ISSN 2226-8731

Space Research & Technologies

Космические исследования и технологии

№2
2026

Международный журнал о космонавтике International Aerospace Journal

На пути к независимому доступу в космос



Глава NASA посетил Байконур

Посвятить жизнь астрофизике

Эпоха академика У. М. Султангазина

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Нурлан Аселкан –
главный редактор, издатель,
Казахстан

Анатолий Агарков –
советник генерального конструктора ГКБ «Южное»,
Украина

Ергазы Нургалиев –
ветеран казахстанской космонавтики

Мейрбек Молдабеков –
советник председателя Аэрокосмического комитета,
Казахстан

Марат Нургужин –
научный руководитель АО «НЦКИТ»,
Казахстан

Рене Пишель –
эксперт по вопросам международного
сотрудничества в космосе,
Германия

Станислав Руденко –
генеральный директор Aspire Space Ltd,
ОАЭ

Мартин Свитинг –
исполнительный председатель совета директоров
компании Surrey Satellite Technology Limited (SSTL),
Великобритания

Сергей Сопов –
технический директор Balkan Space Engineering,
Болгария

Дмитрий Шаталов –
директор Международной космической школы
им. В.Н. Челомея,
Байконур

Журнал представлен в 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, GISTDA (Таиланд), КБ «Южное» имени М.К. Янгеля, ПО «Южный машиностроительный завод» имени А.М. Макарова.

The magazine is presented in 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, GISTDA (Thailand), Yuzhnoye State Design Office named after M.K. Yangel, A.M. Makarov Yuzhny Machine-Building Plant.

Журнал «Космические исследования и технологии»,
№2 (26) 2026

Главный редактор Нурлан Аселкан
Дизайн и верстка Татьяна Рожковская
Фото: NASA, ESA

Адрес редакции: 050005, Казахстан, Алматы,
ул. Тлендиева, 54/21, тел. +7 775 2969 752
e-mail: asselkann@gmail.com
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
Print House Gerona
Казахстан, г. Алматы, Сатпаева, 30А/3, офис 124
Тираж 500 экземпляров

Учредитель и издатель ТОО COSMOS.KZ
Перевод и корректура — Фонд поддержки науки
и технологий SCIENCE

Magazine «Space Research and Technologies»,
№2 (26) 2026

Editor-in-Chief Nurlan Aselkan
Design and make-up Tatyana Rozhkovskaya
Photo: NASA, ESA
Address of Editorial Office: 050005, Tlendiev str, 54/21, Almaty,
Kazakhstan, Phone +7 775 2969 752
e-mail: asselkann@gmail.com
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
Print House Gerona
Kazakhstan, Almaty, Satpaev str, 30A/3, office 124
Circulation 500 copies
Founder and publisher LLP COSMOS.KZ
Translation and proofreading –
Fund for Supporting of Science
and Technologies SCIENCE













ПРОЕКТЫ / PROJECTS

2 С легкой ракетой на орбиту
Интервью с Waldemar Reuswich

16 To Orbit with a light-lift launcher
Interview with Waldemar Reuswich

БАЙКОНУР

30 Космическая тусовка. Как прошел запуск «Союза МС-29» и о чем договорились на Земле
Оксана Трофимова

36 От «Зенита» к «Союзу-5»:
как изменился правый фланг Байконура
Оксана Трофимова

PEOPLE AND SPACE / ЛЮДИ И КОСМОС

42 Love of the stars as a family trait or A scalable network of ground-based optical telescopes in Kazakhstan for comprehensive monitoring and analysis of space objects using advanced technologies and international cooperation
Interview with Chingis Omarov

52 Любовь к звездам как семейная черта,
или Масштабируемая сеть наземных оптических телескопов Казахстана для комплексного мониторинга и анализа космических объектов с использованием передовых технологий и международного взаимодействия
Интервью с Чингисом Омаровым

62 Научное наследие и вклад академика Умирзака Султангазина в развитие математической науки и космических исследований

FORUM / ФОРУМ

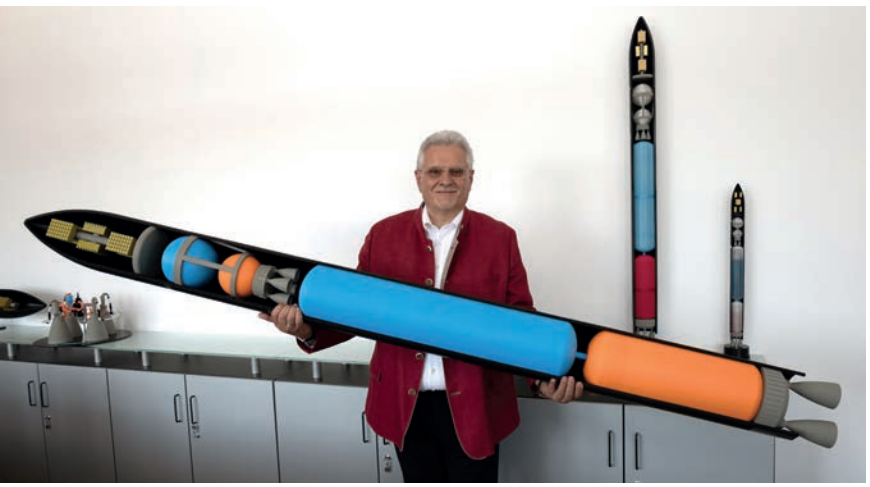
70 Scaling Thrust: From the First Hot-Fire to an Industrial Test Bench

72 Тяга к испытаниям:
от первого прожига к промышленному стенду

75 Rocket Engine Test Analytics:
From Telemetry to Engineering Decisions

78 Аналитика испытаний ракетных двигателей:
от телеметрии к инженерным решениям

С легкой ракетой на орбиту



Интервью с инициатором проекта по созданию в Казахстане ракеты-носителя легкого класса CARBO SPACE, генеральным директором группы компаний AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP GmbH (Germany) Waldemar Reuswich. Беседу вел главный редактор и издатель международного журнала «Космические исследования и технологии» Нурлан Аселкан

30 июля 2026 г.

– Господин Waldemar Reuswich, хотелось бы подробнее узнать о ваших планах и инициативе по организации производства и эксплуатации в Казахстане ракеты-носителя легкого класса CARBO SPACE с выводом на орбиту до 1500 кг полезной нагрузки.

– Да, действительно, группа компаний AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP GmbH (Germany) готовится к активной фазе названного вами немецко-казахстанского проекта по созданию ракеты-носителя совместно с частными бизнес-партнерами из Казахстана.

– Waldemar, вы гражданин Германии и свободно говорите по-русски. Что можете рассказать о себе?

– Я свободно общаюсь по-русски, так как родился и учился в Казахстане (г. Костанай) и более 35 лет назад эмигрировал в Германию. Я инженер (энергетика и машиностроение), доктор технических наук.

– Так вы, Waldemar, не имеете космического образования, т.е. не заканчивали советские авиакосмические институты – Баумана, МАИ, МФТИ, Королева или Можайского?

– С удовольствием бы, но этническому немцу в СССР не положено и недоступно было изучать такие специфические высокие профессии. Даже учитывая историю, что советская космическая школа была после войны унаследована и сформирована на базе немецкой школы конструктора ракетной техники Wernher von Braun. Весь опыт и вхождение в космическую отрасль я проходил в течение творческой жизни десятилетиями самостоятельно и заочно из сопутствующих космосу композитных и аддитивных отраслей и интенсивным изучением технической литературы и обучения у партнеров бизнеса.

– Как давно вы трудитесь в космической отрасли и откуда такая школа, такие амбиции в частном космосе?

