не имеющего полных



аналогов нигде в мире. Запускавшиеся ранее телескопы сравнительно малых размеров («Астрон», «Орион», САО и др.) предназначались для исследований звезд или Солнца и практически не были пригодны для организации мониторинга процессов на планетах или поиска и изучения комет или астероидов, опасно приближающихся к Земле. Космический телескоп им. Хаббла (HST Hubble Space Telescope) с зеркалом диаметром 2.4 м вполне пригоден для наблюдений планет, но фактически может вести такие наблюдения лишь крайне ограниченное время и несистематически, поскольку основная программа исследований на этом телескопе, также направленная в основном на изучение объектов звездного мира дале-

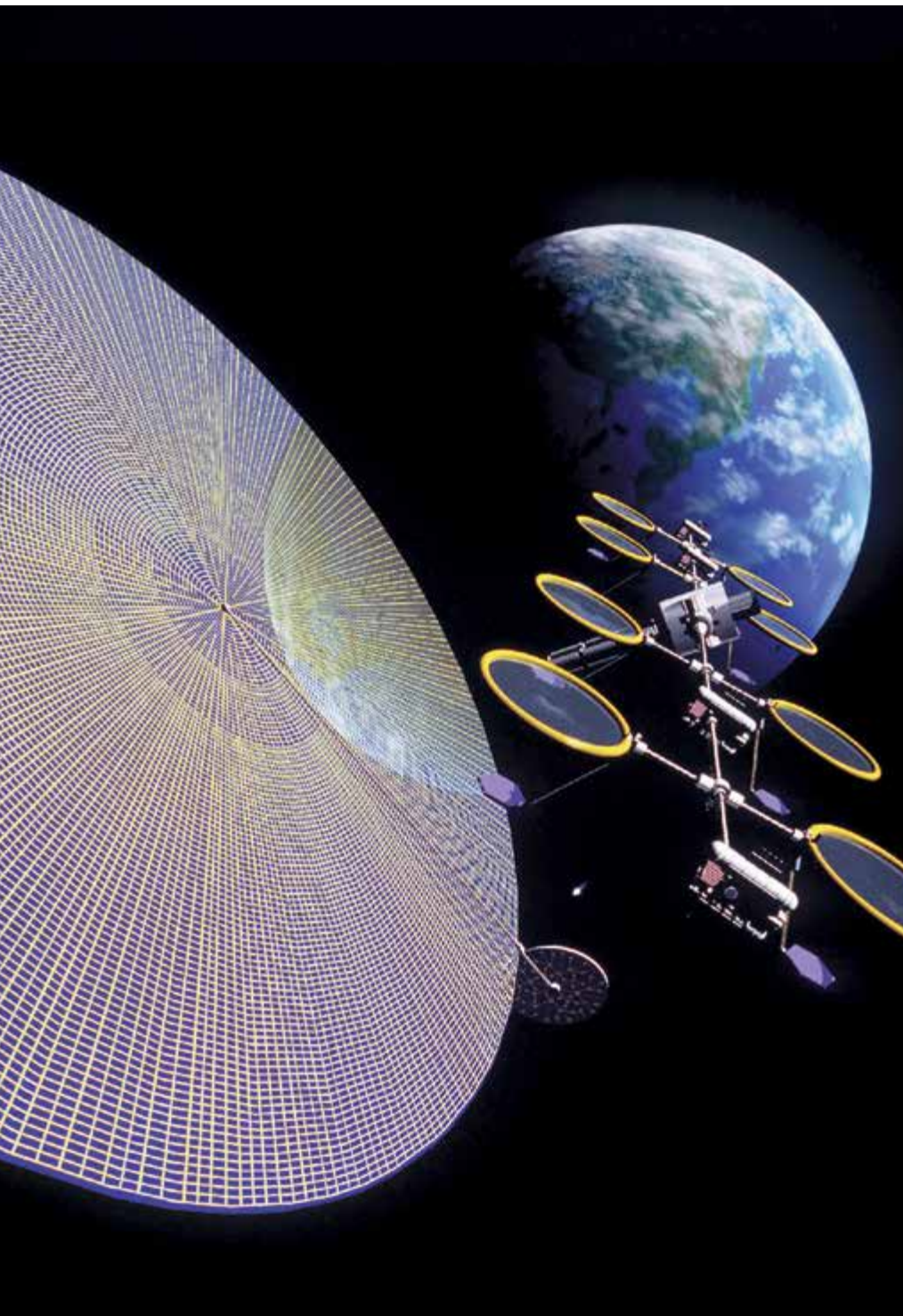
ко за пределами солнечной системы, занимает львиную долю наблюдательного времени. Необходимо отметить, что для наблюдений планет и других тел солнечной системы наиболее пригодны именно автоматические орбитальные или, что лучше, стационарные (размещенные на Луне) обсерватории, а не пилотируемые станции, из-за крайне строгих требований к стабилизации: любые движения внутри станции неизбежно нарушают стабилизацию, точность которой должна составлять сотые доли угловой секунды.

Таким образом, пока нет конкурирующих проектов специализированного космического лунного телескопа (СКЛТ), хотя в печати уже появляются идеи такого рода. Выступая с инициати-



вой создания СКЛТ и открыв возможность участия в нем для космических организаций других государств, казахстанская наука и техника могут приобрести многих сторонников в разных странах, поскольку объединение усилий и финансов сделает реализацию проекта СКЛТ не столь уж дорогой и вполне доступной для многих участников.

Оптический телескоп, установленный вблизи северного полюса Луны, с диаметром входного зрачка (зеркала) от 50 см до 1 метра на альтазимутальной установке с компьютерным ведением и ручным управлением с Земли, регулярно передающий информации на Землю, обладает следующими преимуществами перед наземными и орбитальными телескопами.



- Возможность проведения высококачественных измерений в широком диапазоне длин волн, благодаря отсутствию искажающих и ограничивающих факторов, создаваемых земной атмосферой (дрожание и размытие изображений, огра-

ничение оптического диапазона принимаемых излучений по длинам волн из-за поглощения атмосферными газами и рассеяния света).

- Возможность очень точного и медленного ведения телескопа за объектом наблю-

дения благодаря медленному вращению Луны (сидерический период вращения 27d 07h 44m) по сравнению с наземными телескопами и отсутствие необходимости постоянной стабилизации наведения, присущей орбитальным телескопам.

- Возможность высококачественного наблюдения объектов всей полусферы, включая объекты южного полушария, видимые низко над горизонтом, благодаря отсутствию атмосферы.

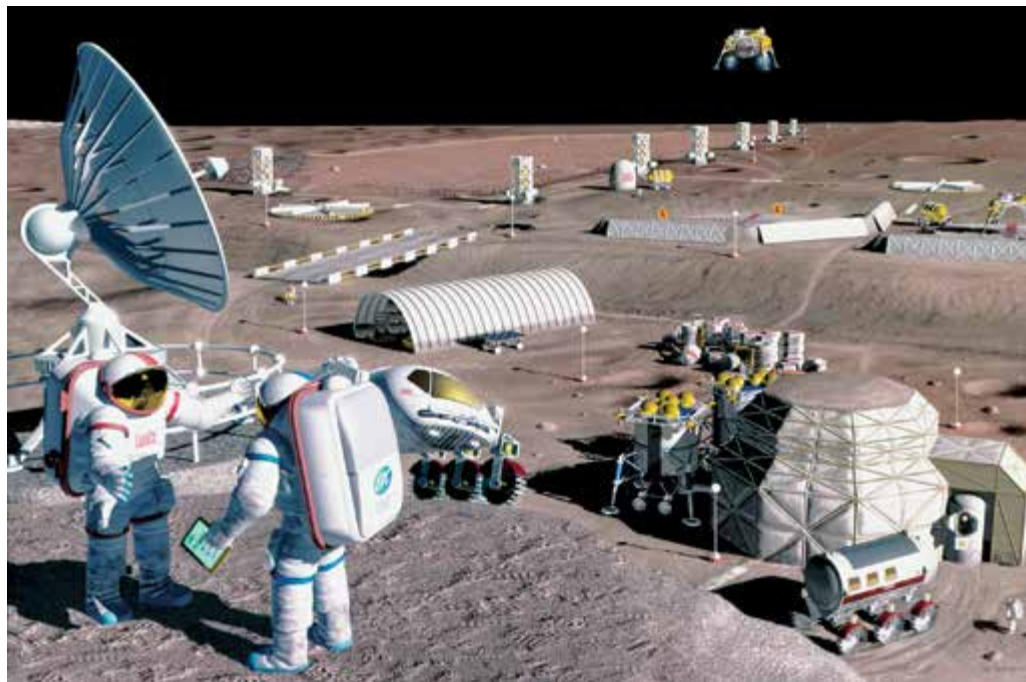
- Возможность непрерывного (при необходимости) наблюдения избранного объекта в течение многих суток, например, для исследований планеты в течение полного оборота ее вокруг оси.

Казахстан мог бы выступить с инициативой в разработке международного проекта по созданию лунного телескопа в кооперации с другими государствами. Такой телескоп, работающий в условиях высокой стабилизации и отсутствия атмосферных помех, может решать широкий круг задач изучения космических тел, включая планетный мониторинг, а также поиски экзопланет путем высоко-прецизионной фотометрии.

Можно полагать, что экономическая ситуация позволит осуществить это мероприятие скорее всего приблизительно к 2020 г. Однако это не означает, что никаких работ по СКЛТ не нужно проводить сейчас. Проработка научных программ телескопа, разработка основных технических требований к его конструкции и оснащению, т.е. то, что не требует больших финансовых затрат и материальных средств, должны быть начаты именно сейчас, в частности, теми специалистами, которые ведут в настоящее время исследования планет и других объектов солнечной системы

и хорошо представляют себе задачи и методы планетного мониторинга. Только в этом случае мы сможем своевременно осуществить все подготовительные этапы к созданию СКЛТ. Поэтому в рамках данного проекта следовало бы, в частности, за достаточно короткие сроки провести необходимые работы и исследования для подготовки компьютерных баз данных о планетах и других объектах на основе литературных и собственных наблюдательных материалов и в результате их анализа сформулировать программу научных экспериментов (мониторинга метеорологических процессов в планетных атмосферах, изучения комет и астероидов) для космического лунного телескопа, отвечающую современным проблемам и требованиям к космическим исследованиям. На основании этой программы, ее обсуждения и согласования с заинтересованными специалистами в других странах может быть сформулирован и перечень технических требований к конструкции (оптической схеме и приборному оснащению) и режимам работы СКЛТ. В этом отношении представляется весьма целесообразным контакт с Институтом космических исследований РАН, где в свое время разрабатывался (но не был реализован) проект космического планетного 40-см телескопа для установки на МКС и осуществления планетного мониторинга. Соучастниками проекта предполагались Казахстан, Франция, Германия.

Дальнейшими этапами работ в осуществление данного проекта должны быть разработка аван-проекта космического телескопа и конструктивная разработка основных узлов, что должно уже в большей степени представ-



лять задачу для соответствующих КБ и промышленности. А технических проблем даже при разработке небольшого лунного телескопа возникнет немало. Так, серьезной проблемой будет защита телескопа от лунной пыли, представляю-

щей опасность как для оптики, так и для механических систем телескопа. Но никакие проблемы не остановят стремления к познанию и к освоению космоса, коль скоро оно уже получило свое начало более полувека назад. ■

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТШАО: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

ТЕРЕЦЕНКО В.М.

ДТОО «Астрофизический институт им. В. Г. Фесенкова»,

КУСАКИН А.В.

ДТОО «Астрофизический институт им. В. Г. Фесенкова»,

ХРУСЛОВ А.В.

Институт астрономии РАН



Проводимые в космосе научные исследования, как правило, требуют наземного сопровождения. Оно осуществляется с помощью радио и оптических телескопов. Заметим, что в наземное сопровождение включаются не только синхронные с космическими наблюдения, но и предварительные и даже выполняемые после завершения космических миссий. Важное место в планируемой Казахском космической программе исследований отводится Тянь-Шанской астрономической обсерватории (ТШАО) ДТОО «АФИФ».

ТШАО расположена у южного подножья Алма-Атинского пика в 30 км к югу от Алматы на северных отрогах Заилийского Алатау. С соседних хребтов и вершин на обсерваторию открывается восхитительная панорама: рядом с вековыми елями и гигантскими каменными глыбами сверкают белизной купола башен телескопов и параболическая антенна 12-м радиотелескопа, гармонично вписавшегося в «компанию» оптических. Панорама украшается бирюзой находящегося на полкилометра ниже Большого Алма-Атинского озера.

Обсерватория была основана астрономами Московского государственного университета в июле 1957г. в связи с провозглашением ЮНЕСКО Международного Геофизического года. Она предназначалась для проведения астрономических наблюдений по двум направлениям: наблюдения за Солнцем и земной атмосферой и фотометрия звезд [1]. Наблюдения за Солнцем в настоящее время по разным причинам прекратились, а второе направление после длительного затишья — наоборот, — воз-

родилось и расширяется. Это обусловлено, прежде всего, астроклиматическими условиями места обсерватории и ее географическим положением. Обсерватория высокогорная — ее высота над уровнем моря составляет 2750м. В настоящее время она является одной из трех наблюдательных баз ДТОО «Астрофизический институт им. В. Г. Фесенкова». До 1993 г. обсерватория принадлежала МГУ им. М. В. Ломоносова и именовалась Высокогорной экспедицией Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга (ВЭ ГАИШ). За годы существования ее возглавляли известные астрономы: Е. А. Макарова, А. М. Черепашук, А. В. Мионов и В. П. Горанский. Особый вклад в оснащение экспедиции однометровыми телескопами внесли В. В. Подобед и Х. Ф. Халиуллин. После национализации экспедиции в 1993г она стала называться Тянь-Шанской астрономической обсерваторией. Длительное время ее возглавлял К. С. Куратов. В настоящее время ТШАО как структурная единица не существует. В наследство от ВЭ ГАИШ АФИФ достались два



метровых телескопа системы Ричи-Кретьена, горизонтальный солнечный телескоп диаметром 60 см (все производства фирмы «К. Цейсс, Йена») и два 48-см кассегреновских рефлектора АЗТ-14 (производства ЛОМО, Ленинград). Кроме них на складах хранятся еще два 80-см телескопа системы Ричи-Кретьена. Как видим, телескопный парк ТШАО вполне сопоставим с большинством обсерваторий других стран.