– Работаю в космической отрасли около 20 лет. Моя группа компаний тесно сотрудничала с предприятиями Роскосмоса по производству композитных (углепластиков) конструкций космических кораблей «Союз» и «Прогресс», а также в создании углепластикового корпуса (капсулы) многоразового пилотируемого космического корабля «Федерация»/«Орел». К слову, после начала войны между Россией и Украиной

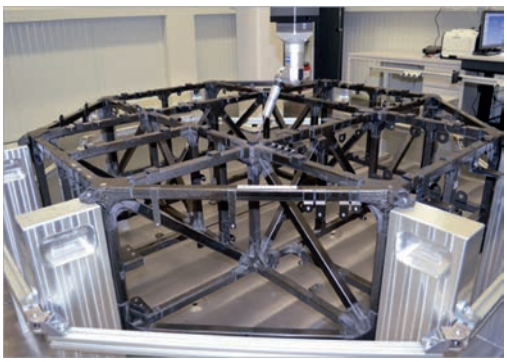
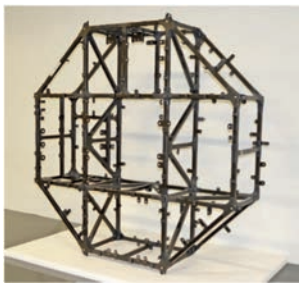
Европейский Союз ввел санкции против России, и соответственно, российского космического сектора. С 2022 года сотрудничество с российскими предприятиями было на 100% с нашей стороны прекращено.

Позитивную роль в росте моих космических амбиций сыграли тесные коммерческие и дружеские отношения с корифеем советского космоса Сергеем Соповым, конструктором и идеологом, с которым мы с 2017 по 2022 годы занимались совместным частным проектом по созданию многоразового транспортного космического корабля Argo на базе композитных технологий.

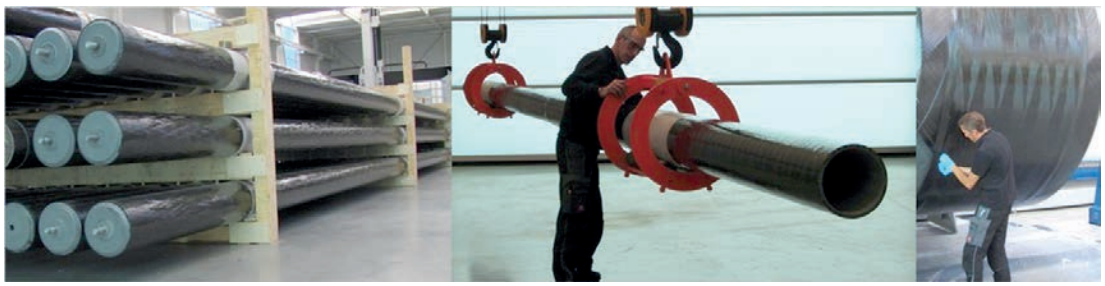
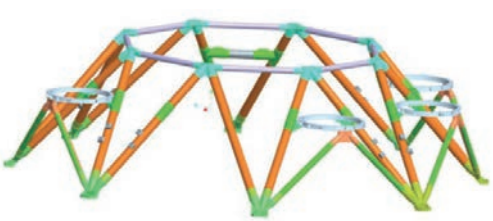
– Какой практический опыт и реализованные проекты на конкретных примерах вы имеете в космической отрасли, чтобы так сразу заявлять о таких серьезных амбициях?

– Как я уже сказал, специалисты группы компаний AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP активно участвовали в дизайне, инжиниринге и производстве композитных конструкций для применения в космосе по аналогичной технологии и на аналогичном оборудовании немецкого R&D-центра. Вот несколько практических примеров реализованных проектов с предприятиями госкорпорации «Роскосмос» в период с 2010 по 2016 год:

2010–2014 годы. Производство композитных карбоновых приборных рам для пилотируемых космических кораблей «Союз» и транспортных космических кораблей «Прогресс» для РКК «Энергия» (ГК «Роскосмос»).


2012–2015 годы. Производство композитных карбоновых ферм и корпусов, сетчатых конструкций для пилотируемых космических кораблей «Союз» и транспортных космических кораблей «Прогресс» для РКК «Энергия» (ГК «Роскосмос»).

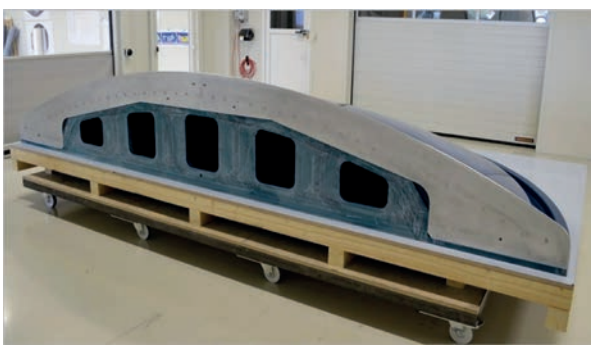


2014 год. Производство композитной карбоновой капсулы для пилотируемого космического корабля «Федерация»/ «Орел» для РКК «Энергия» (ГК «Роскосмос»).



2015 год. Производство композитного карбонового теплозащитного экрана для пилотируемого космического корабля «Федерация»/«Орел» для РКК «Энергия» (ГК «Роскосмос»).





– А что с частным проектом по созданию многоразового транспортного космического корабля Argo? Какие у него перспективы?

– Это был российско-германский самый амбициозный и востребованный проект. На смену устаревшему советскому транспортному космическому кораблю «Прогресс» при нашем активном участии в разработке композитных конструкций велась разработка и проектирование нового многоразового транспортного космического корабля Argo, который был предназначен для доставки на Международную космическую станцию (МКС) полезного груза массой до двух тонн и возвращения на Землю груза массой до двух тонн.

Штатная коммерческая эксплуатация многоразового транспортного космического корабля Argo планировалась с 2028 года на ракете-носителе «Союз-5»/ «Сункар» с космодрома Байконур в рам-

ках совместного казахстанско-российского проекта «Байтерек».

Композитный корпус многоразового транспортного космического корабля Argo (возвращаемый аппарат, теплозащита и двигательный отсек) планировалось изначально изготовить в Германии в качестве технологического макета с последующим переносом производства и технологии на частное предприятие в России.

Однако в 2022 году начавшийся военный конфликт между Россией и Украиной привел к известным санкциям в отношении России, и нам пришлось данный проект свернуть и законсервировать. Вероятность возврата к этому проекту сейчас мала, так как война продолжается неопределенно долго, а идейный бизнес-партнер Сергей Сопов в настоящее время реализует аналогичный арабский проект Aspire, в котором мы планируем участвовать в качестве подрядчика по производству композитных компонентов.

– В ваших проектах в настоящее время есть и украинский след?

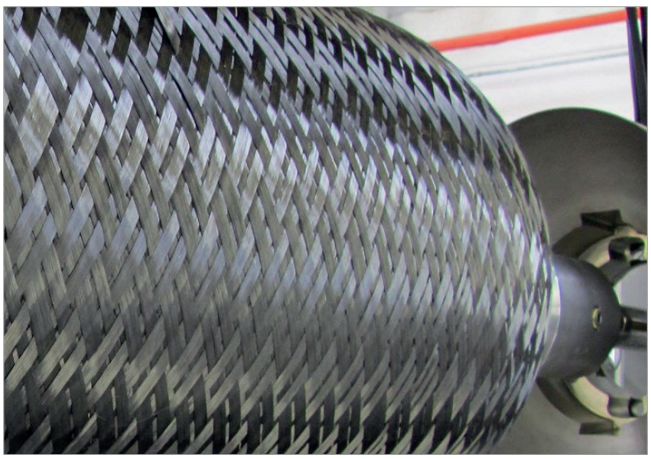
– Параллельно много лет мы развивали коммерческие и партнерские отношения с украинской школой космоса – проектирования и конструирования ракетной техники с украинскими предприятиями Южмаш и КБ Южное. Это и привело нас к амбициям и планам (сначала совместным, теперь раздельным) по созданию частной ракеты-носителя легкого класса на основе аддитивных и композитных технологий.

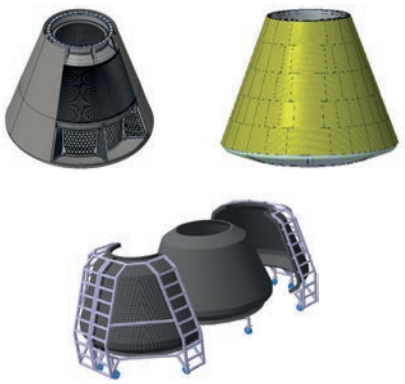


– Южмаш и КБ Южное еще продолжают функционировать? Судя по открытым источникам и новостям эти предприятия якобы полностью разгромлены и прекратили работу.

– Я не могу ответить прямо на этот вопрос, но думаю, что это фейк-новости, не соответствующие действительности, и пропаганда выдает желаемое за действительное. Наше общение с украинскими партнерами происходит пока регулярно. Все, слава богу, живы-здоровы, и указанные предприятия тоже. Хотя в настоящее время война в Украине заметно сократила нашу взаимную работу до минимума, в надежде до лучших времен.

– А ваш совместный проект по производству аддитивных и композитных ракет с Южмашем в Днепропетровске тоже свернут по этой причине?





– У нас в Днепре нет проектов с Южмашем. Думаю, что у вас информация о наших бывших совместных довоенных планах 2020 года.

– Так все же, украинская или российская школа космоса движет вашими проектами?

– Изначально база была советской космической школы (и российской, и украинской). Продолжать работать с 2022 года с российской школой, как я уже сказал, нам запрещено (ввиду санкций), и мы с Россией не работаем. Продолжать с украинской школой также стало практически невозможно из-за коммерческих и страховых рисков, безопасности и непредсказуемости дальнейшего хода войны.

Аддитивными и композитными технологиями мы в настоящее время владеем на 100% (материалы, производство и персонал). Конструктивную помощь, а также расчеты по баллистике, аэродинамике и управляемости ракеты-носителя мы приобрели у украинских партнеров-подрядчиков Южмаша в 2022–2025 годах в фазе проектирования и составления конструкторской документации.

Конструктивную помощь, а также расчеты по созданию новых жидкостных ракетных двигателей мы приобретали у украинских партнеров-подрядчиков КБ Южное, но в 2025 году из-за войны и отсутствия в Украине опыта в аддитивных технологиях нам пришлось свернуть этот проект и перейти в 2026 году к партнеру-подрядчику в Южной Корее Hanwha Aerospace, который также развивается на базе советской космической школы с использованием современных аддитивных технологий.

– Мне известно, что вы в течение ряда лет продвигаете проект создания ракеты-носителя легкого класса CARBO SPACE в Казахстане. Чем была вызвана задержка по времени, какие были тому причины и почему проект вновь вернулся в Казахстан?



– В 2019 году было подписано первое соглашение о намерениях между АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары» и группой немецких компаний AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP. Предмет обсуждения был предельно конкретным: учредить в Казахстане совместное предприятие на базе частно-государственного партнерства и построить в Астане новый завод по производству аддитивных и композитных материалов под ключ на базе немецких технологий. Но потом сначала начался ковид, а затем разразилась война между Россией и Украиной, которая привела к изменению подхода в проекте с поиском замены санкционных российских заказчиков и партнеров.

Однако, в начале 2024 года неожиданно Министерство экономики и энергетики Германии обратилось к компаниям-участникам аэрокосмической отрасли Германии с предложением рассмотреть запрос первого заместителя премьер-министра Республики Казахстан Романа Скляра о возможности сотрудничества немецкого бизнеса с Казахстаном в области космических технологий.

После этого группа компаний AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP (Germany) обратилась к экспортному регулятору Германии за консультациями относительно существующих ограничений для сотрудничества в сфере космических технологий с Казахстаном. Первичное заключение регулятора на пусковые услуги с космодрома «Байконур» было негативным, так как он находится в долгосрочной аренде Российской Федерации и попадает под действие секторальных санкций от ЕС.

В 2025 году мы получили официальную информацию, что Казахстан плани-







рует создать собственный космодром (вне арендуемой Россией территории космодрома «Байконур») и казахстанский НЦКИТ (Национальный центр космических исследований и технологий) сообщил нам о финальной стадии создания на отдельно выделенной территории (вне арендуемой Россией территории космодрома «Байконур» нового) космодрома NEW SPACEPORT с возможностями участия иностранных партнеров для пусков частных ракет космического назначения. Таким образом, ограничения экспортного регулятора Германии по географии пусков с нового космодрома NEW SPACEPORT отпали и на наш проект не распространяются.

Любовь же к малой родине остановила мою подготовку реализации этого проекта в Омане, было принято решение возобновить проект в Казахстане, но уже без российских партнеров. Оказалось, что в центрально-азиатской республике тоже растет интерес к частному космосу, нашлись реальные индустриальные и финансовые партнеры.

– Интересный факт. И у вашей компании имеется лицензия на аэрокосмическую деятельность в Европейском Союзе? Имеется ли в штате ваших компаний соответствующий инженерный костяк профессионалов и менеджеров космической отрасли?

– Да, в группе нашей компаний имеется весь необходимый для нашего проекта пакет лицензий ЕС. В них входит разработка, изготовление, испытания, производство (в том числе серийное), ремонт, продление ресурса и срока службы техники (без самостоятельных пусков и управления космическими полетами). Лицензию на пуски и управление космическими

полетами мы планируем получить в Казахстане (по месту расположения космодрома и производства).

В настоящее время работа в соответствии с лицензией аэрокосмической деятельности нашей группы компаний AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP сопровождается следующими сотрудниками-менеджерами:



Thomas Diem
Генеральный директор (Chief Executive Officer) дочерних компаний холдинга:
AEROSPACE COMPOSITES GmbH (Germany)
SPACE MECHATRONICS GmbH (Germany)
SPACE INDUSTRIES GmbH (Germany)
Стаж работы в аэрокосмической отрасли > 5 лет



Martin Osswald
Коммерческий директор (Sales Director) дочерних компаний холдинга:
AEROSPACE COMPOSITES GmbH (Germany)
SPACE MECHATRONICS GmbH (Germany)
SPACE INDUSTRIES GmbH (Germany)
Стаж работы в аэрокосмической отрасли > 22 лет



Oleg Graf
Технический директор (Technical Director) дочерних компаний холдинга:
AEROSPACE COMPOSITES GmbH (Germany)
SPACE MECHATRONICS GmbH (Germany)
SPACE INDUSTRIES GmbH (Germany)
Стаж работы в аэрокосмической отрасли > 26 лет



Dr. Serhii Spirkin
Генеральный конструктор (Design Director) дочерних компаний холдинга:
AEROSPACE COMPOSITES GmbH (Germany)
SPACE MECHATRONICS GmbH (Germany)
SPACE INDUSTRIES GmbH (Germany)
Стаж работы в аэрокосмической отрасли > 40 лет



Dr. René Pischel
Директор по маркетингу и коммуникации
(Head of Marketing & Communications)
AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP GmbH (Germany)
Стаж работы в аэрокосмической отрасли > 30 лет



Azamat Batyrkozha
Директор представительства AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP в Казахстане
Стаж работы в аэрокосмической отрасли > 20 лет

– Как и с кем вы планируете реализовать такой сложный технологический проект в Казахстане?