По понятным причинам подробнее остановимся на понятии астроклимата. Астроклимат включает в себя четыре основных фактора: число

часов ясного (безоблачного) неба за год, коэффициент прозрачности земной атмосферы и его стабильность, качество изображения небесных тел и величину фона неба. По исследованиям, выполненным сотрудниками ГАИШ и АФИФ, в районе обсерватории очень высокий коэффициент прозрачности. На ТШАО после выпадения осадков бывают безореольные дни и ночи, т.е. в атмосфере практически отсутствуют аэрозоли. В этом случае коэффициент ее прозрачности является чисто релейевским. По этому параметру ТШАО входит в число лучших обсерваторий

мира. А именно прозрачность атмосферы и ее устойчивость в основном определяют точность фотометрических наблюдений. Кроме того, в высокогорных обсерваториях становятся доступными для наблюдений излучения в ультрафиолетовой области спектра вплоть до 300 нм. Также на таких высотах появляются и расширяются окна прозрачности в инфракрасной области. Именно по этой причине астрономы устремляются в горы, где для них открываются новые возможности для наблюдений. По второму фактору, качеству изображения, ТШАО уступает многим обсер-

Рисунок 1 —
Вид на ТШАО
с высоты птичьего
полета. На заднем
фоне — плотина
Большого
Алма-Атинского озера



Рисунок 2 —
Архитектурасистемы
управления
метровыми
телескопами

ваториям, что не удивительно, учитывая рельеф местности. Обсерватория находится в котловине, окруженной горами. Естественно, что окружающие горы увеличивают турбулентность атмосферы, что приводит к размытию изображений небесных тел. Это, в свою очередь, снижает проникающую силу инструментов, пространственное и спектральное разрешение. В 50-80 г.г. XX столетия в регионе Заилийского Алатау было больше половины ясных дней и ночей. К сожалению, в последние два-три десятилетия количество фотометрических ночей заметно уменьшилось, что, возможно, связано с общим потеплением климата на Земле. Фон неба, кроме северного направления, где находится мегаполис Алматы, достаточно мал. Заметим, однако, что зимой город бывает закрыт туманом и тогда создаваемая им засветка неба на обсерватории практически исчезает. Что касается роли географического положения, то Средняя Азия и юг Казахстана находятся на долгом промежутке между Европой, с одной стороны, и Японией с Китаем, — с другой. Расположенная к югу Индия перекрывает «наши» долготы,

но, к сожалению, там недостаточно ясных ночей. Поэтому обсерватории Центральной Азии удачно заполняют указанный пробел. Географический фактор очень важен для мониторинговых программ различных переменных объектов, а также для прикладных задач, — таких как наблюдения за ИСЗ.

И так, главным преимуществом ТШАО являются высокая прозрачность атмосферы и возможность проводить наблюдения в инфракрасной и ближней ультрафиолетовой областях спектра. Не случайно, что именно на ТШАО московскими астрономами в конце 80-х годов был создан один из самых точных в мире наземных фотометрических каталогов WBVR-величин, насчитывающий более 13 500 звезд [2]. Алма-Атинскими коллегами здесь была выполнена абсолютная калибровка первичных спектрофотометрических стандартов [3]. Обе работы требовали очень высокой прозрачности атмосферы. Здесь в 90-е годы проводились фотометрические наблюдения звезд, обладающих инфракрасными избытками [4], систематически наблюдались переменные звезды типа δ Щита и λ Волопаса. На ТШАО

были созданы региональные спектрофотометрические стандарты промежуточного блеска [5], предпринимались попытки наблюдений белых карликов. Подчеркнем, что все вышеупомянутые работы выполнялись фотоэлектрическим методом, т.е. в качестве приемников излучения использовались фотоумножители. Переход на новые виды приемников — ПЗС-матрицы оказался довольно болезненным, как для института в целом, так и для обсерватории. ПЗС-приемники в условиях ограниченного финансирования оказались практически недоступными. Ситуация на ТШАО усугублялась еще и состоянием метровых телескопов. Их система управления была создана в первой половине 80-х годов и базировалась на полупроводниках. К началу XXI века она морально устарела, многие ее блоки вышли из строя и восстановлению не подлежали, так как в электронике поменялась элементная база. Метровые телескопы не работали, наблюдения в последнее десятилетие проводились только на 48-см АЗТ-14 и 36-см самодельном рефлекторе. Требовалась модернизация систем управления метровыми телескопами. Она была предпринята в конце нулевых годов, но по разным причинам не была доведена до конца и, к тому же, не учитывала последние зарубежные разработки. В 2012-2013 гг. была разработана и осуществлена практически модернизация системы управления метровых телескопов. Она удовлетворяет современным требованиям: универсальности, совместимости и преемственности. Из них выделим совместимость (интегрированность). Управление основано на международном стандарте ASCOM (Astronomy Common Object Model) — общепринятом протоколе взаимодействия

между астрономическими устройствами и программным обеспечением и позволяет управлять работой телескопа дистанционно. Общая схема модернизированной системы управления метровыми телескопами приведена на рисунке 2. В основу модернизации положен принцип «сверху — вниз». Суть его в том, что все узлы телескопа и навесного оборудования, а также все программы, используемые в процессе наблюдений и их обработки, рассматривались как единая система, управляемая по единым правилам. Его удалось осуществить благодаря применению единого международного стандарта ASCOM. В модернизации системы управления телескопом использовались импортные контроллеры, ПЗС-камеры, контролирующие и исполнительные механизмы (энкодеры, электродвигатели, муфты и др.). Некоторые устройства (оптический редуктор, дихроичные и цветные фильтры) также были заказаны за рубежом.

Какие же задачи предполагается решать на метровых телескопах ТШАО в ближайшем будущем?

В качестве первой из них предполагается наблюдение белых карликов. Белые карлики составляют около 10% от общего числа звезд в нашей Галактике. С момента их открытия они поражали воображение всех, кто знакомился с их физическими свойствами. Белые карлики обладают звездными массами и планетными размерами и, следовательно, имеют чрезвычайно большую плотность: от центнеров до нескольких тонн в одном кубическом сантиметре. Электроны при таких плотностях находятся в вырожденном состоянии, характерным признаком которого является отсутствие зависимости давления от тем-

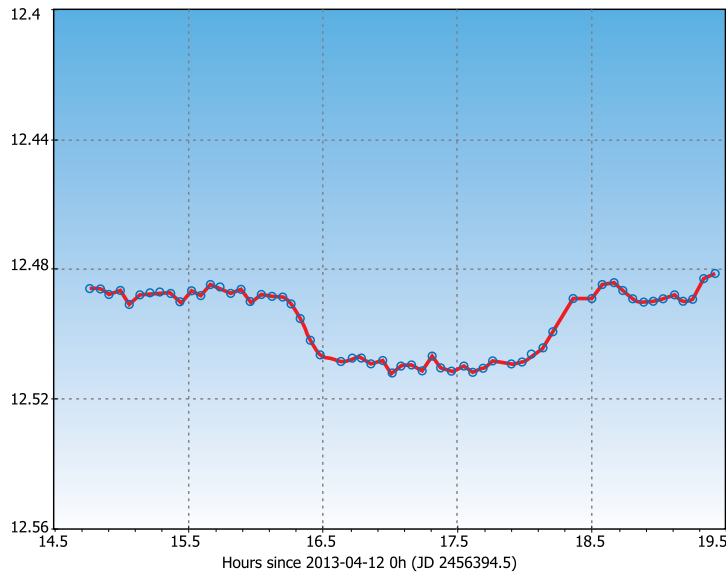


Рисунок 3 —
Кривая блеска для транзита HAT-12b

пературы. Состояние вещества белых карликов удалось описать только после создания квантовой механики. Белый карлик — это заключительная стадия эволюции звезд с массой менее 1.44 солнечной. В его недрах ядерные реакции уже не протекают, так как

практически весь водород превратился в гелий. Температура же в ядре звезды массой менее 1.44 массы Солнца недостаточна для синтеза из гелия, углерода, азота и кислорода. Поэтому он медленно остывает на протяжении сотен миллионов, а то и нескольких миллиардов

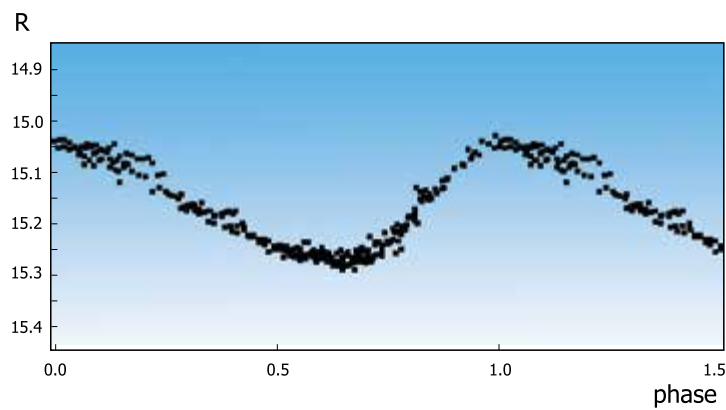
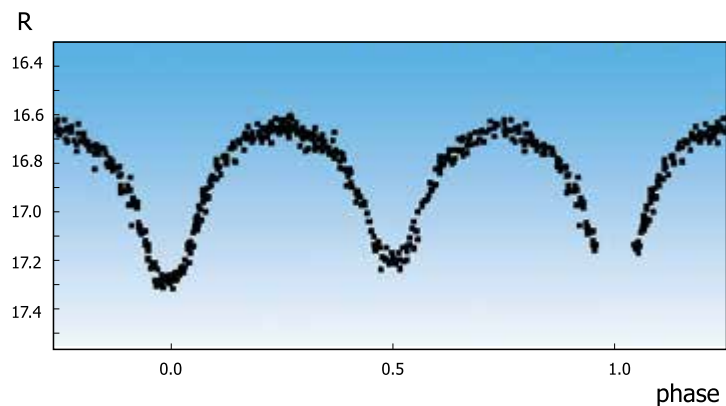


Рисунок 4 —
Кривая блеска USNO-B1.0 1465-0053466, новой пульсирующей переменной звезды типа RR Лиры (период 0.38112 суток, фильтр R Джонсона), открытой А. Кусакиным и А. Хрусловым в 2013г. по наблюдениям на 1-м телескопе ТШАО





лет. Благодаря высокой теплопроводности вырожденного электронного газа температура недр белых карликов почти однородна и в объеме от центра до расстояний равных 0.98 его радиуса R составляет около 10 млн. Кельвинов. И только самые верхние слои представляют собой оболочку идеального газа. Она обычно состоит из водорода, но иногда он полностью отсутствует (в спектрах отсутствуют бальмеровские линии). Теоретически возможно существование белых карликов, состоящих из углерода. Благодаря огромному давлению атомы углерода при соответствующих температурах могут образовать гигантский кристалл-алмаз. Но и без этого, теоретически возможного

предположения, белые карлики продолжают привлекать внимание астрономов своими свойствами и загадками. Основная задача планируемых наблюдений — определение спектра мощности колебаний интенсивности излучения белого карлика, который зависит от его химсостава и внутреннего строения. Спектр мощности получается более полным и точным в случае длительных и непрерывных наблюдений. Поэтому в их наблюдения включаются десятки обсерваторий, а наблюдения и их обработка ведутся в определенный период по единой методике. Данный метод исследования называется астросейсмологией. С его помощью можно «заглянуть» внутрь звезды.

Программа наблюдений белых карликов является международной, координирующий центр ее находится в США. В астрономии она известна под названием «Всемирный наземный телескоп». Некоторый опыт наблюдений по данной программе у нас имеется.

Второй задачей являются наблюдения так называемых экзопланетных транзитов. Термин «транзит» в астрономии еще не устоялся. В данном случае мы под ним подразумеваем звезды, обладающие планетами, плоскости орбит которых совпадают с направлением луча зрения. Экзопланетная тематика в настоящее время — одна из самых актуальных. Это не удивительно, так как вопрос о других мирах является миро-

воззренческим и интересным по существу. С нашими аппаратурными возможностями мы не можем непосредственно наблюдать сами экзопланеты, но транзитный метод позволяет открывать новые планеты около других звезд. Именно этим методом вел поиск экзопланет космический телескоп «Кеплер». К сожалению, из-за выхода из строя на нем гетеродинов программа поиска экзопланет прекращена. По форме кривой блеска, образованной вследствие прохождения планеты по диску звезды, можно определить некоторые параметры планеты и ее орбиты. Кроме транзитовмы можем проводить фотометрию и спектрофотометрию большинства родительских звезд и по полученным данным определять их физические параметры. В настоящее время эпизодические наблюдения транзитов выполняются на ТШАО совместно с южнокорейскими астрономами. На рисунке 3 приводится кривая блеска транзита НАТ-12b, полученная с помощью макета многоцветного фотометра на 1-м телескопе. Расстояние до этой планетной системы составляет около 500 лет, а сама планета по размерам подобна Сатурну. В последнее время обнаружена планетная система WASP-33b около пульсирующей звезды. Естественно, что такие объекты также будут включены в программу наблюдений.

Как известно, мир звезд очень разнообразен, тем более мир переменных звезд. Одних только типов переменности насчитывается более трехсот. Еще один из них был открыт в последнее время по результатам наблюдений в ТШАО и других обсерваториях [6]. Главной особенностью нового типа пульсирующих компонентов затменно-двойных звезд в полуразделенных си-



стемах типа Алголь состоит в переносе массы через внутреннюю точку Лагранжа L1 и последующей аккреции вещества на пульсирующую звезду. Этот тип переменных получил обозначение оЕА. Одной из звезд данного типа является АSEri. Орбитальный период этой системы равен 2.664152 дня, а период пульсаций — от 21.6 до 24.8 минут. Аккрецирующий компонент имеет спектральный класс А3V и не менее пяти мультипериодичных колебаний. Кроме того, амплитуды их изменяются [7]. Данный объект заинтересовал канадских астрономов и они включили его в программу наблюдений на микроспутнике MOST. С 10 октября по 20 ноября выполнялись синхронные на-

блюдения АS Eri со спутника и на ТШАО. Кроме АS Eri к типу звезд оЕА принадлежит RZ Cas. Ее наблюдают в нескольких обсерваториях, в том числе и на ТШАО, уже 14 лет. Координатором этой программы является Д. Мкртичян. Уже известно несколько десятков переменных звезд типа оЕА. В качестве третьей задачи мы планируем наблюдения переменных данного типа.

В шестидесятые годы XX века было сделано четыре открытия, которые составили предмет третьей революции в астрономии: реликтовое излучение, квазары, пульсары и гамма-вспышки. Первые три из них относительно быстро получили физическую интерпретацию, для них были



построены правдоподобные модели. Подчеркнем, что и на сегодня осталось много нерешенных вопросов о процессах и явлениях, протекающих в этих объектах, но в целом качественная картина об их природе сформирована. Что же касается гамма-всплесков, то для них интерпретация появилась только лишь в последнее десятилетие. Они оказались самыми энергетическими явлениями во Вселенной (за исключением самого ее рождения — Большого взрыва). При этом природа гамма-всплесков может быть разной: они могут порождаться в результате слияния двух нейтронных звезд и взрывами гипергигантов — наиболее мощных Сверхновых. Несомненно, что исследование гамма-всплесков является од-

ним из самых актуальных и важных вопросов астрофизики. Основные данные наблюдений для них получены с помощью космических гамма и рентгеновских телескопов. Однако очень важную информацию об их природе можно получить и в визуальной области, наблюдая послесвечение гамма-всплесков. В последние годы разрабатывается методика таких наблюдений: как фотометрических, так и спектральных. Учеными из МГУ под руководством проф. В.М. Липунова создана и продолжает расширяться сеть небольших мобильных роботов-телескопов, оснащенных ПЗС-фотометрами для таких наблюдений. При этом должна быть налажена надежная интернет-связь с Центром съема информации с гамма-спут-

ника. Здесь требуется оперативность наведения на указанную из Центра область неба (программа «МАСТЕР»). Основная цель данной программы — отождествление источника излучения, оценка мощности вспышки, определение формы кривой блеска. Для наблюдений нужны телескопы с большими полями, оснащенные большими матрицами. Все наземные программы наблюдений — кооперативные, в них участвуют десятки обсерваторий, расположенные по всему земному шару. Наблюдение такого рода получили название алертных («по тревоге»).