– Для реализации вышеуказанных планов группа немецких компаний AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP (Германия) и ее дочерние инжиниринговые и производственные предприятия планируют стратегию партнерства и инвестиций в Республике Казахстан с целью дальнейшего расширения своих позиций на рынке малого ракетостроения с использованием новых современных аддитивных и композитных технологий.

Стратегия проекта включает в себя создание с 2026 года совместного частного предприятия в Казахстане (Астана) для серийного производства ракет-носителей легкого класса CARBO SPACE со следующими участниками проекта:

1) В качестве индустриальных производственных участников-инвесторов проекта рассматриваются два заинтересованных потенциальных кандидата, с которыми подписаны соглашения по настоящему проекту:



Андрей Лаврентьев
(Республика Казахстан) Частная компания TCK-KAZ в качестве конечного бенефициарного владельца компаний ALLUR Group и АО Qarmet



Айбек Барыс
(Республика Казахстан) Частная компания BARYS DYNAMICS в качестве конечного бенефициарного владельца компаний Kazakhstan Paramount Engineering (KPE) и Weapon System Engineering (WSE)

2) В качестве коммерческого финансового участника-инвестора проекта рассматривается один заинтересованный потенциальный кандидат, с которым подписано соглашение по настоящему проекту:



Бахытбек Байсеитов
(Республика Казахстан) Частная компания ORIENT INVEST GROUP в качестве конечного бенефициарного владельца Банка ЦентрКредит (BCC Center Credit)

3) В качестве технологического и технического участника-инвестора проекта выступает инициатор проекта:



Dr. Waldemar Reuswich
(Germany) Частная компания AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP в качестве конечного бенефициарного владельца компаний AEROSPACE COMPOSITES GmbH (Germany)
SPACE MECHATRONICS GmbH (Germany)
SPACE INDUSTRIES GmbH (Germany)

В качестве оператора государственной наземной инфраструктуры космодрома NEW SPACEPORT выбран кооперационный партнёр АО НЦКИТ / JSC «NCSRT» Национальный центр космических исследований и технологий (National Center of Space Research and Technology), с которым достигнуто партнёрское соглашение по вопросам пускового контроля миссии, выбора районов падения ступеней, охраны, режимности, техники безопасности, а также эксплуатации государственной наземной инфраструктуры космодрома: станция хранения и заправки (керосин и жидкий кислород), связь, водоснабжение, очистные сооружения и объекты жизнеобеспечения космодрома NEW SPACEPORT Байконур.



АО НЦКИТ/NCSRT
(Республика Казахстан) Национальный центр космических исследований и технологий
в лице Председателя правления
Марата Джаникеева

– Выбраны очень интересные, способные и сильные партнеры-тяжеловесы казахстанского бизнеса для такого сложного технологического проекта. Это вселяет надежду, что все сложится как планируется. Вами рассматриваются два индустриальных инвестора – Андрей Лаврентьев и Айбек Барыс. Они будут оба участвовать в проекте?

– Да, мы делали в 2025 году предложения и получили взаимную заинтересованность двух индустриальных производственных участников-инвесторов, промышленных групп Андрея Лаврентьева и Айбека Барыса. Оба партнера обладают большим производственным опытом и успехами в ведении индустриального бизнеса в Казахстане. Ввиду актуальной политической ситуации с санкционной Россией настоящий проект чрезвычайно зарегулирован экспортным регулятором Германии, как в поставках технологического оборудования, так и при трансфере аддитивной и композитной космической технологии в Казахстан (ввиду того, что это продукция двойного назначения). Поэтому каждый участник проходит глубокий комплаенс и скрининг на участие в проекте. Окончательный участник индустриального партнерства определится в начале сентября 2026 года. Им могут стать по отдельности как Андрей Лаврентьев, так и Айбек Барыс, но возможно и вместе. Критерий оценки и выбора в настоящее время ввиду незавершенной комплаенсной проверки оглашаться не может. В сентябре все узнаем.

– Каковы инвестиции и во что конкретно они будут направлены для реализации настоящего проекта? О каких долях и инвестициях ваших партнеров идет речь?

– Прямые инвестиции участников совместного предприятия на реализацию предстоящих стадий проекта составят около 135 млн долларов, из них:

54 млн долларов в Казахстане – создание собственного композитно-аддитивного производства в Астане, а также монтажно-испытательного комплекса, стартового комплекса и центра управления полетами ракет-носителей CARBO SPACE на космодроме NEW SPACEPORT на Байконуре.

46 млн долларов в Казахстане – закупка трех прототипов ракет-носителей CARBO SPACE в Германии для испытаний и пусков в Казахстане с последующим переносом-трансфером композитной технологии для серийного производства двух ступеней и головного обтекателя ракет-носителей (с 2030 г.) на собственном композитном производстве в Казахстане.

35 млн евро в Германии – создание и испытания шести прототипов ракетных двигателей PLASMA 56.1 (56 тонн) и трех

PLASMA 8.2 (8 тонн) с последующим переносом-трансфером аддитивной технологии и серийного производства ракетных двигателей (с 2033 года) на собственное аддитивное производство в Казахстане.

В фазе подготовки к проекту нашей группой компаний AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP в Германии в течение 2023–2026 годов инвестировано около 28 млн евро в создание лицензированного современного технологического и научного центра R&D Center – Additive & Composites с мелкосерийным экспериментальным производством композитных ступеней с головным обтекателем ракетносителей и аддитивных жидкостных ракетных двигателей.

Также необходимо учесть, что в проекте не учтены предстоящие государственные издержки (около 20 млн долларов) на организацию и подготовку инфраструктуры космодрома NEW SPACEPORT (Байконур) для его эксплуатации, в частности – обеспечение охраны, режимности, техники безопасности, станции хранения и заправки (керосином и жидким кислородом), связи, водоснабжения, очистных сооружений и объектов жизнеобеспечения.

Наша группа компаний AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP планирует участвовать в доле совместного предприятия в Казахстане на 26%. Остальные 74% долей будут распределены между казахстанскими участниками проекта и будут окончательно определены до конца III квартала 2026 года.

– Очень интересно. Я ожидал, что бюджет на такой проект будет гораздо больше. Сложив предоставленные вами цифры, я понимаю, что весь проект, включая казахстанские и немецкие инвестиции, составит только около 180 млн долларов? И за эти деньги у Казахстана появится собственная ракета-носитель с аддитивно-композитным производством ступеней и двигателей под ключ, включая стартовый комплекс и его инфраструктуру?



– Бюджет не оптимистический, а абсолютно реальный. Мы в подготовку проекта, документацию и испытания технологии вложили за последние годы очень много времени и средств. Имея отработанную технологию и know-how с высокопрофессиональным менеджментом, конструкторами, производственным персоналом и инвесторами-партнерами справимся с предстоящими планами и впишемся в этот консервативный бюджет.

– И за эти деньги у Республики Казахстан появится собственная ракета-носитель?

– Обязательно появится. Только не у Республики Казахстан, а в Республике Казахстан у частного бизнеса с государственной поддержкой инфраструктуры космодрома. Четыре года (с 2027-го по 2030 год) нам понадобится на реализацию проекта (организация производства, инфраструктура, изготовление технологических макетов и испытательных прототипов ракет-носителей и ракетных двигателей). В 2031 году мы планируем два тестовых пуска (без полезной нагрузки) с космодрома NEW SPACEPORT. И в 2032–2040 годы планируем произвести до 50 миссий-пусков (до 6 пусков в год) с полезной нагрузкой ракет-носителей CARBO SPACE.