Кроме выше названных программ, в планы программ наблюдений предполагается включить следующие:

- Поиск и исследование малоамплитудных перемен-

ных, в том числе цефеид. На рисунке 4 приведена кривая блеска для одной из открытых в ТШАО цефеид.

- Наблюдение звезд с инфракрасными избытками. Это традиционная для АФИФ тематика. Она получит новое развитие в случае успешной работы в инфракрасной области семицветного фотометра.

- Создание слабых спектрофотометрических стандартов. Задача их создания принадлежит к классу «вечных». Заметим, что в АФИФ создан самый массовый в мире спектрофотометрический каталог звезд, но он охватывает только относительно яркие звезды.

- Фотометрические наблюдения нестационарных галактик. Они должны дополнить спектральные наблюдения активных ядер галактик, проводимые в АФИФ более 40 лет.

Для осуществления перечисленных программ нами изготавливается семицветный фотометр, охватывающий видимую и ближнюю инфракрасную области спектра. Оформлен заказ на оптический редуктор, укорачивающий фокусное расстояние 1-м телескопа в два раза, что соответственно увеличивает его светосилу. Приобретаются высокочувствительные ПЗС-камеры, дихроичные и цветные фильтры, мощные специализированные компьютеры.

В заключение заметим, что большую помощь в оснащении телескопов ТШАО современным оборудованием оказывает Казахстанский клуб любителей астрономии. Наш опыт и опыт коллег из других стран подтверждают широко распространенное мнение о том, что содружество профессионалов и любителей астрономии является взаимно выгодным. ■



Литература

1. Миронов А.В. / Основы астрофотометрии. — М.- Физматлит. — 2008.- 260 с.
2. <http://lnfm1.sai.msu.ru/lnfm/wbvr>
3. Харитонов А.В., Терещенко В.М., Князева Л.Н., Бойко П.Н. // Астрон. ж., 1980, т. 57, с.287.
4. Miroschnichenko, A. S.; Manset, N.; Kusakin, A. V. et al.//The Astroph. J. — 2007. — V. 671. — Issue 1. — P. 828.
5. Терещенко В. М.// Астрон. ж.- 2002. -Т. 79.- С. 249.
6. Gamarova A. Yu., Mkrtychian D.E. and Kusakin A.V. // IBVS, 2001, № 4837.
7. Mkrtychian, D. E.; Kusakin, A. V.; Rodriguez et. al.// Astron. and Astroph. — 2004. — V. 419.- P.1015

Об актуальных задачах космического мониторинга территории Республики Казахстан



БЕКМУХАМЕДОВ Б.Э.

и.о. директора ДТОО «Институт космических исследований имени академика У.М. Султангазина»,
кандидат технических наук;



АКНАЗАРОВА Р.Б.

ученый секретарь ДТОО «Институт космических исследований имени академика У.М. Султангазина»,
кандидат физико-математических наук

В Законе Республики Казахстан «О космической деятельности» дистанционное зондирование Земли определено одним из основных направлений космической деятельности. Работы по созданию теоретических основ исследования Земли из космоса, методов и технологий космического мониторинга проводятся в Казахстане с 1991 года. Основной целью является изучение состояния природно-хозяйственных комплексов и экосистем на территории республики, прогноз их динамики и разработка научно-обоснованных рекомендаций по устойчивому развитию и рациональному природопользованию.

В соответствии с Программой по развитию космической

деятельности в Республике Казахстан на 2010 — 2014 годы, утвержденной Постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 октября 2010 года № 1125, и в целях реализации Указа Президента Республики Казахстан № 958 от 19 марта 2010 года «О Государственной программе по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы» одной из основных задач является реализация целевых проектов использования космических систем конечными пользователями.

Реализация целевых проектов использования космических систем предполагает развитие Национальной системы космического мониторинга (НСКМ) Республики Казахстан, что предусматри-

вает развитие базовой инфраструктуры системы; создание тематических (отраслевых) подсистем. Создание системы космического мониторинга позволяет решить следующий ряд прикладных задач:

- предупреждение, оперативное обнаружение, мониторинг и оценка последствий чрезвычайных ситуаций; контроль динамики их развития для принятия экстренных мер по их локализации и ликвидации;
- мониторинг состояния сельскохозяйственных и лесных угодий;
- контроль состояния инфраструктуры;
- экологический мониторинг;
- мониторинг степных и лесных пожаров;
- картографирование;

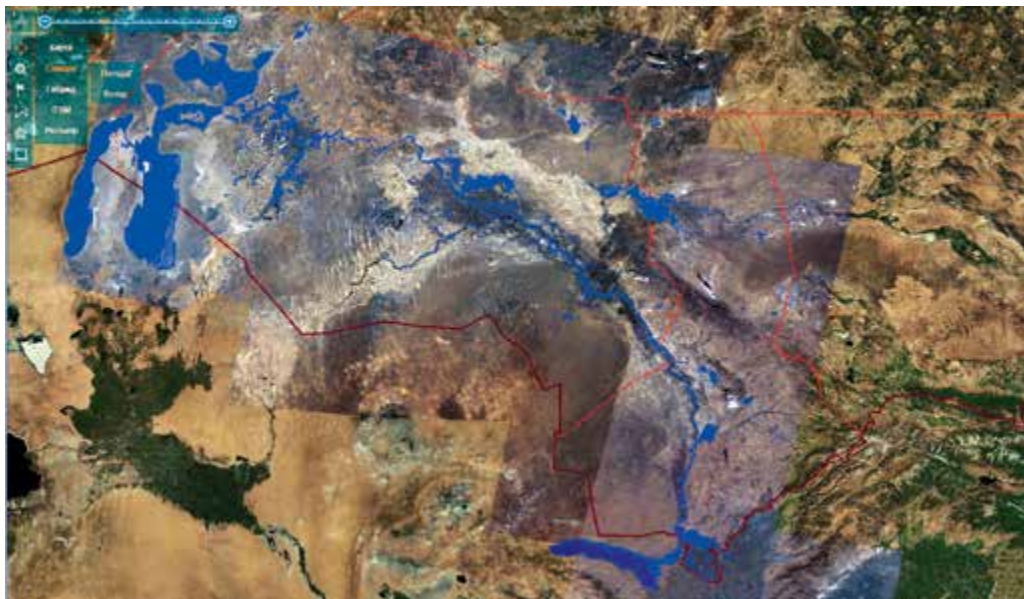
- учет, планирование и контроль земле- и лесопользования.

Результаты фундаментальных и прикладных исследований в области дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), полученные учеными ДТОО «Институт космических исследований имени академика У.М. Султангазина» Акционерного общества «Национальный центр космических исследований и технологий», стали основой создания новых технологий для НСКМ Республики Казахстан.

В состав наземной инфраструктуры НСКМ РК входят два сертифицированных на международном уровне центра приема и обработки данных ДЗЗ в Астане и Алматы, обеспечивающих регулярное покрытие территории Республики Казахстан и прилегающих государств опτικο-электронными и радиолокационными космическими снимками с разрешающей способностью до 5м для контроля сельскохозяйственных угодий, распознавания пожаров и паводков, локализации очагов опустынивания.

Специалистами Института разработаны и внедряются современные эффективные технологии дистанционного зондирования Земли для решения прикладных задач мониторинга сельскохозяйственных угодий, границ зон затопления при паводках и наводнениях, картирования очагов лесных и степных пожаров, нефтяных пятен в акватории Каспийского моря и зон экологических бедствий на территории Казахстана.

С 1997 года по заказу Министерства сельского хозяйства РК Институтом проводятся исследования по оценке площадей пахотных земель и потенциальной урожайности основных зерносеющих областей Казахстана (Костанайская,

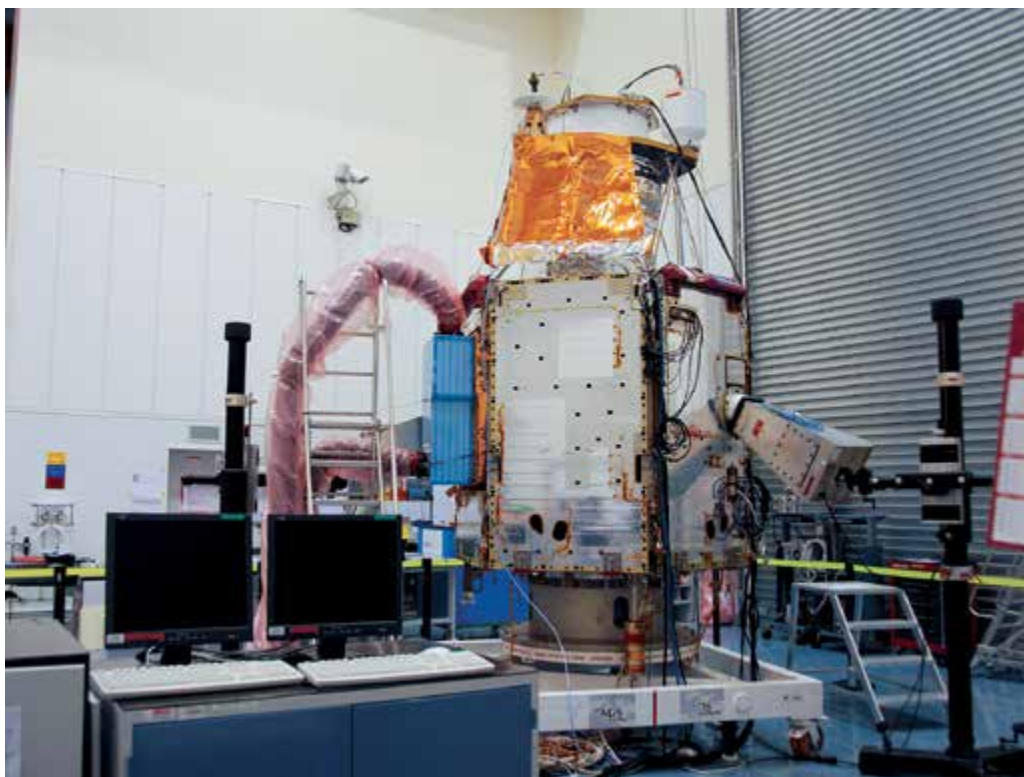


Северо-Казахстанская, Акмолинская, Карагандинская, Павлодарская области) и оценке состояния и кормовых запасов пастбищных угодий южных областей Казахстана (Южно-Казахстанская, Восточно-Казахстанская, Жамбылская, Алматинская области).

Особое внимание в Институте уделяется решению

задач космического мониторинга чрезвычайных ситуаций (паводков и наводнений, пожаров, нефтяных загрязнений на Каспии). В текущем году космический мониторинг пожаров и паводков осуществлялся в оперативном режиме для 11 областей Казахстана. Результаты оперативного космического мониторинга в режиме реального

Рисунок 1 — Наводнение на реке Сыр-Дарья (2012 год)



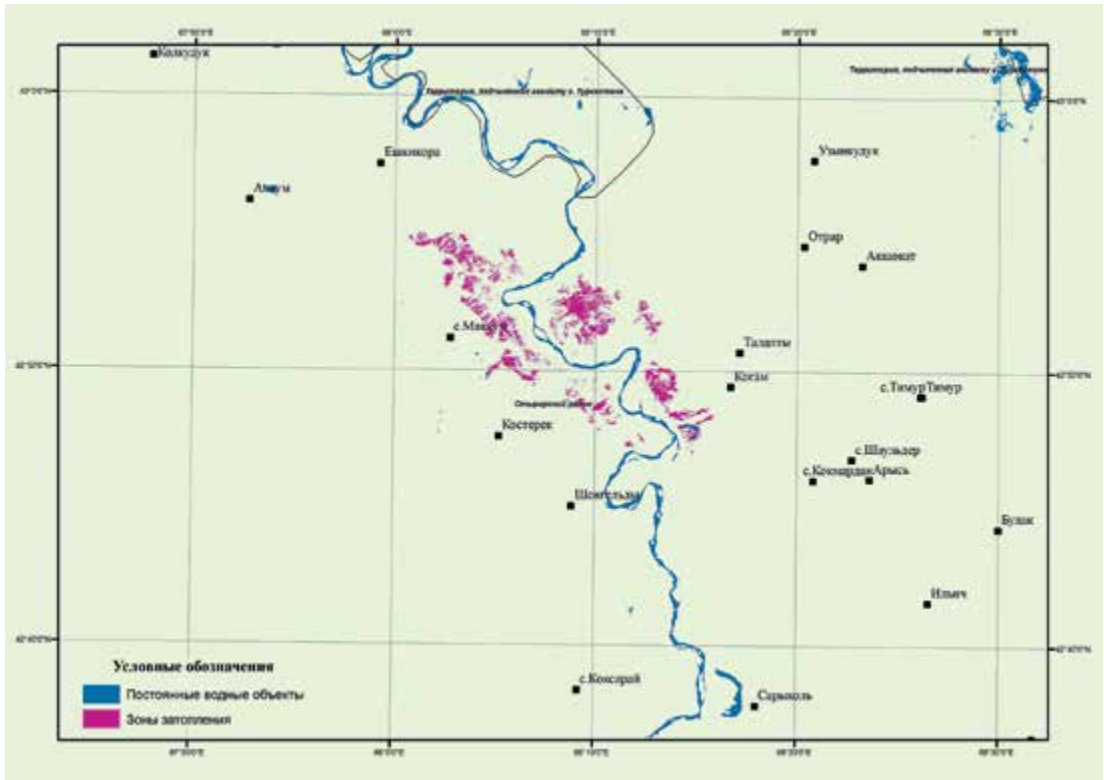


Рисунок 2 —
Карта наводнения
на реке Сыр-Дарья
(2012 год)

времени передавались в Областные управления по мобилизационной подготовке, гражданской обороне, организации предупреждения и ликвидации аварий и стихийных бедствий.

Задачи космического мониторинга наводнений вклю-

чают: мониторинг схода снега, мониторинг наводнений и паводков, мониторинг наполнения водохранилищ. Технология космического мониторинга паводков эффективно используется с 2003 года для контроля прохождения паводковых вод

и наводнений в Западно-Казахстанской, Карагандинской, Акмолинской, Павлодарской, Восточно-Казахстанской, Жамбылской, Южно-Казахстанской и Кызылординской областях.

К задачам космического мониторинга пожаров относят-

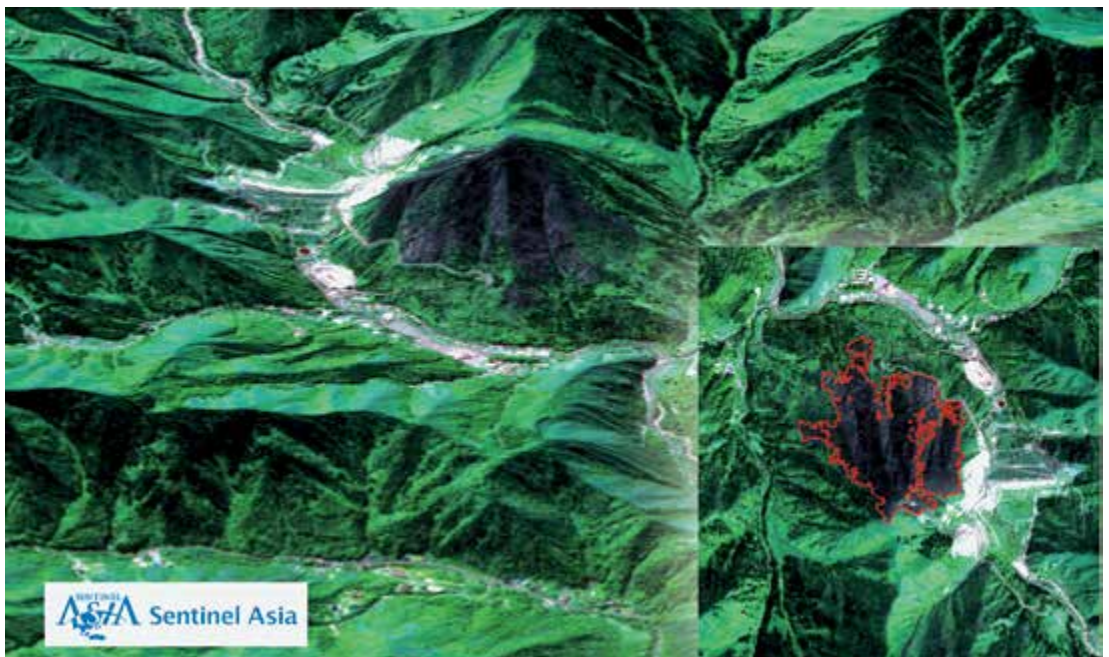


Рисунок 3 —
Пожар на горе
Мохнатка в урочище
Медеу
(22-24 августа
2012 г.)

ся оперативный мониторинг очагов пожаров, мониторинг динамики распространения пожаров, мониторинг выгоревших площадей. Мониторинг пожаров и картирование выгоревших площадей Западно-Казахстанской, Актюбинской, Карагандинской, Восточно-Казахстанской, Алматинской, Павлодарской, Южно-Казахстанской, Жамбылской, Атырауской, Акмолинской и Кызылординской областей выполняется с 2001 года.

Для своевременных и успешных действий, направленных на ликвидацию природных пожаров, необходима разработка геоинформационных моделей, которые должны стать неотъемлемой частью систем принятия решений по предотвращению чрезвычайных ситуаций.

Для детектирования очагов пожаров используются ежедневные космические (до 4 раз в сутки) данные низкого разрешения. Результаты мониторинга пожаров отображаются на собственном геопортале и передаются в органы ЧС в течение часа с момента получения дневных космических снимков на приемные станции АО «НЦКИТ». Каждая точка имеет характеристики времени, координат, интенсивности, продолжительности и близости к населенным пунктам. Разработанная технология прогноза распространения пожара и оперативной оценки ущерба от лесных пожаров использует как космические, так и наземные данные.

Одной из актуальных проблем является задача выявления фактов нефтяного загрязнения на шельфе Каспия, а также источников, вызывающих или способных вызвать загрязнение моря.

К числу таких источников следует, в первую очередь, отнести аварийные ситуации на



производственных и технологических объектах морской добычи и транспортировки нефти, а также протечки скважин затопленных месторождений. Источники загрязнения, как правило, расположены в шельфовой зоне и представляют значительную опасность для биоты всего Северного Каспия. В целях охраны окружающей среды ведется постоянное наблюдение за состоянием отдельных регионов Казахстана: бассейном Каспийского моря, Шардаринским водохранилищем и др. В направлении развития системы космического мониторинга территории Казахстана проводятся научно-исследовательские работы по созданию системы мониторинга водных ресурсов в бассейнах трансграничных рек.

Реализация целевых проектов использования космических систем предполагает решение такой важной стратегической задачи, как создание в 2014 году 16 ситуационных центров, 10 тестовых полигонов

для НСКМ, что является одним из индикаторов Программы по развитию космической деятельности в Республике Казахстан на 2010 — 2014 годы.

В соответствии с этими показателями в настоящее время в АО «НЦКИТ» ведутся работы по созданию и внедрению в оперативную практику отраслевых и региональных Ситуационных центров космического мониторинга (СЦКМ) ЧС, обладающих современными технологиями тематической обработки и виртуального доступа к космическим средствам дистанционного зондирования.

В ближайшей перспективе предполагается разработка и внедрение ситуационных центров в областных управлениях по чрезвычайным ситуациям МЧС РК с целью оперативного информационного обеспечения управленческих решений по предупреждению и ликвидации наводнений и пожаров.

В 2012-2013 гг. АО «НЦКИТ» проведена большая организационная работа по



формированию Концепции создания СЦКМ, проект которой был обсужден на заседаниях Научно-технического совета НКА РК, на рабочих встречах и семинарах в МЧС РК, МСХ РК, МООС РК, в акиматах Южно-Казахстанской, Жамбылской, Петропавловской, Карагандинской областей. В указанных ведомствах специалистами Института проведены обучающие семинары и расширенные рабочие совещания с потенциальными пользователями данных ДЗЗ и продуктов их тематической обработки.

В 2012 году создан ситуационный центр космического мониторинга Карагандинской

области. В 2013 году выполнены работы по созданию СЦКМ в Южно-Казахстанской, Жамбылской, Северо-Казахстанской областях.

Для этого создана база данных космических снимков, база картографической информации, информационно-аналитическая система, включающая WEB-GIS портал, настольные GIS и специализированные программы для визуализации результатов мониторинга и прогнозирования: метеорологической информации, природных пожаров, наводнений, нефтяных разливов. Создается система автоматической передачи данных ДЗЗ, обработанных до тематических продуктов,

из Центра приема космической информации АО «НЦКИТ» в ситуационные (кризисные) центры ЧС РК.

Следует отметить, что разработанный в 2013 году в рамках Республиканской бюджетной программы 002 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности» технологический комплекс для прогноза потенциального ущерба от пожаров на основе спутниковой информации успешно внедрен в РГУ «Государственный лесной природный резерват «Семей орманы».

Для привлечения новых потребителей обеспечен свободный доступ к геопорталу

результатов космического мониторинга территории РК <http://geopotral.gzi.kz>.

Особо следует подчеркнуть важность совместной деятельности ученых Казахстана по созданию технологий оперативного взаимодействия с системами космического мониторинга стран СНГ, в первую очередь, с российскими космическими системами, для эффективного информационного обеспечения работ по ликвидации экологических бедствий, предотвращению и уменьшению последствий ЧС и других задач.

В этом направлении продолжается плодотворное сотрудничество с российскими коллегами по созданию системы космического мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций на трансграничных территориях Казахстана и России во исполнение поручения Президента Республики Казахстан Назарбаева Н.А. от 14 ноября 2011 года № 93-5. 210 по итогам 8-го Форума межрегионального сотрудничества Казахстана и России (15 сентября 2011г., г. Астрахань).

По результатам экспертной встречи казахстанско-российской рабочей группы по созданию совместной системы космического мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (г.Астана, 30 сентября-1 октября 2013г.) стороны договорились определить тематику научно-прикладных исследований в рамках совместного научно-технического сотрудничества. В 2014-2016 годах планируется проведение работ, связанных с созданием и функционированием совместной системы космического мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций на трансграничных территориях Казахстана и России. АО «НЦКИТ» имеет



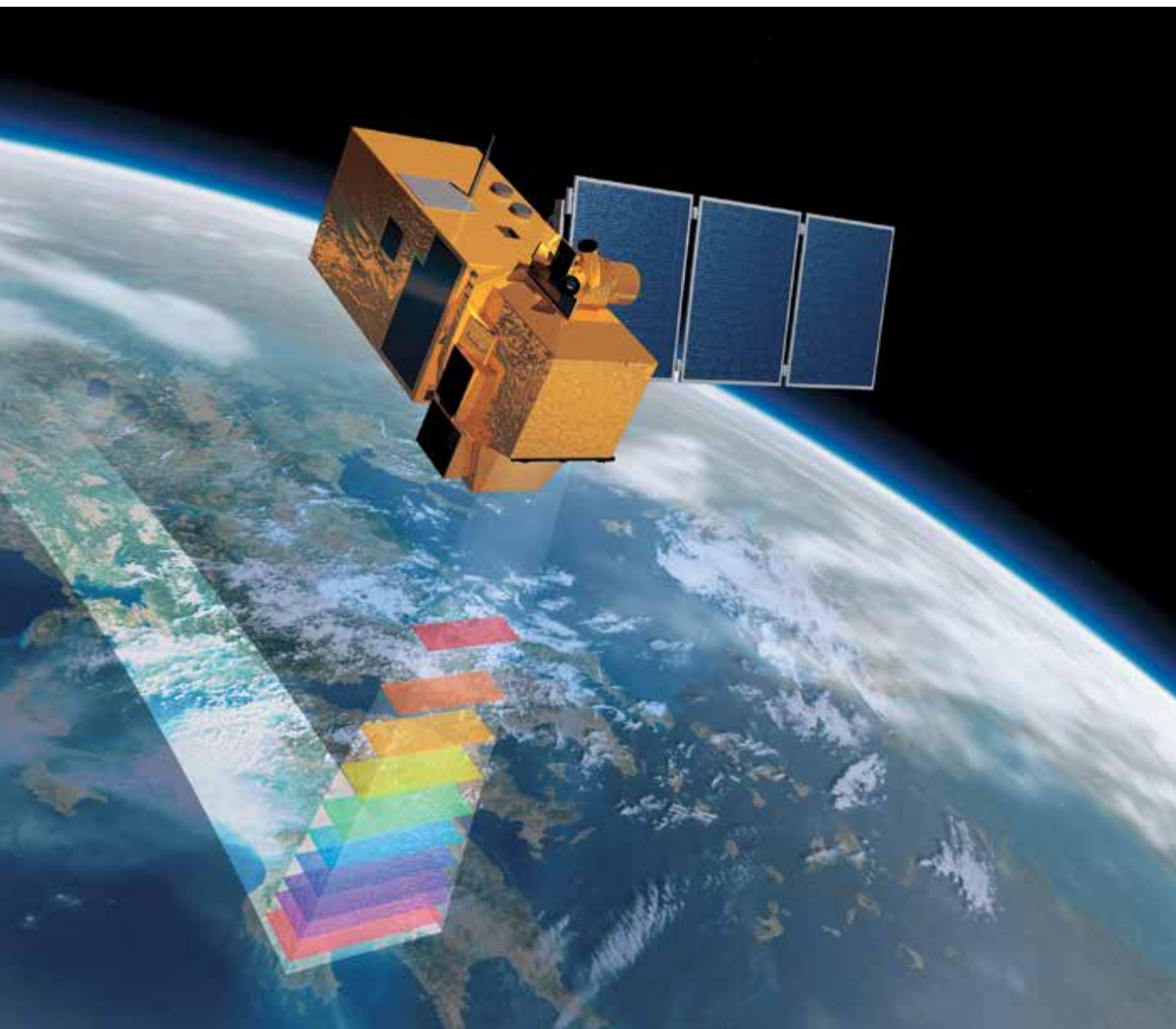
существенный задел по вышперечисленным тематикам, которые было предложено включить в совместную систему мониторинга ЧС.

Совещание представителей органов исполнительной власти государств-участников СНГ по вопросам сотрудничества в космической сфере, проведенное в г.Алматы 7-8 июня 2012 года, было посвящено вопросам создания межгосударственной системы космического мониторинга чрезвычайных ситуаций государств-участников СНГ (МСКМ ЧС).

В соответствии с протокольным решением Совещания сформирована рабочая группа по проработке пред-

ложений по созданию МСКМ ЧС. Базовой организацией по координации деятельности рабочей группы было определено Акционерное общество «Национальный центр космических исследований и технологий» НКА РК.

9-10 июля 2013 года в г. Евпатория состоялось очередное Совещание представителей органов исполнительной власти государств-участников СНГ по вопросам сотрудничества в космической сфере, на котором было рекомендовано развернуть работы по созданию «Межгосударственной системы космического мониторинга чрезвычайных ситуаций государств-участников СНГ»



во взаимодействии с инициированным ОАО «Российские космические системы» проектом «Многоцелевой аэрокосмической системы прогнозного мониторинга (МАКСИМ) и сервисов комплексного представления информации предупреждения о ЧС природного и техногенного характера в совокупности с семантическими и геопространственными данными», реализуемым с участием профильных организаций Беларуси, Казахстана, России и Украины.

6-7 ноября 2013 года Акционерным обществом «Национальный центр космических исследований и технологий» проведено заседание рабочей группы с целью утверждения проекта Плана мероприятий по реализации этапов программы МАКСИМ, а также согласования методик и регламентов объединенной системы космического мониторинга ЧС, предложенных всеми сторонами. В настоящее время проводится организационная работа по реализации этих мероприятий.

Для Казахстана с его обширной территорией технологии космического мониторинга являются единственным инструментом объективного, независимого и непрерывного контроля за природно-техногенными процессами. В связи с этим проводимые в данном направлении работы перспективны и предоставляют огромную возможность для развития космической деятельности в Республике Казахстан и интеграции с государствами СНГ. ■

Launchers

Приложение к журналу «Космические исследования и технологии»

КОСМОДРОМЫ
И НОСИТЕЛИ



Новый проект «ЦСКБ «Прогресс»

Юбилей многоразовой космической системы

«Союз» с метаном



Дмитрий ВОРОНЦОВ,

независимый эксперт в области ракетно-космической техники, Россия



Конец марта преподнес «околокосмическому сообществу» сенсацию: в самарском «ЦСКБ-Прогресс» идут работы по проектированию принципиально новой ракеты-носителя среднего класса. Об этом заявил в одном из интервью руководитель предприятия Александр Кирилин.

Что это и зачем?!

«Вы знаете, что ... хороший проект носителя «Русь-М» по решению государства был остановлен. Тем не менее, сейчас предприятие в качестве собственного инициативного проекта ведет разработку нового современного носителя среднего класса — так называемый «Союз-5». Сейчас мы с этим проектом вошли в программу НИР Роскосмоса «Магистраль» и в текущем году эту работу должны «защитить». Проект примечателен тем, что в составе топлива здесь применяется сжиженный природный газ», — сообщил А.Кирилин журналистам, добавив, что «ракета создается по абсолютно новой схеме — двухступенчатый носитель с двумя боковыми блоками». Грузоподъемность носителя указывалась в районе 16 тонн.

Среди любителей и знатоков ракетно-космической техники возникла оживленная дис-

куссия, в которой технические нюансы поначалу отошли на второй план, а главным вопросом стал — «для чего?». Первые кусочки информации давали более чем обильную пищу для этого. Зачем делать носитель с энергетикой, как у «Ангары-3» или «Зенита»? Чуть позже появились сведения о 25-тонной модификации ракеты. Вопросов стало еще больше: на свет божий появился еще один аналог «Ангары-5». В самом деле, судя по первой информации, центр «ЦСКБ-Прогресс» предложил «реинкарнацию» только что закрытого проекта «Русь-М»... Возникла даже мысль, что речь идет о возобновлении этого проекта, за который перед высшим руководством страны в прошлом году хлопотал губернатор Самарской области Н.И. Меркушкин.