– Какова будет себестоимость производства вашей ракеты-носителя под ключ? И во сколько обойдется



такая миссия (пуск)? Какова будет коммерческая стоимость вывода 1 кг полезной нагрузки в космос – более 20 тысяч долларов или меньше?

– Себестоимость производства нашей ракеты-носителя – это коммерческая тайна. Рыночная стоимость миссии-пуска (с 1500 кг полезной нагрузки), включая ракету-носитель, логистику, пусковые и наземные услуги космодрома составит около 13 млн долларов, что в пересчете на килограмм полезной нагрузки составит менее 8,7 тысячи долларов.

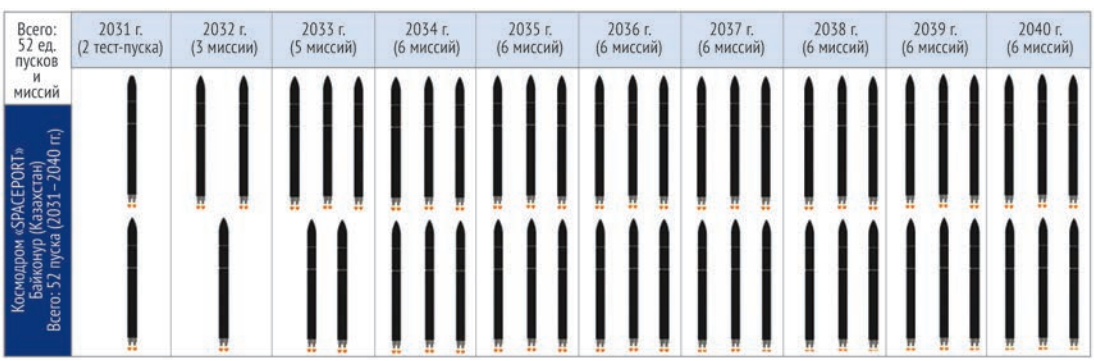
– Это абсолютно низкая цена вывода за один килограмм. Полагаю, что за 8,7 тысячи долларов за килограмм у вас (вполне вероятно) заказчики будут стоять в очередь. Казахстанский производитель спутников Ghalam (совместное предприятие с участием национальной компании Қазақстан Ғарыш Сапары и европейской Airbus Defence and Space) сможет вашему проекту выдавать полезную нагрузку максимум на две миссии в год. А чьими заказами планируете загрузить остальные четыре миссии-пуска в год?

– В настоящее время на международном космическом спутниковом рынке очередь (бронь) на дату пуска составляет от трех до пяти лет (в зависимости от массы спутника), и это не секрет, а открытая информация. SpaceX – основной оператор запусков в мире – имеет до 90% приоритета собственных миссий Starlink, но очередь на попутный коммерческий слот в настоящее время расписана у них до 2029 года и стоит миссия от 6 до 8 тысяч долларов за один килограмм. У мировых игроков Rocket Lab, Arianespace или ISRO в настоящее время забронировано порядка 470 миссий (до 2029 года) и стоят они от 15 до 27 тысяч долларов за один кг. Доля же рынка пусков спутников нашей ракеты-носителя CARBO SPACE составит в случае вывода на орбиту 9,000 кг в год (6 миссий х 1500 кг) максимально 3%. При нашей низкой стоимости вывода мы всегда найдем европейских, арабских или африканских заказчиков на оставшиеся 4 миссии в год.

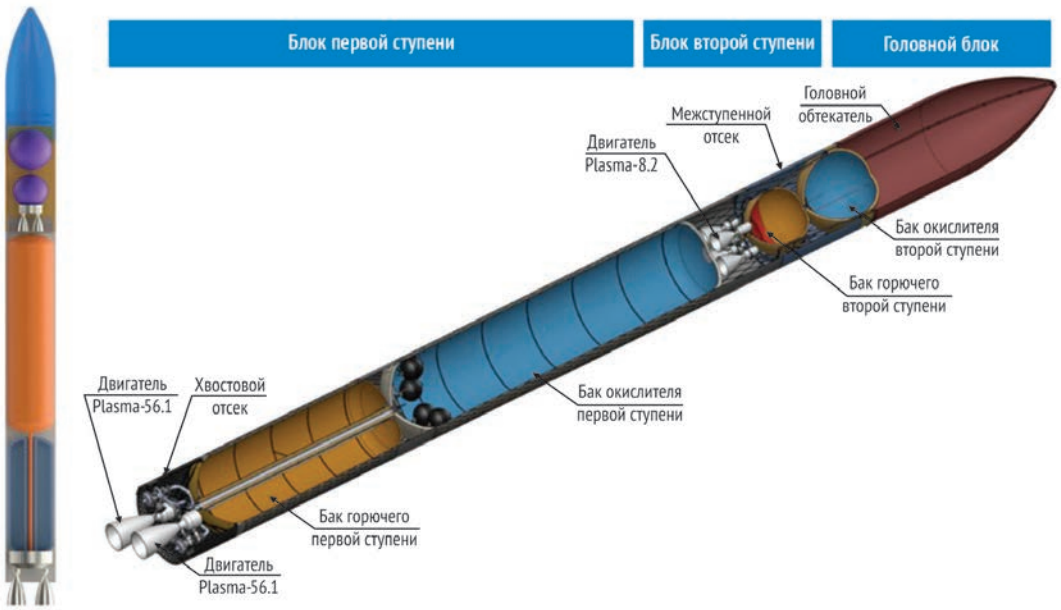
– Похоже, это дает серьезные перспективы окупаемости и доходного бизнеса для всех участников проекта.

– Вы абсолютно правы. Проект, как мы считаем, окупаемый, доходный и долгоиграющий. По данной технологии и с используемым оборудованием можно производить до 180 ракет-носителей в течение 25–30 лет без глубоких реконструкций и замены технологий.

– Почему ракета CARBO SPACE не многоразовая? Это же сейчас мировая тенденция. И есть много сторонников этого пути развития носителей.



С 2031 по 2040 годы планируется осуществить 52 пуска, из них: 2 тест-пуска без полезной нагрузки и 50 миссий-пусков с полезной нагрузкой ракет-носителей «CARBO SPACE 2L» (LEO или SSO орбиты)



Простая одноразовая композитная конструкция ракеты-носителя CARBO SPACE

– Легкие одноразовые ракеты развиваются очень быстро и имеют перспективу на будущее, особенно для коммерческих и научных спутников, которым важна оперативность. Заказчик получает собственную дату запуска и может отправить спутник именно на свою нужную орбиту, не подстраиваясь под основной груз.

Многоразовая ракета легкого класса экономически нецелесообразна и главные причины в следующем.

Легкая ракета не уменьшается в цене пропорционально размеру. Двигатель, система управления, испытания, стартовый комплекс и разрешения стоят дорого независимо от того, весит ракета одну тонну или 50 тонн, поэтому доля полезной нагрузки получается небольшой.

Представьте ракету, которую нужно вернуть после запуска. То есть ей понадобятся:

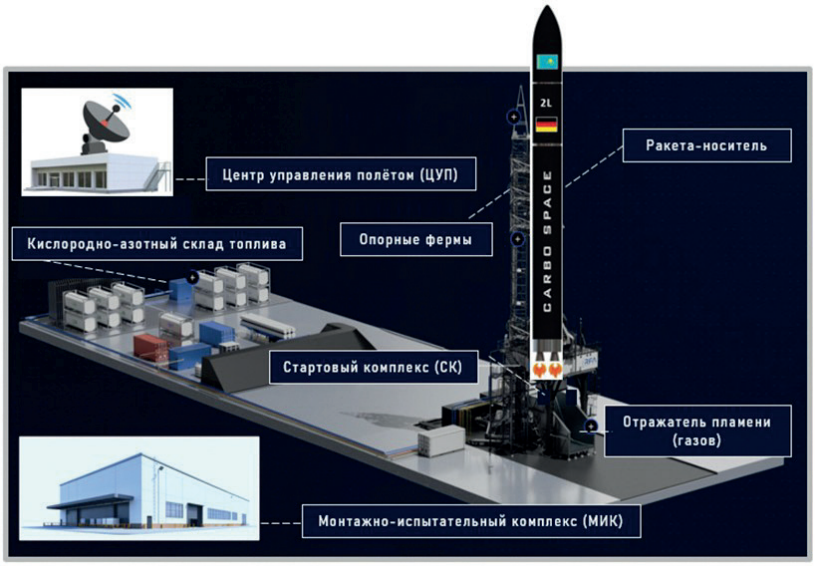
- запас топлива для торможения и посадки,
- посадочные системы и управление,
- более тяжелая конструкция, выдерживающая повторный вход,
- теплозащита или другие меры при возвращении,
- дополнительное оборудование для повторного использования.

Легкая ракета гораздо дешевле тяжелой, поэтому стоимость восстановления, инспекции и повторной подготовки может оказаться сопоставимой с производством новой ракеты. У тяжелой ракеты все это составляет относительно небольшую долю ее общей массы. А у маленькой ракеты дополнительная масса может съесть значительную часть полезной нагрузки.

Именно поэтому многоразовость особенно привлекательна для тяжелых ракет с высокой стоимостью первой ступени. У легких ракет часто выгоднее сделать максимально простую одноразовую конструкцию. Тем более, что она у нас композитно-мотанная, а не металло-фрезерованная, что по трудоемкости и экономике очень выгодно.

– Сердце ракеты – это двигатель. Понятно, что такой проект имеет право на жизнь, если в Казахстане будут производиться собственные двигатели. Но где в таком случае будут проводиться штатные наземные огневые испытания каждого производимого в Казахстане серийного двигателя?

– Вопрос экономически и технически важный для перспективы проекта. В процессе создания двух двигателей – с тягой 56 тонн для первой ступени и тягой 8 тонн для второй ступени мы ориентировались на производственные и испытательные возможности Южмаша, и это было эко-



Инфраструктура космодрома NEW SPACEPORT (Байконур)

номически и логистически для нас очень выгодно. Но война в Украине наши планы сорвала, риски не позволили нам работать в этом направлении.

В настоящее время для испытаний и сертификации двигателей нам пришлось привлечь самые дорогостоящие стенды в German Aerospace Center (DLR) и на Esrange Space Center (SSC) в Швеции, и у нашего инжинирингового партнера Hanwha Aerospace в Южной Корее. При серийном производстве нам необходимо проходить приемочные огневые испытания на каждом двигателе. Конечно, эти испытания идеально будет проводить в Казахстане – это недорого, логично и независимо. С санкционной Россией при нашем совместном участии в проекте эти испытания проводить в ближайшее время юридически невозможно, так как это нарушение закона и гарантированная потеря наших потенциальных европейских заказчиков на вывод спутников.

– Какой же тогда выход из ситуации с испытаниями двигателей в Казахстане? И сколько стоит такой испытательный центр для ваших двигателей?

– Выход есть. И мы очень интенсивно занимаемся решением этой задачи. До 2030 года обеспечим производство двигателей собственным испытательным центром в Казахстане. На Днях космоса в Казахстане в сентябре этого года мы планируем рабочую встречу с Национальным центром космических исследований и технологий и частной компанией Aspire, которые продвинулись с решением этой задачи и планируют строительство в Казахстане международного испытательного комплекса жидкостных ракетных двигателей до 100 тонн тяги, насущного и экономически важного на перспективу для нашего проекта.

Он необходим для отработки двух двигателей с тягой 56 тонн для первой ступени и тягой 8 тонн для второй. Такой испытательный стенд европейского производства стоит под ключ примерно 13–15 млн долларов и при соблюдении надлежащего ухода и правильной эксплуатации прослужит 30–40 лет. Если такой стенд купить в Китае, то его стоимость будет как минимум в два раза меньше, и он тоже прослужит не менее 25 лет. Я лично склоняюсь к китайскому варианту.

– Да, этот проект обнародован. Вы тоже готовы войти в этот проект или стать заказчиком на испытания в будущем?

– Мы готовы рассмотреть оба варианта. В первом варианте мы можем стать соинвестором и войти в проект, если инвестиционная целесообразность для наших 22–25 двигателей в год не превысит 2,5–2,7 млн долларов в испытательный центр ракетных двигателей до 60 тонн. Во втором варианте мы можем на коммерческих условиях с участниками казахстанского проекта заказывать приемочные огневые испытания серийных двигателей до 35 тысяч за один двигатель с тягой 56 тонн и около 25 тысяч долларов за один двигатель с тягой 8 тонн при суммарных заказах до 25 двигателей в год (это ориентировочные цены украинских и российских испытательных центров).

– Интересно знать и понимать объемы заказов и ценовой уровень. У вас имеется конкуренция с компанией Aspire? Вы можете себе представить совместную

деятельность в испытательном центре двигателей и не мешать друг другу?

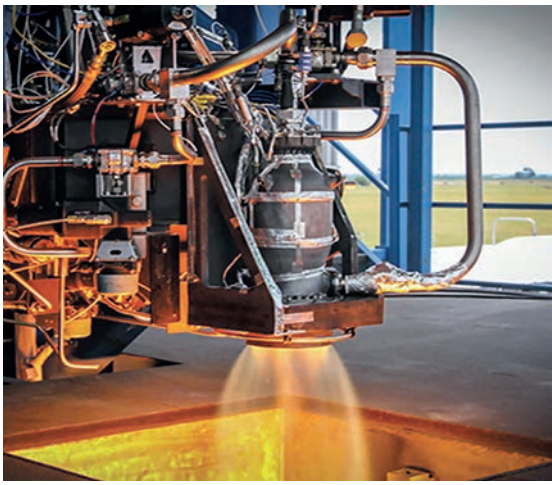
– Мы абсолютные неконкурентные и работаем в разных весовых категориях. Наша ракета легкого класса CARBO SPACE – это проект быстрый, и является рабочей лошадкой для вывода спутников на околоземные орбиты. Проект Aspire – это другая весовая категория и масштабный проект ракеты-носителя для миссий на МКС, другие станции, для создания созвездий спутников.

Плюс ко всему мы пересекаемся с Aspire в Германии в сфере производства макетов и прототипов космического корабля. Поэтому синергия в создании испытательного двигательного комплекса в Казахстане оптимизирует проект и принесет дивиденды всем участникам.

– Предлагаем разместить в нашем журнале техническую и коммерческую презентацию Вашего проекта ракеты-носителя CARBO SPACE. Это возможно и когда?

– Как только определятся окончательные участники проекта и будет сформирован его бюджет, мы с удовольствием примем Ваше предложение и разместим материалы в очередном номере журнала. В настоящее время детальная презентация проекта еще не доступна для публичного ознакомления. Думаю, что к концу сентября 2026 года мы предоставим презентацию проекта вашему журналу в полном объеме на русском и английском языках.