В общем, смысл появления совершенно нового носителя, в условиях, когда стратегией космической деятельности средствам выведения отдан едва ли не последний приоритет, был совершенно непонятен. Однако, несколько позже, когда на аэрокосмических салонах LeBourget2013 и МАКС-2013, а также в недрах интернета появилось чуть больше информации, ситуация несколько прояснилась.



Так вот ты какой!

Оказалось, что «Союз-5» — это целое семейство ракет-носителей, в которое входят три изделия среднего и тяжелого классов.

Основа семейства — РН «Союз-5.1». При стартовой массе 252 тонны ракета должна выводить на низкую орбиту полезный груз массой 8,5 тонны. Это двухступенчатый классический тандем, работающий на сжиженном природном газе. На первой ступени установлен один жидкостный ракетный двигатель РД0164 тягой у земли 280 и в вакууме — 300 тс. Судя по всему, он является одноразовой форсированной модификацией двигателя РД0162. Последний создается в воронежском КБХА для использования в проекте многоразовой ракетной системы первого этапа МРКС-1. Вторая ступень оснащается дви-

гателем также воронежской разработки — метановой версией РД0124 тягой 30 тс.

Тяжелый носитель «Союз-5.2» получается добавлением к базовому варианту двух боковых блоков, аналогичный блоку первой ступени «Союз-5.2». Стартовая масса РН оценивается в 644 тонны. Промежуточный «16-тонник» — собственно «Союз-5» стартовой массой 575 тонн — получается из тяжелого носителя изъятием третьей ступени. Ракетные блоки всех ступеней во всех вариантах имеют единый диаметр 3,6 м.

Но этот облик — не окончательный и не единственный. Работы находятся на самой ранней стадии проектирования, и в Самаре исследуют различные варианты построения семейства перспективных носителей: с использованием твердотопливных ускорителей

(ТТУ), с переливом топлива из блоков первой ступени во вторую и без него. Единными остаются базовые решения: применение «метанового ядра» и использование строительной части стартового и технического комплексов «Союза-2».

Комплекс информации, доступный нам сегодня, позволяет сделать вывод, что основным вариантом в семействе является не повсеместно показываемый «Союз-5», а «Союз-5.1». Он единственный не залезает в «чужие ниши» («Ангара» и «Зенит»), что является «политически корректным» и дает шанс на реализацию, по крайней мере, в перспективе. Остальные же варианты — скорее всего, лишь «приятные» бонусы, которые могут потребоваться в 2020-х гг., например, в случае не слишком успешной эксплуатации «Ангары».



На МАКС-2013 руководители «ЦСКБ-Прогресс» прямо назвали причины разработки нового космического ракетного комплекса. Первая — необходимость замены морально устаревающего «Союза-2». Вторая — потребность в перспективной работе как таковой. Эта причина понятна: за время работы над проектами «Союз-2.1в» и «Русь-М» в ЦСКБ сложился мощный коллектив проектантов, которых надо загрузить работой. Пусть даже работой «в стол», главное, чтобы они не теряли квалификацию.

Однако первая причина выглядит почти парадоксальной. За полвека эксплуатации мы привыкли, что «Союз» — это настоящая «рабочая лошадь» советской, российской, а теперь уже и международной космонавтики. Мы считаем ее простой, надежной и дешевой ракетой, которую не смог обойти даже «ракетный выскочка» Элон Маск: ведь его Falcon 9 не превосходит российскую РН по

экономическим показателям, а по массовой отдаче — почти такой же. Какое уж тут устаревание?

Но более пристальный взгляд показывает далеко не радужную картину. Сохранив достойные общетехнические и экономические показатели, «Союз» (будем под эти названием понимать все версии ракеты — «Союз-У», «Союз-ФГ» и «Союз-2») безнадежно устарел технологически и эксплуатационно. Конструкция его создавалась под производственно-технологическую базу 1950-х гг., с обилием ручных операций, подгонки по месту, ориентацией и других рудиментов той эпохи. Сама конструкция «Семерки» в реальности очень сложна. Коническая форма блоков первой ступени и некоторых участков второй ведет к росту количества оснастки (ведь нет одинаковых шпангоутов — они все разные). Шесть двигателей с большим количеством камер по нынеш-

ним стандартам — тоже не «комильфо».

Эксплуатация «Союза» по современным западным меркам чистый кошмар. Подготовка к пуску требует присутствия на космодроме сотен человек, в том числе и возле заправленной ракеты (одна операция ручного проворачивания подмерзшего вала ТНА чего стоит!). Для заправки ракеты «Союз-2.1б» требуются: жидкий кислород, керосин Т-1 или РГ-1, жидкий азот, перекись водорода, а также гелий. Признаем, пять компонентов отнюдь не упрощают задачу подготовки к пуску.

Многие компоненты ракеты, в основном из числа приборного хозяйства, уже перестали выпускаться. А переход на новую элементную базу в старом конструктиве корпусных отсеков не дает возможности получения максимального эффекта от снижения массы. Ограниченность располагаемых управляющих моментов не позволяют существенно нарастить

массовые показатели для увеличения грузоподъемности.

В целом указанные факторы, по мнению руководства «ЦСКБ-Прогресс», ведут к непрерывному росту себестоимости производства и эксплуатации и могут к 2020 году привести к утрате «Союзом» своих конкурентных преимуществ и вытеснению ракеты с рынка пусковых услуг. Выходом из этого тупика является логичное решение — надо делать новую ракету на современной технологической базе, максимально простую в производстве и эксплуатации. Кстати, по этим основаниям, например «Союз-2-3» никак не годится на роль технологического локомотива, поскольку консервирует конструктивно-технологическое наследие «Семерки», от которого и стремятся избавиться. Единственное, что должно остаться от нее — это модернизированная наземная инфраструктура. Что тоже логично — зачем же добру пропадать, особенно если оно новое (на Восточном).

Концепция «Союза-5», предусматривающая минимальное количество ракетных блоков и двигателей («один блок – один двигатель»), максимально простую конструкцию и безлюдный старт по типу «Зенита», позволяет решить проблему конкурентоспособного носителя среднего класса. Решения, отработанные на «Союзе-5», могут быть в дальнейшем применены на сверхтяжелых РН, которые проектируются в «ЦСКБ-Прогресс». Они также основаны на использовании метана и двигателя РД0164. Поэтому «Союз-5» может стать своеобразным летным стендом при создании российского супертяжа.

Вроде бы все понятно. Но у некоторых скептиков остается вопрос...



А метан-то зачем?

А вот зачем. Керосин марки РГ-1 — пожалуй, лучший ракетный керосин в мире — получают крекингом нефти лишь определенного сорта, добываемого на единственном месторождении на юге России. Скоро это месторождение иссякнет. Поэтому себестоимость РГ-1 постоянно растет, он уже вдвое дороже сжиженного природного газа (СПГ). А природного газа у нас, да и в соседнем Казахстане — ну, очень много. То есть экономический фактор налицо. Но есть еще и чисто технические резоны.

Сразу скажем, что выигрыш по энергетике при использовании СПГ вместо керосина — не фантастический, дай Бог, процентов 10. Однако у СПГ иные прелести. Во-первых, он имеет более высокий хладоресурс и разлагается, с выделением твердой фазы, при более высокой температуре, чем керосин. Значит, метан (а из него

СПГ состоит на 90 и более процентов) — лучший охладитель, чем керосин.

В СПГ относительно выше доля водорода, что делает его лучшим рабочим телом для привода турбины ТНА. В том числе и при использовании в восстановительном газогенераторе. Ведь, в отличие от керосина, сжигание метана дает меньше сажи. А это открывает путь к созданию ненапряженным двигателям многоразовых ракетных систем. Еще один плюс в данной ипостаси — метан не надо вычищать из ЖРД после полета — он сам очень быстро испарится. Кстати, эти свойства метана (или СПГ) лет десять назад породили концепцию, выдвинутую Центром Келдыша, о необслуживаемом многоразовом двигателе открытой схемы с восстановительным газогенератором. Ведь в силу особенностей работы, аварии в таком ЖРД развиваются на порядок медленнее, чем в керосиновых



двигателях замкнутой схемы с дожиганием окислительного газа. Это значит, что аварийный ЖРД можно просто отключить без риска взрыва.

В целом, свойства метана развязывают конструкторам руки в выборе схемы ракетного двигателя — от простейшего вытеснительного до ЖРД, работающего по замкнутой схеме «газ-газ». Именно по последней концепции создается РД0162 и, не исключено, РД0164. В данном случае двигатель турбонасосный агрегат (ТНА) на одном валу содержит две турбины. Первая, расположенная поблизости от насоса жидкого кислорода, приводится во вращение

низкотемпературным окислительным газом, а вторая — метаном, испаренным в рубашке охлаждения камеры. Такая схема позволяет реализовать возможность форсирования на 35% без повышения температуры окислительного газа, которая остается существенно ниже температуры возгорания материалов ТНА. Получается сочетание высокой эффективности и надежности с минимальной массой.

Есть у метана и более прозаические преимущества. Например, диапазон температур его жидкого состояния неплохо пересекается с таковым для жидкого кислорода. Это открывает путь к использованию совмещенных днищ и отказу от межбаковых отсеков. Применение метана дает выигрыш в массе конструкции и за счет эффекта криогенного упрочнения алюминиевых сплавов, из которых делают топливные баки.

Наконец, метан экологически чище, чем керосин. При сжигании последнего образуются вредные окислы азота, а метан — в пределе — сгорает до углекислого газа и водяного пара. Пропилывы керосина имеют свойство накапливаться в почве, что для флоры имеет куда более вредные долговременные последствия, чем разливы гептила. Пролитый СПГ просто испаряется.

Понятно, что криогенность метана и его взрывоопасность создают определенные проблемы. Но при грамотной эксплуатации они снимаются полностью. А развитая инфраструктура по производству и хранению СПГ существует во многих странах мира. Даже в России уже созданы мощности по производству 20 млн. тонн СПГ, и их планируется наращивать. Сжиженный газ перевозят даже через океаны, чего же бояться его транспортировки внутри континента? В кон-

це концов, газ на космодром можно доставлять обычным трубопроводом, а сжигать уже на месте.

Таким образом, вопрос с применением метана можно считать закрытым. Это неплохой выбор, возможно, и даже скорее всего, оптимальный. Теперь настал черед задуматься...

О судьбе проекта

Каким бы ни был красивым и «правильным» проект «Союза-5», мы все прекрасно понимаем, что этого для успеха недостаточно. Для реализации проекта нужно стабильное и достаточное финансирование. А для его получения, в свою очередь, требуется положительное решение Правительства РФ. А здесь все шатко. Нынешний глава Роскосмоса В.А.Поповкин в 2011г., закрывая «Русь-М», не без основания говорил о чрезмерных затратах на средства выведения, наряду с пилотируемой программой, поглощающими львиную долю космического бюджета страны. К тому же колоссальные средства, которых как всегда не хватает, идут на строительство космодрома Восточный. Заметим, все это происходит в условиях, когда даже еще не начались летно-конструкторские испытания «Ангары».

Проект находится на еще слишком ранней стадии, чтобы можно было точно рассчитать стоимость разработки, производства и эксплуатации «Союза-5». Возможно, он окажется дешевле, чем «Союз-2», а может, и нет. И опять же, с каким «Союзом-2» сравнивать? Сегодняшним или с тем, который будет через 7-10 лет? И здесь «проклятая неопределенность».

Есть и еще один, «внутренний», фактор. «ЦСКБ-Прогресс» ни разу не создавало совершенно новых ракет «с нуля», т.е. от первой осевой линии и выбора основных проектных параме-



тров и до постановки в производство и сдачи на вооружение. Даже «Союз-2.1в» «не тянет» на абсолютно новую разработку. В том числе и поэтому в реализуемости проекта могут возникать сомнения.

На наш взгляд, у «ЦСКБ-Прогресс» есть шансы на реализацию «Союза-5». Во-первых, необходимы успешные ЛКИ упомянутого «Союза-2.1в», которые подтвердили бы способность предприятия к масштабным самостоятельным продуктам.

С чисто точки зрения «пиара» представляется неверной маркетинговая политика самарцев. Зря они берут по выставкам макет «шестнадцатитонника» —

одновременного конкурента «Ангары-3» и «Зенита». Сейчас надо «пиарить» исходный «Союз-5.1», всячески подчеркивая, что он заменяет самарский же «Союз-2», и только. Этот же вариант самый дешевый — всего две простых ступени и наличие инфраструктуры пусков.

Одновременно надо найти союзников. Таковым логически является РКК «Энергия», которой требуется ракета для перспективного корабля ПТК НП. Сейчас на эту роль «сватается» «Ангара-А5.2». Но она имеет существенные недостатки для пилотируемой ракеты — не слишком удачная траектория выведения и слишком напряженные РД-191. Метано-

вая ракета для пилотируемой программы выглядит гораздо лучше. Но все свое время, сейчас надо двигать самый «проходной» вариант.

В общем, в данном случае, вывод абсолютно банален — какая судьба будет у ракеты сказать пока нельзя. «50 на 50», «фифти-фифти». Но, как представляется, вопрос прояснится в ближайшие год-два, когда будет сверстана Федеральная космическая программа на следующее десятилетие и когда придется принимать окончательное решение о проекте ПТК НП и, соответственно, носителя для него. Пока же, не будем строить из себя всезнающих оракулов и просто подождем. ■



15 ноября 2013 года исполнилось 25 лет полету космической системы «Энергия-Буран». Венец космической программы, наиболее высокое технологическое достижение СССР и сегодня привлекает внимание как специалистов так и общественности.

Мы предлагаем Вашему вниманию фрагменты воспоминаний ключевых участников масштабного проекта, посвященных этому легендарному пуску.

Первый орбитальный полет «Бурана»



Борис ГУБАНОВ

«Триумф и трагедия «Энергии»

Борис Иванович Губанов (1930—1999) — выдающийся конструктор, один из главных создателей самых мощных советских ракет SS-18 («Сатана») и «Энергия».

Родился в г. Ленинграде (ныне Санкт-Петербург). После окончания Казанского авиационного института (1953) — технолог цеха рулевых машин завода №586 (г. Днепропетровск). В том же году переведен в Серийное конструкторское бюро (СКБ-586), обеспечивавшее производство первых боевых ракет С.Королева. С 1953 года — инженер-конструктор, старший инженер, руководитель группы, начальник сектора, заместитель начальника отдела головных частей ОКБ-586 (с 1966 г. — КБ «Южное»). Главный инженер (1965—1967). Начальник и главный конструктор КБ-2 — головного конструкторского подразделения КБ «Южное» (1967—1972). Первый заместитель главного, с 1979 года — генерального конструктора КБ «Южное» (1972—1982).

Приказом министра общего машиностроения в 1982 году переведен в НПО «Энергия» (г. Калининград, ныне г. Королев Московской области). Первый заместитель генерального конструктора, главный конструктор ракетного комплекса «Энергия» (1982—1993). Руководитель коллектива разработчиков проекта «Воздушный старт» (1993—1999). Автор 150 научных работ, капитального четырехтомного труда «Триумф и трагедия «Энергии» (Размышления главного конструктора)», изданного в 1998—2000 годах.