Жидкостный однокамерный ракетный двигатель первой ступени PLASMA 56.1 (56 тонн)

– Благодарю. У меня еще много вопросов, Waldemar. Но оставим их для личной встречи. Приглашаем посетить Дни космоса в Казахстане 7–9 сентября 2026-го и обсудим ракету-носитель и испытательный двигательный комплекс. Спасибо за открытость, доверие и до встречи. ■

От автора: Считаю, что главная задача Казахстана в космосе на следующие 20–30 лет – развитие прикладной космонавтики, приносящей практические результаты экономике и обществу. Летать на пилотируемые станции, Луну или Марс – это удел больших игроков и ракет тяжелого и сверхтяжелого классов. Миссия Казахстана – занять нишу прагматичного космоса и легких носителей и далее, учитывая собственное производство спутников, выводить на орбиты спутники от 200 до 1500 кг массой любому заказчику в мире. Наша страна будет иметь в своем распоряжении полный набор важнейших собственных элементов – космодром, ракеты и спутники. То есть станет полноценной космической державой с независимым доступом в космос.

Казахстан исторически имеет право на собственную, отвечающую национальным интересам космическую программу. Сегодня космическая инфраструктура столь же важна, как энергетика, коммуникации, системы жизнеобеспечения. Космос дает уникальные возможности и бесценные данные, без которых невозможно развитие.

Проекты, подобные тем, о которых рассказано в материале, ставят наши амбициозные планы на реальную почву, избавляют от гигантизма, придают рационализм. И пусть им способствует успех.

To Orbit with a light-lift launcher



Interview with Mr. Waldemar Reuswich, initiator of the CARBO SPACE light-lift launch vehicle project in the Republic of Kazakhstan and CEO of AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP GmbH (Germany) with the editor-in-Chief and publisher Mr. Nurlan Asselkan (International Journal of Space Research and Technology).

30 July 2026

– Mr. Waldemar Reuswich, I would like to learn more about your plans and your initiative to establish the production and operation of the CARBO SPACE light-lift launch vehicle in Kazakhstan, designed to deliver payloads of up to 1,500 kg to orbit.

– Yes, indeed. The AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP GmbH (Germany) group of companies is about to start the active phase of the German-Kazakh project you mentioned to develop a launch vehicle in collaboration with private business partners from Kazakhstan.

– Waldemar, you are a German citizen and speak Russian fluently. What can you tell us about yourself?

– Yes, I speak Russian fluently as I was born and educated in Kazakhstan, in Kostanay, and emigrated to Germany more than 35 years ago. I am an engineer (with specialisation in energy and mechanical engineering), and I am holding a Ph.D. in Technical Sciences.

– So, Waldemar, you don't have a formal education in the space sector – meaning you didn't graduate from Soviet aerospace institutes like Bauman, MAI, MIPT, Korolev, or Mozhaisky?

– I would have loved to... But as an ethnic German in the USSR, studying such specialized, high-level professions was off-limits and inaccessible to me – even considering the history of how the Soviet space program was inherited and shaped after the war based on the German school of rocket engineer Wernher von Braun. I gained all my experience and entry into the space industry independently over decades of my career, working in related fields – such as composites and additive manufacturing – and through intensive study of technical literature.

– How long have you been working in the space industry, and where did you develop such a strong technical background and the ambition to pursue private space ventures?

– I have been working in the space industry for about 20 years. My group of companies worked closely with enterprises of Roscosmos on the production of composite – specifically carbon-fibre-reinforced polymer – structures for the Soyuz and Progress spacecraft, as well as on the development of the carbon-fibre-reinforced polymer pressure shell (capsule) for the reusable crewed

spacecraft «Federation»/»Oryol». Following the outbreak of the war between Russia and Ukraine, the European Union imposed sanctions on Russia and, consequently, on the Russian space sector. Since 2022, we have completely ceased from our side all cooperation with Russian enterprises.

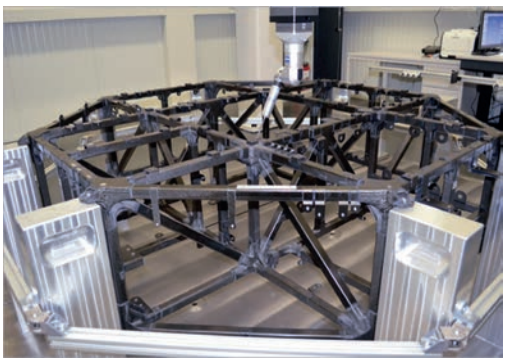
Close commercial and personal relations with Sergei Sopov, a prominent figure in Soviet space engineering, also spurred my ambitions in the space sector. He is a designer and project visionary with whom I worked from 2017 to 2022 on a joint private project to develop the reusable «Argo» space transportation vehicle based on composite technologies.

– What specific practical experience and completed projects can you point to, with concrete examples, from the space industry that would justify taking on such serious ambitions right away?

– As I have already told you, specialists from the AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP of companies have been actively involved in the design, engineering, and manufacturing of composite structures for space applications, using technology similar to that of the German R&D center and comparable equipment. Here are several practical examples of completed projects carried out with enterprises of the State Corporation Roscosmos between 2010 and 2016:

2010–2014. Manufacturing of composite carbon-fiber equipment frames for the crewed «Soyuz» spacecraft and «Progress» cargo spacecraft for RSC «Energia» (Roscosmos State Corporation).

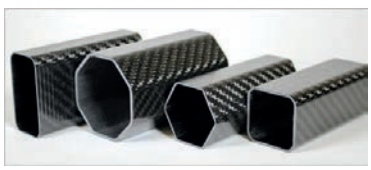






2012–2015. Manufacturing of composite carbon-fiber trusses, housings, and lattice structures for the crewed «Soyuz» spacecraft and «Progress» cargo spacecraft for RSC «Energia» (Roscosmos State Corporation).







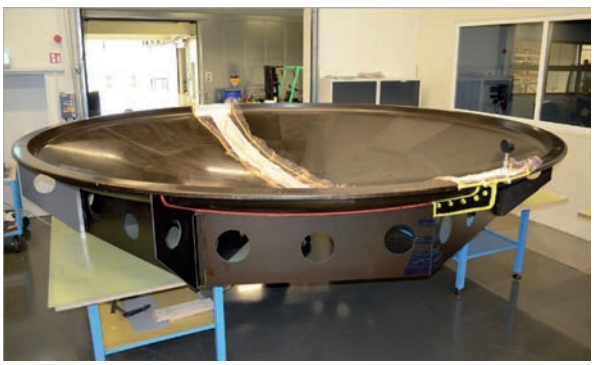
2014. Manufacturing of a composite carbon-fiber capsule for the crewed spacecraft «Federation»/»Oryol» for RSC «Energia» (Roscosmos State Corporation).





2015. Manufacturing of a composite carbon-fiber heat shield for the crewed spacecraft «Federation»/»Oryol» for RSC «Energia» (Roscosmos State Corporation).

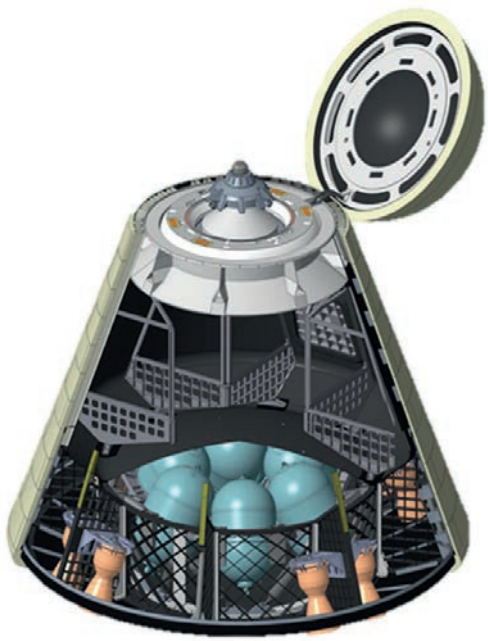




– What is the current status of the private project to develop the reusable transport spacecraft «Argo»? What are its prospects?