Герой Социалистического Труда (1976). Лауреат Ленинской премии (1980). Доктор технических наук (1978). Действительный член Международной академии астронавтики (1988). Член секции АН России по проблемам освоения Марса.



И вот снова ночь (15 ноября) в бункере. Как нам хотелось, чтобы циклон запаздал или чуть-чуть севернее прошел. Но чувствуем: «прет» на нас. Метеосводки, метеосводки каждые полчаса... Самолет-метеоразведчик в 200-300 км ведет наблюдение и сообщает последние данные.

До принятия решения о пуске оценку провели «корабель». К столу технического руководства подошли Г.Е. Лозино-Лозинский и Ю.П. Семенов и твердо изложили свое решение за проведение пуска. Пуск в раннее утро был связан с требованием разработчиков корабля, исходивших из условия обеспечения его посадки в светлое время суток. Сдвигка времени пуска влекла за собой возможный его отмен из-за необеспечения посадочных условий. Кроме того, существовали ограничения по метеоуслови-

ям. Должна была отсутствовать грозовая облачность и молниопасная обстановка. «По граду ограничений нет», — напоминали «корабель».

Отдельно посоветовался с П.М. Воробьевым. Он у нас отвечал за баллистику полета. Дело в том, что каждый разработчик имеет определенные скрытые резервы своей конструкции — скрытые дополнительные возможности. Поэтому прежде, чем выслушать решение разработчиков системы управления (оно было бы окончательным), надо было понять величину располагаемого запаса. Воробьев сказал: «Есть полторы тысячи...» Это он определил на основе заранее составленной возможной картины нагружения корабля по силе и по направлению ветра. Эти допустимые значения были подписаны в четыре часа ночи Дегтяренко, Воробьевым, Воропаевым и Караштиным на

основе реальной обстановки. Рассматривался ветер до высоты 15 км, через каждые 500 м. Ветер со временем менял азимут (направление) в широком диапазоне.

Ограничения по ветровому нагружению ракеты-носителя и орбитального корабля вводились из соображений обеспечения надежности полета первого «Бурана». Конструкция планера требовала в опытном полете скоростного напора не более определенного уровня. Скорость ветра, указанная в штормовом предупреждении, говорила еще не все. Нужен был расчет с учетом всех факторов программного полета.

Через небольшое время А.С. Гончар и Я.Е. Айзенберг заявили, что пуск возможен, вычислительная машина выдает из Харькова некоторый запас. Значит, мы находились не на «критике». Мы согласовали свое «добро» на про-

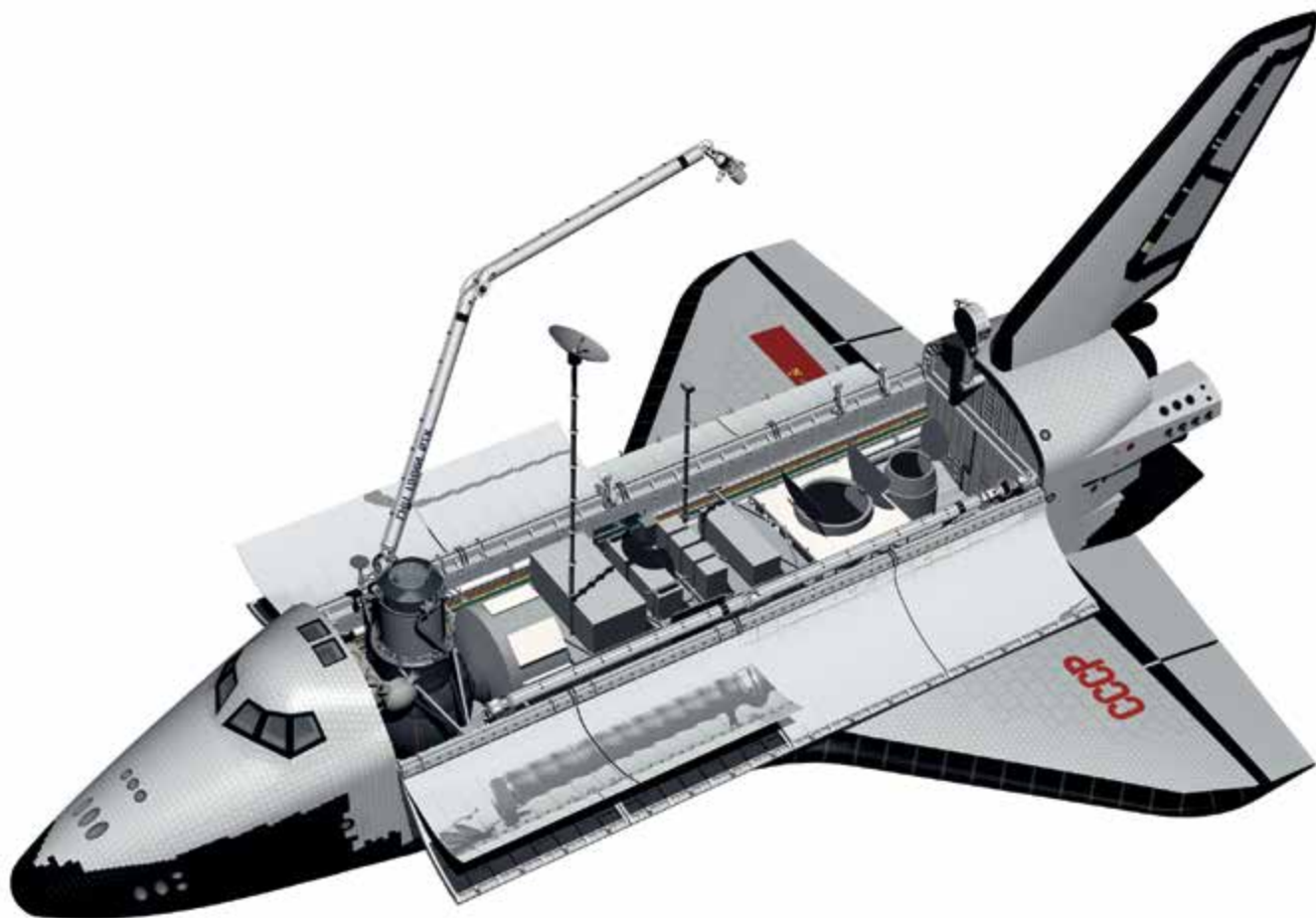


должение работ и включение автоматического режима подготовки и пуска ракеты. Доложили Госкомиссии. Решение согласовано. Пошли на пуск.

«Не отменили старт. Может, потому, что число 15 для «Энергии» счастливое (стартовала в первый раз 15 мая), или решили, что раз назвали «Бураном», ему ли бояться непогоды», — шутили позднее журналисты.

На табло побежали секунды, отсчитываемые от десятиминутной готовности. Как медленно тянутся эти секунды. Наконец, роковая 51-я секунда... «Есть отделение площадки». Пронесло. Так будешь суверенным. 40 секунд — «Раскрутка бустерного насоса горючего двигателя блока Ц». 22 секунды — «Включены зажигательные устройства системы дожигания выбросов непрореагировавшего водорода». 10 секунд до старта — «Есть подача воды первого яруса» — это в зону ниже среза сопла камер сгорания двигателей. 9 секунд — «Запуск РД-0120». 3,5 секунды — двигатели блока Ц вышли на режим предварительной ступени тяги — все нормально. 3,2 секунды — начало запуска двигателей блоков А. 2, 3 секунды — «Подача воды второго яруса». 1 секунда до старта — «Есть выход двигателей блоков А на предварительную ступень тяги». Две десятых секунды до «контакта подъема» — «Контроль выхода на режим двигателей — норма». Даже в эту... (хотел написать «минуту» — не подходит, «секунду» — тоже)... в это мгновение по результату контроля могло произойти выключение двигателей, если бы было какое-либо отклонение по контролируемым параметрам.

Наконец — «Есть контакт подъема». Время 6 ч 00 мин.



Три секунды вертикального движения ракеты (заклона, как на 6СЛ, уже нет). «Есть подача воды на третий ярус». Вода бьет почти по хвостовому отсеку ракеты и в факел двигателей.

На экранах в момент запуска двигателей ракета озарилась ярким светом извергающегося из двигателей пламени, но скоро ее обволокли пары и газы. И из этой бушующей искусственной стихии выплывает ракета с «Бураном». На пятой секунде уже тангажный разворот. Прошло мгновение — и ракета исчезает в низкой облачности.

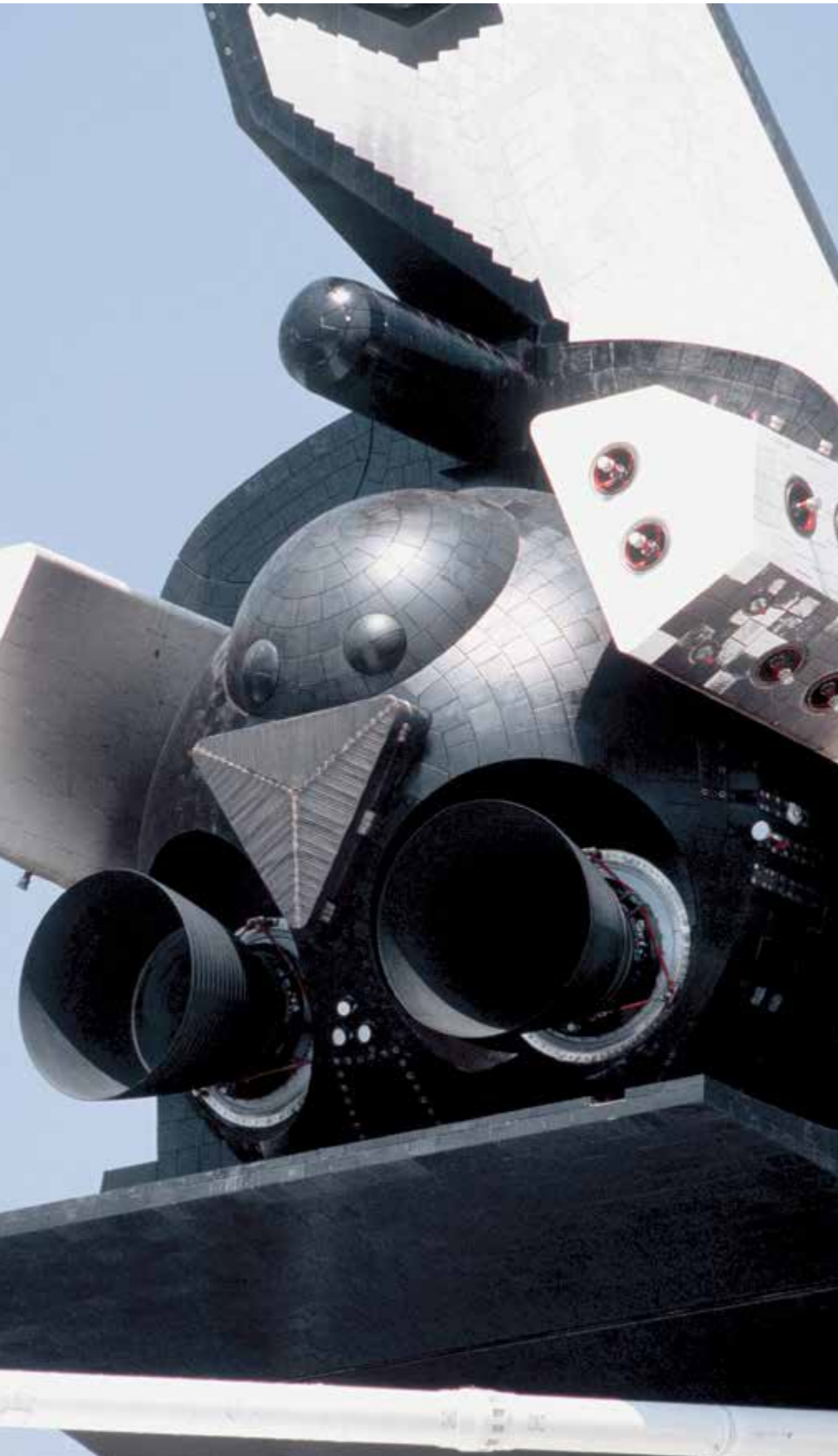
А дальше — бесконечно длинные секунды полета. «Есть отделение параблоков»... «Полет нормальный»... «Есть отделение орбитального корабля»... Но программа полета

«Энергии» — «Буран» еще не выполнена.

В зале, по заведенной традиции, ни шума, ни восклицаний. Только у ракетчиков горят глаза. Под столом пожимают друг другу руки. Задача носителя выполнена. Теперь все за кораблем. «Корабелы» переживают особо и напряженно. Все болеют за них, ракетчики переключились на наблюдение за экранами дисплеев с информацией о полете корабля. Стартовая команда работала, приводя системы и сооружения старта в безопасное состояние...

Началом этому полету были двенадцать лет напряженной работы ракетчиков и корабелов. Следует напомнить, что особенность ракетной схемы «Энергии» в том, что вторая ступень, совершая

суборбитальный полет по баллистической траектории, не достигает первой космической скорости и, не выходя на орбиту искусственного спутника Земли, выключает свои двигатели и предоставляет возможность орбитальному кораблю самостоятельно с включением маршевых двигателей объединенной установки добрать недостающую скорость порядка 60 м/с и выйти на орбиту. Вторая ступень, продолжая движение по суборбитальной траектории, приводняется в акватории Тихого океана в антиподной точке. В точке, которая находится диаметрально противоположно Байконуру, — на другой стороне Земного шара. Траектория так рассчитана, чтобы, с одной стороны,



сообщить кораблю максимальную скорость и, с другой, самой не оказаться на орбите, а вернуться на Землю. Это делается только с целью не загромождать приземное космическое пространство громадными конструкциями типа блока Ц.

Орбитальный полет корабль «Буран» совершает, ориентируя левое крыло к Земле. При движении ракеты «Энергия» на взлете «Буран» находился под «брюхом» носителя. Правильность ориентации наблюдается через телеметрию и бортовую телекамеру. Работает командная радиолиния, выполняются команды на управление телевизионными системами «Бурана». Проводятся запрограммированные операции по обеспечению посадочной центровки корабля.

Через 2 ч 20 мин 46 с после «контакта подъема» начинается тормозной маневр корабля для схода с орбиты. В 8 ч 20 мин включается двигатель, обрабатывает заданную величину скорости, и корабль начинает снижение. В это время он находится над западным побережьем Африки. В 8 ч 53 мин «Буран» входит в атмосферу, на высоте порядка 100 км связь с ним прекращается, так как плазма экранирует антенные системы корабля.

В 9 ч 11 мин корабль на высоте порядка 50 км. Телеметрическая информация восстановилась. По громкой связи: «Есть обнаружение корабля средствами посадочных локаторов». В этот момент «Буран» находился на удалении 550 км от посадочной полосы. Скорость превышала скорость звука в десятки раз. Корабль движется по расчетной аэродинамической траектории снижения. На высоте 7 км на сближение с «Бураном» выходит самолет сопровождения МиГ-25. На экранах дис-



плеев — орбитальный корабль: изображение транслируется с МиГа. На высоте 4 км «Буран» выходит на посадочную глиссаду. На экранах — изображение приближающегося аэродрома, посадочной полосы, видна разметка. Работают аэродромные телекамеры под разными ракурсами. «Буран» уверенно идет домой. Выпуск шасси...

9 ч 24 мин 42 с — касание посадочной полосы...

Пишет А.А. Максимов: «Истребитель сопровождения прошел сбоку, развернулся, сделал прощальный встречный проход над «Бураном» и ушел на другой аэродром. «Буран» еще бежал по полосе, а к нему устремились оранжевые автомобили из подразделения А. Гурова. Окружили — четкие действия по стопорению, обдуву шасси и обратно — по машинам. Ждут окончания выгорания топлива из вспомога-

тельной силовой установки, корабль стоит, как кречет, нагнув голову к земле и попыхивая яркими вспышками в хвосте.

Наконец все топливо выгорело, вспышки прекратились, расчеты в противогазах и защитных костюмах делают свое дело. Вот и они закончили работу. Что дальше началось! Все бросились к «Бурану», обнимаются, целуются, многие не могут удержать слез. Да, так блестяще завершён 12-летний труд сотен тысяч людей Советского Союза».

В бункере, в зале управления овации и бурный восторг от завершённой с таким шиком посадки орбитального корабля в автоматическом режиме взорвались сразу, как только носовая стойка шасси коснулась земли...

Они тогда не знали, что это была последняя посадка «Бурана»... ■



Взлет и посадка «Бурана»



Владимир ГУДИЛИН

Владимир Евгеньевич Гудилин родился 8.IV.1938 г. в селе Тюбук (Каслинского р-на Челябинской обл.). Окончил Высшее военно-морское инженерное ордена Ленина училище им. Ф. Э. Дзержинского, специальный факультет (1960). Адъюнктура ВИКИ им. А. Ф. Можайского. К. т. н. (1979). Д. т. н. (1994). В Вооруженных силах СССР с 8.VII.1955 г. Инженер-лейтенант (1960), капитан 1 ранга — инженер (1977), генерал-майор (1985). Офицерскую службу начал командиром 3-й группы 1-го дивизиона БЧ-5 подводной лодки «К-5» 206-й отдельной бригады подводных лодок подводных сил Северного флота, с января — в составе 3-й дивизии 1-й флотилии

ПЛ Северного флота. Командир 1-го дивизиона движения БЧ-5 (1964). В составе 31-й дивизии 12-й эскадры ПЛ Северного флота (1965). На космодроме «Байконур»: начальник лаборатории № 2 систем управления ядерными энергетическими установками КА 8-го отдела 5-го НИУ (1966), начальник 8-го отдела испытаний ЯЭУ КА (1972), 6-го отдела 5-го НИУ (1974), начальник 11-го отдела (1974), 12-го отдела 4-го НИУ (1978). Зам. начальника 4-го НИУ по морской тематике (1979). Начальник 6-го НИУ (1982). Зам. 50-го ЦНИИ МО по научной работе (1989). Орден Ленина (1990). Уволен в запас (1993). В последнее время работает в РКК «Энергия» им. С.П. Королева. Принимает участие в работах на морском старте. Зам. председателя Межрегиональной общественной организации ветеранов «Байконура».

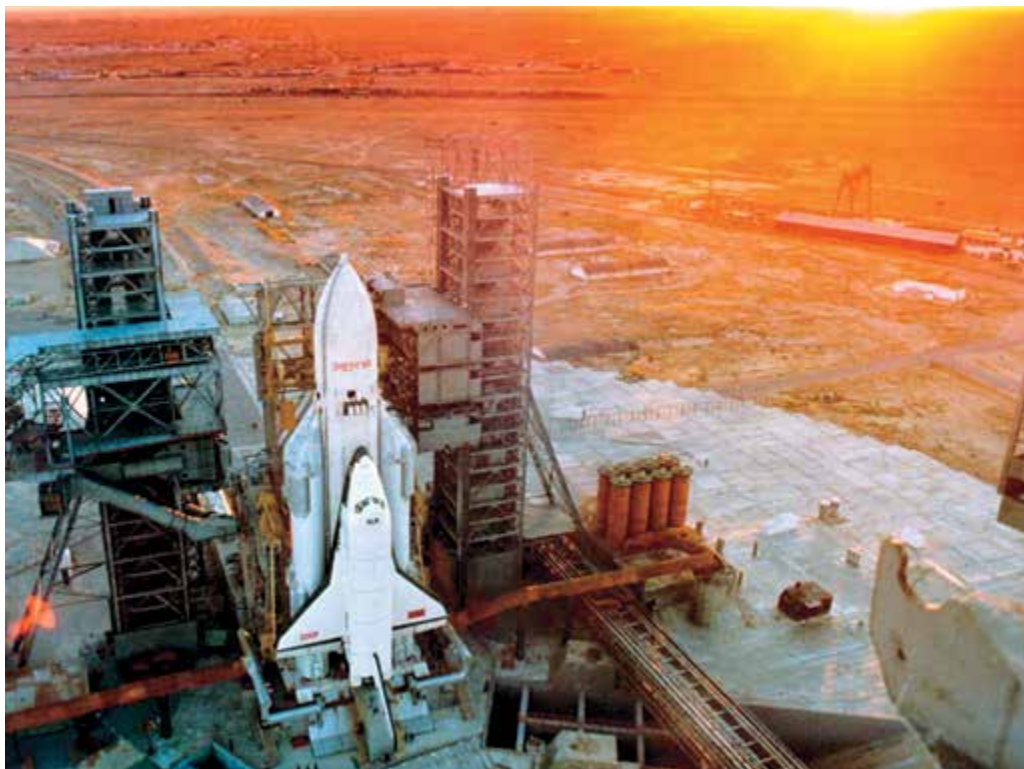
Положительные результаты запуска РН «Энергия», которые, кстати, были неоднозначно восприняты различными уровнями руководства (одни считали эти результаты следствием огромного целенаправленного труда многочисленных коллективов войсковых частей и предприятий промышленности, другие — чистой удачей и большой долей случайности), выдвинули на повестку дня проведение испытаний наземного комплекса с использованием макетно-технологических, летных изделий МКС «Буран» в обеспечение подготовки, запуска и посадки в автоматическом режиме орбитального корабля (ОК) «Буран» (вначале на борту летного изделия появилась надпись «Байкал»).

Наступала определенность в сроках запуска МКС «Буран», это понимали и в верхних эшелонах политической, административной и военной власти, на полигоне постоянно присутствовали Министр общего машиностроения, его заместители, руководители главных управлений различных, в том числе и военного, министерств. Основную нагрузку совместно с боевыми расчетами войсковых частей по отработке системы автоматической посадки взяли на себя Летно-испытательный институт им. Громова, ВНИИРА, НПО «Молния», группа космонавтов для полета на орбитальном корабле (руководитель Игорь Волк). В такой кооперации удалось четко организовать работу, правильно оценить возможности каждой

организации и максимально использовать их в интересах дела. Для полигонных испытаний новыми моментами были как обеспечение полетов целой эскадрильи самолетов-истребителей, нескольких самолетов-лабораторий, самолета-имитатора орбитального корабля, так и непосредственно отработка системы автоматической посадки. Последовательно, переходя от ручной посадки Ту-154 к полуавтоматической и, в конечном счете, к автоматической посадке его на полосу, боевые расчеты приобретали необходимые навыки в управлении системами при посадке орбитального корабля. Нужно находиться на посадочной полосе, чтобы испытать замирание сердца, когда на тебя «падает» по глиссаде 19°машина самолета Ту-154,



управляемая автоматической системой посадки, а вслед за ним проносится с ревом двигателей МиГ-25. Особую трудность вызвала отработка системы автоматической посадки на конечном участке (от касания колесами шасси до остановки после пробега по посадочной полосе), в ходе которой была обнаружена тенденция к выбегу самолета за посадочную полосу, чего нельзя было допустить для самолета, и, тем более, для орбитального корабля. После долгого и сложного анализа причина была найдена в диаграмме направленности миллиметрового угломерного маяка (влияние посторонних предметов и состояние подполя в зоне излучения) и все облегченно вздохнули, решив произвести контрольную посадку Ту-154 в автоматическом





режиме, что и было выполнено в полном соответствии с требованиями на автоматическую систему посадки ОК. Уже тогда все понимали, что даже малейшая неточность в посадке орбитального корабля могла привести к тяжелейшим последствиям, начиная от разрушения объединенного командно-диспетчерского пункта, который находился в непосредственной близости от посадочной полосы, и кончая непредсказуемыми разрушениями и жертвами при падении корабля на любые другие объекты полигона, в том числе и на город Ленинск. Такова была цена безответственности в решении проблемы автоматической посадки.

Наступил момент, когда летный орбитальный корабль 1К1 занял свое место на пло-

щадке огневых испытаний объединенной двигательной установки, крепко «пришвартованный» к закладным узлам крепления в бетонном основании площадки, пристыкованы заправочные и дренажные коммуникации, система термостатирования, кабели систем управления, телеизмерений, и в соответствии с заданной программой полета, после заправки компонентами ракетного топлива, начали работать основной двигатель и двигатели системы ориентации и стабилизации корабля в полете. Нужно было видеть эту картину работы двигателей в сумеречное время дня, чтобы проникнуться глубоким уважением к тем людям, кто создал орбитальный корабль со всей его сложнейшей внутренней начинкой, наземный комплекс,

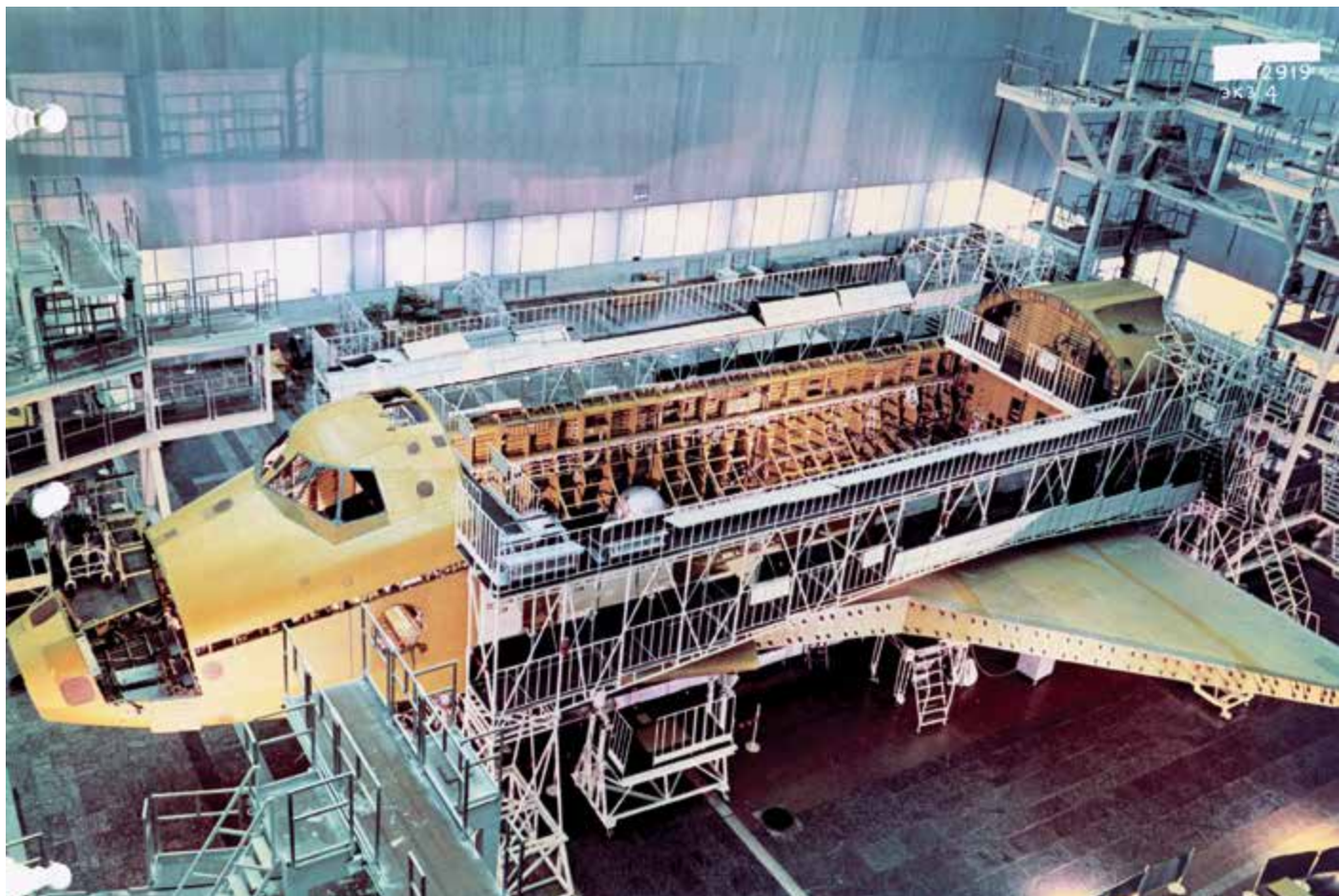
разработал программно-математическое обеспечение, организовал и качественно провел испытание летного образца корабля и тем самым обеспечил выход испытаний системы «Энергия-Буран» на конечный этап подготовки к запуску.

К сентябрю 1988г. все организационные, технические вопросы по проведению предстоящих работ были решены, боевой расчет подготовки, запуска системы «Энергия-Буран», посадки и послеполетного обслуживания корабля «Буран» сформирован, обучен и готов приступить к выполнению поставленной задачи, материально-техническое обеспечение, запасы компонентов ракетного топлива, в том числе 360 т жидкого водорода на стартовом комплексе, 190 т на УКСС, 6000 т жидкого кислорода, 3000 т жидкого азота, 2000 т керосина, позволяли выполнить работы в соответствии с технологическим процессом, включая и проведение повторного пуска, о чем и доложено на Государственной комиссии, которая приняла решение о начале работ по подготовке к пуску системы «Энергия-Буран», поручив руководство этими работами начальнику НИУ генерал-майору Гудилину В.Е., техническим руководителям тов. Губанову Б.И., Семенову Ю.П., Караштину В.М.

С 10 октября 1988г. этап подготовки к запуску системы «Энергия-Буран» вступил в завершающую стадию.

Определилась по результатам испытаний и дата запуска — 29 октября 1988 г., погода благоприятствовала работам, было прохладно, но сухо и ясно.

Сам процесс подготовки протекал спокойно, сказался результат проведенных комплексных занятий, возникающие замечания устранялись в соответствии с алгоритмами



действий операторов по нестандартным ситуациям, неоднократно проверенное полетное задание введено на борт РН, предстартовая подготовка ОК выполнялась четко в рамках общего технологического графика.

И вдруг, как гром среди ясного дня, прозвучали по громкой и шлемофонной связи слова доклада оператора «Сто первый (позывной руководителя работ по запуску системы «Энергия-Буран»)! Аварийное прекращение пуска».

Секундное оцепенение и сразу шум, разговоры, восклицания. Прошу соблюдать тишину, в голове мысль: «Причина?! Какая степень опасности?», слышу доклад оператора майора Сапова С.А. и одновременно голос технического руководителя тов. Караштина В.М.: «Не

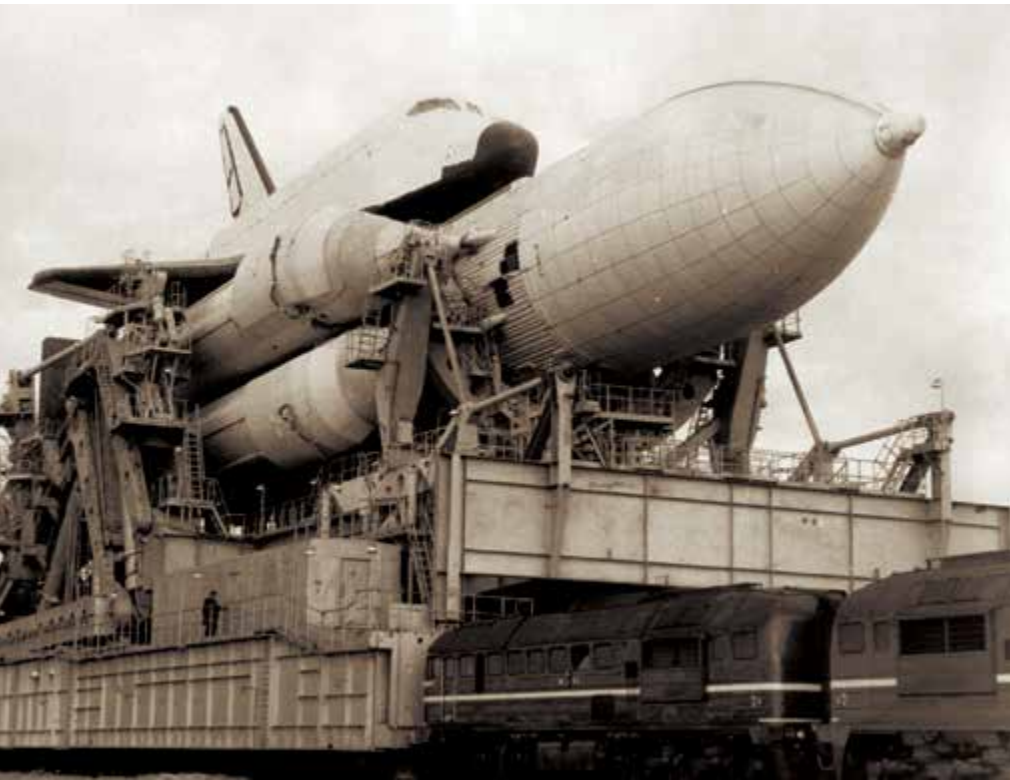
отошла плата системы прицеливания».

Пока в рядах Государственной комиссии идет оживленный обмен мнениями, совместно с техническими руководителями тов. Губановым Б.И. и Караштиным В.М. принимаем решение: «Сливать компоненты топлива» и команду оператору: «Первый! Начать слив изделия».

Мы не нарушили традиции старых ракетчиков: никогда не снимать изделие с пусковой установки и не увозить со старта, делать все возможное, чтобы пуск состоялся. Работы продолжались в ускоренном темпе, исходя из технического состояния носителя и орбитального корабля, в первую очередь оценивались возможности автономных источников питания (аккумуляторных батарей). Выполнив все опера-

ции технологического графика, мы были готовы 12 ноября к проведению заключительных операций по подготовке и запуску «Бурана», однако Государственная комиссия приняло решение о проведении этой работы 15 ноября, учитывая готовность всего комплекса технических средств, привлекаемых для запуска, управления и посадки корабля.

Между 2 и 3 часами ночи 15 ноября при проведении заправки носителя и орбитального корабля компонентами топлива погода резко ухудшилась, пошел дождь, который привел к обмерзанию ракеты и, особенно, орбитального корабля. Ситуация не только сложная, но и опасная. Еще забылась трагедия «Челленджера», когда из-за обмерзания ускорителей произошла



разгерметизация стыка одного из них, приведшая к взрыву и гибели корабля и членов экипажа. На экранах телевизоров было видно как с поверхности ОК и РН отваливаются довольно значительные по площади куски льда. Обращаясь к техническому руководителю по РН Борису Ивановичу Губанову и техническому руководителю по планеру и системам орбитального корабля Глебу Евгеньевичу Лозинскому с предложением о принятии решения на продолжение работ по подготовке и запуску Бурана.

В этой ситуации Глеб Евгеньевич, будучи твердо убежденным в необходимости продолжения работ, проявил незаурядное мужество, взяв на себя ответственность за успешный запуск системы «Энергия-Буран» в части планера орбитального корабля. С таким предложением втроем идем в комнату Государственной комиссии, обстоятельно докладываем по существу вопроса

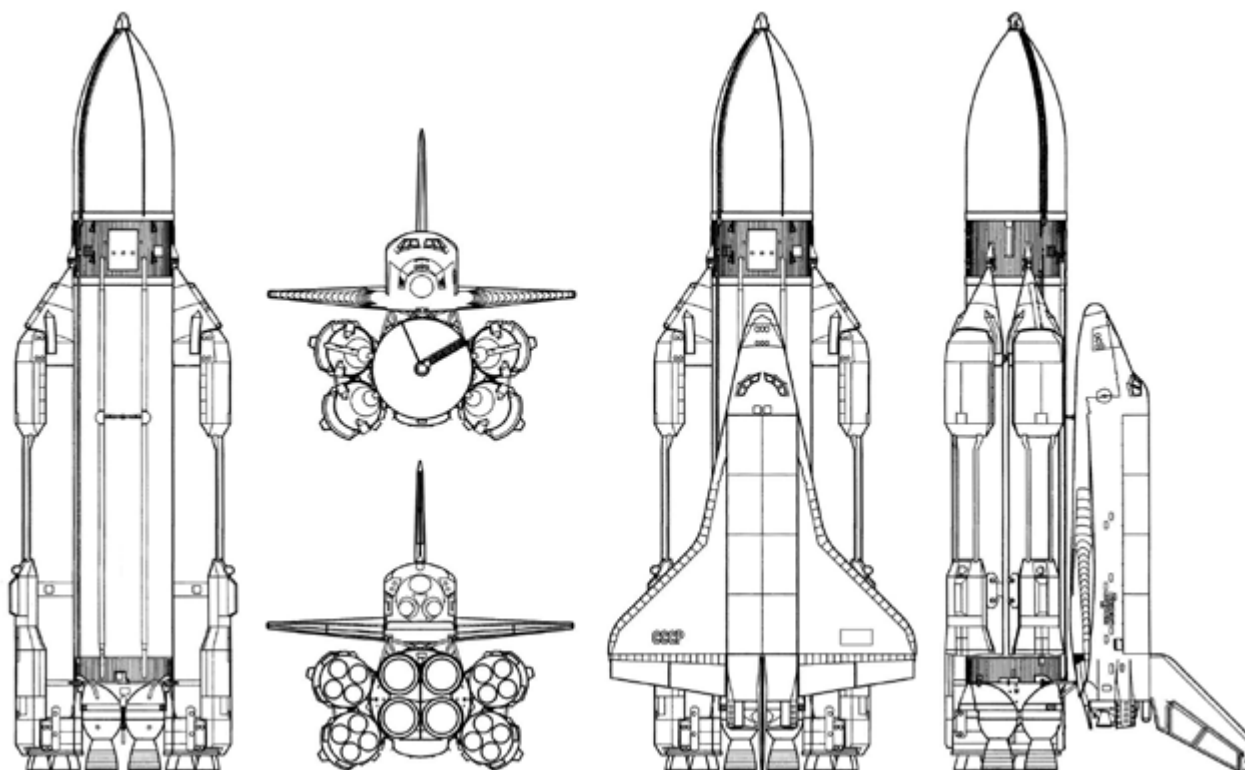
и просим разрешения на проведение работ в соответствии с технологическим графиком, при этом нас предупреждают об ответственности, которую мы берем вместе и каждый в отдельности на себя. Занимаем рабочие места, продолжаем работу, еще раз тщательно анализируем обстановку, просим дать результаты расчетов из Харькова, оцениваем условия посадки и вместе с Главным конструктором корабля Юрием Павловичем Семеновым принимаем решение на изменение направления посадки корабля (с юго-западного на северо-восточное), обеспечив тем самым посадку почти против ветра (20° к продольной оси посадочной полосы), поперечные нагрузки на РН по расчетам близки к предельным.

«За 30 минут до запуска погода характеризовалась следующими показателями: «Облачность — 10 баллов, высота нижней границы — 550 м, форма — разорванно-дождевая, слоисто-кучевая, явление пого-

ды — морось, ветер у земли 15 м/сек., порывы — 19 м/сек., направление — 210° , температура воздуха — $+2,8^\circ\text{C}$ ». Набрана готовность к выдаче команды «Пуск» (10 мин, до команды «Контакт подъема»). За 30 минут до пуска начальник метеоотдела полигона подполковник Акимов вручает мне бланк шторм — предупреждения 11 с записью «Туман при видимости 600-1000 м. Усиление юго-западного ветра 9-12 м/сек, порывы временами до 20 м/сек» и просит расписаться в его получении. Какое решение нужно принять, если допустимая скорость ветра при подъеме системы «Энергия-Буран» — 15 м/сек? Рой мыслей: не произойдет ли соударение носителя при подъеме с конструкциями пусковой установки, ограждающими конструкциями, водяной системы гашения акустических колебаний, наконец, с башней обслуживания. Быстрый обмен мнениями с Борисом Ивановичем Губановым, Владимиром Михайловичем Караштиным, Юрием Павловичем Семеновым, Яковом Ейновичем Айзенбергом, срочный запрос текущего прогноза у метеослужбы посадочного комплекса, значений нагрузок по последним данным Харькова и приходим к единодушному решению «Пускать!». Выдаю оператору команду «Пуск».

Видим на телевизионных экранах начало работы двигателей, нарастающие облака «дыма» из газоходов, слышим доклад: «Есть КП (контакт подъема)» и через 2-3 сек. носитель с кораблем исчезает в грозовой облачности.

Полковник А.С. Толстых ведет репортаж: «... секунд. Полет нормальный», дальше: «Есть отделение блоков А», снова: «...секунд. Полет нормальный», и, наконец, «Есть отделение ОК», ракета-носитель «Энергия» свою задачу



выполнила, управление орбитальным кораблем. принимает на себя ЦУП.

Даю команду о приведении стартового комплекса в исходное состояние, напоминаю, что работа требует максимум внимания в связи с ее опасностью и прошу действовать в строгом соответствии с эксплуатационной документацией. Наступает время волнительного ожидания для боевого расчета посадочного комплекса. Кажется все сделано для успешной посадки ОК, но все же... Системы ПК включены в работу, репортаж о полете ОК из ЦУП ведется на ОКДП, в КП СК, поступает сообщение о включении ДУ ОК на торможение, затем начинается аэродинамическое торможение ОК (от 100 км до 20 км). Взлетает МИГ-25, пилотируемый летчиком Толбоевым Р., в расчетную точку встречи с ОК. Кстати, ходит среди «крупных специалистов» по автоматической посадке ОК мнение, что ОК при посадке управлялся с МИГ-25, в связи

с чем хотелось бы сказать, что МИГ-25 дополнительно был оборудован только телевизионной камерой и в задачу летчика самолета-сопровождения входили доклады о внешнем состоянии ОК, работе шасси ОК, его маневрах и показ по телевидению на ОКДП и КП СК, в ЦУП. В дальнейшем, при наличии экипажа на борту, в задачу летчика самолета-сопровождения, помимо указанных должна была входить корректировка действий летчика-космонавта при посадке ОК.

Трассовые радиолокаторы (ТРЛК) обнаруживают ОК на высоте — 40 км, появляется отметка на экранах операторов посадки, определяется курс, скорость, высота ОК, ведется прогноз его полета, на высоте 20 км начинается взаимодействие бортовой и наземной систем навигации, определяются точностные характеристики траектории привода ОК на посадочную полосу. ОК заходит на левый цилиндр гашения скорости до посадочной, ожидается

выход его на глиссаду посадки. И вдруг... Все операторы, от руководителя работ полковника Тягусова В.И. до номера расчета, затаивают дыхание. ОК совершает крутой маневр и уходит на правый цилиндр гашения скорости. Что-то будет ??!

Однако ОК совершает штатный маневр и выходит на расчетную глиссаду посадки. Вздых облегчения. Как оказалось, бортовой вычислительный комплекс корабля в соответствии с той самой 19-ой версией программно-математического обеспечения полета, определил в рамках прогнозирования, что посадочная скорость будет больше расчетной и выдал команду о переходе на правый цилиндр ее гашения. Умная машина и умные люди, создавшие ее!

Идет расчетное снижение, самолет МИГ-25 сопровождает ОК, идет репортаж тов. Толбоева Р. о нормальном состоянии теплозащитного покрытия (отсутствуют только 4 плитки из 39 тысяч, к примеру,



на ОК «Шаттл» число потерянных плиток доходит до 1000 штук), штатном снижении ОК, производится облет ОК и показ его по телевидению.

На высоте 4 км вступает в работу система посадки ОК и обеспечивает с величайшей точностью (не пропали даром наши труды) посадку ОК, и его пробег по посадочной полосе (отклонение от осевой линии составило 1,5 м).

Корабль на полосе!

На сегодня программа в части ОК «Буран», по существу, закрыта, но мне в целом ситуация представляется в виде печально известного в годы репрессий заключения об исчезновении арестованного: «Убит при попытке к бегству».

Но о смерти программы МКС «Буран» могут думать и говорить только bestолковые люди, не отягощенные ответственностью и пониманием существа дела. Научно-технический задел, результаты создания и испытаний МКС «Буран» находят воплощение в разрабатываемых сегодня новых средствах выведения полезных нагрузок в космос, унифицированных стартовых и наземных комплексах для них, системах автоматизированного управления оборудованием наземных комплексов, в ряде технологических процессов народнохозяйственного назначения. «Буран» жив в тех производственных цехах, технологическом оборудова-

нии, жилых домах, детских садах, школах, объектах инфраструктуры многочисленных предприятий, которые были построены в рамках финансирования программы.

А главное — он жив в памяти тех людей, которые принимали участие в реализации этой программы (а их насчитывается 1 миллион 200 тысяч) и пока будет жив хотя бы один из них, будет жить и программа МКС «Буран», память о его прекрасных взлете и посадке.

И кто бы не пытался приуменьшить значение событий, связанных с этой программой, как исторических, они уже заняли свое место в истории освоения космоса и время над ними не властно. ■

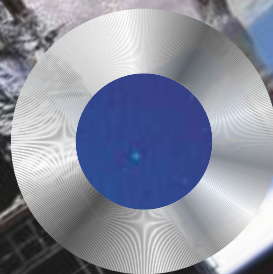
«Зенит» — надежда космодрома Байконур



cosmos.kz

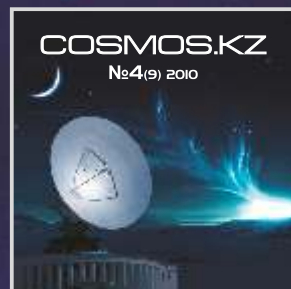
The first TV program
on space technologies
in Kazakhstan

COSMOS.KZ



№1(6)

© Space Energy 2011



www.cosmos.kz