– This was our most ambitious and highly sought-after Russian-German project. As a successor to the outdated Soviet-era Progress cargo spacecraft, a new reusable transport spacecraft, Argo, was being developed and designed with our active involvement in the development of its composite structures. It was intended to deliver up to 2 metric tons of payload to the International Space Station (ISS) and return up to 2 metric tons of cargo to Earth.

Regular commercial operations of the «Argo» reusable cargo spacecraft were scheduled to begin in 2028 on the «Soyuz-



5»/»Sunkar» launch vehicle from the Baikonur Cosmodrome as part of the joint Kazakh – Russian «Baiterek» project.

The composite airframe of the reusable transport spacecraft «Argo» (including the re-entry vehicle, the thermal protection system and the propulsion module) was initially planned to be manufactured in Germany as a technology demonstrator, with subsequent transfer of the production and technology to a private enterprise in Russia.





– But there is also a «Ukrainian link» in your current project?

– For many years, in parallel, we developed commercial and partnership relations with the Ukrainian space engineering tradition, particularly in rocket design and engineering, working with the Ukrainian enterprises Yuzhmash (State Enterprise «Production Amalgamation 'Southern Machine-Building Plant named after O.M. Makarov»») and Yuzhnoye Design Bureau (Yuzhnoe State Design Office). This led to our ambitions and plans — initially joint and now separate — to create a private light-lift launch vehicle based on additive manufacturing and composite technologies.

– Are Yuzhmash and Yuzhnoye State Design Office still operating? Judging from open sources and news reports, these enterprises have supposedly been completely destroyed and ceased operations.

– I cannot answer that question directly, but I believe such reports are fake news that do not reflect reality; it is propaganda presenting wishful thinking as fact. We are still in regular contact with our Ukrainian partners. Thank God, everyone is safe and well, and so are the aforementioned enterprises. However, the war in Ukraine has significantly reduced our mutual activities to a minimum for the time being, in the hope that better times will come…

– So your joint project with Yuzhmash in Dnipropetrovsk to manufacture rockets using additive and composite technologies has also been suspended for this reason?

– We don't have any projects with Yuzhmash in Dnipro. I believe you are referring to our former joint pre-war plans from 2020…

– So, ultimately, is it the Ukrainian or Russian space engineering tradition that drives your projects?

– Initially, our foundation was the Soviet space engineering tradition, both Russian and Ukrainian. As I mentioned, we have stopped to cooperate with the Russian space sector since 2022 (due to sanctions). And we do not work with Russia. Continuing to work with the Ukrainian space sector has also become practically impossible because of commercial risks, security concerns and the unpredictable course of the war.

Today, we have full in-house capabilities in additive manufacturing and composite technologies, including materials, production and personnel. We acquired engineering design support, as well as expertise in trajectory analysis, aerodynamics and launch ve-

hicle flight control, from Ukrainian partners and contractors of Yuzhmash between 2022 and 2025, at the design and technical documentation stage.

We also obtained engineering design assistance for the development of new liquid-propellant rocket engines from Ukrainian partners and contractors of the Yuzhnoye State Design Office. However, in 2025, due to the war and the lack of sufficient additive manufacturing expertise in Ukraine, we had to discontinue this project and, in 2026, partnered with a South Korean contractor, Hanwha Aerospace, which also operates based on the Soviet space engineering tradition while using modern additive manufacturing technologies.



– I know that for several years you have been promoting the CARBO SPACE light-lift launch vehicle project in Kazakhstan. What caused the delay, what were the reasons behind it, and why has the project now returned to Kazakhstan?

– In 2019, the first letter of intent was signed between JSC «National Company «Kazakhstan Gharysh Sapary» and the AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP of German companies. Its subject was formulated rather clearly: to establish a joint venture in Kazakhstan based on a public-private partnership and build a new turnkey plant in Astana to manufacture additive and composite materials based on German technology. Azamat Batyrkhozha, who at the time was Chairman of the Management Board of JSC «National Company «Kazakhstan Gharysh Sapary» and Vice Minister of Digital Development, Innovation and Aerospace Industry, actively promoted the project for Kazakhstan as a public-private partnership, and investors had been identified. But then the COVID pandemic began, followed by the outbreak of the war between Russia and Ukraine, which led to a change in the project approach, including the search for replacements for sanctioned Russian customers and partners.

However, in early 2024, the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy unexpectedly approached companies in the German aerospace sector with a proposal to consider a request from Roman Sklyar, First Deputy Prime Minister of the Republic of Kazakhstan, concerning a potential cooperation between German businesses and Kazakhstan in the field of space technologies.

Following this, the AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP (Germany) group of companies approached the German export-control authority for consultations regarding restrictions on cooperation with Kazakhstan in the field of space technologies. The regulator's initial assessment of launch services from the Baikonur Cosmodrome was negative, as the cosmodrome is under a long-term lease to the Russian Federation and falls under the scope of EU sectoral sanctions.

In 2025, we received official information that Kazakhstan plans to establish its own spaceport located outside the territory of the Baikonur Cosmodrome leased to Russia. The Kazakh National Center of Space Research and Technology (NCSRT) informed us that the new NEW SPACEPORT was at the final stage of development on a separately designated area outside the territory of the Baikonur Cosmodrome leased by Russia, with opportunities for foreign partners to participate in launches of privately developed space launch vehicles. Consequently, the geographic launch restrictions previously imposed by the German export-control authority no longer applied to the new NEW SPACEPORT, and therefore were no longer relevant for our project.

My bond to my «small homeland» ultimately led me to suspend preparations to im-

plement this project in Oman, and I decided to resume the project in Kazakhstan, but this time without our former Russian partners. It turned out that interest in the private space sector was growing in this Central Asian republic as well, and genuine industrial and financial partners were successfully identified.

– That's an interesting fact… Does your company also hold licenses for aerospace activities in the European Union? And does your group of companies have the necessary core team of engineers, space industry professionals and space-sector managers on staff?

– Yes. Our group of companies holds the full package of European Union licenses required for our project. These comprise design and development, manufacturing, testing, production (including serial production), repair, and extension of the service life and operational lifetime of equipment, but do not cover independent launch operations or control of spaceflight missions. We plan to obtain the licenses for launch operations and spaceflight mission control in Kazakhstan, where the spaceport and production facilities will be located.

At present, the aerospace activities of our AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP, carried out under the group's licenses, are supported by the following management and engineering team members:





Thomas Diem
Chief Executive Officer (CEO) of the holding company's subsidiaries:
AEROSPACE COMPOSITES GmbH (Germany)
SPACE MECHATRONICS GmbH (Germany)
SPACE INDUSTRIES GmbH (Germany)
More than 5 years of experience in the aerospace industry



Martin Osswald
Commercial Director (Sales Director) of the holding company's subsidiaries:
AEROSPACE COMPOSITES GmbH (Germany)
SPACE MECHATRONICS GmbH (Germany)
SPACE INDUSTRIES GmbH (Germany)
More than 22 years of experience in the aerospace industry



Oleg Graf
Technical Director of the holding company's subsidiaries:
AEROSPACE COMPOSITES GmbH (Germany)
SPACE MECHATRONICS GmbH (Germany)
SPACE INDUSTRIES GmbH (Germany)
More than 26 years of experience in the aerospace industry



Dr. Serhii Spirkin
Chief Designer of the holding company's subsidiaries:
AEROSPACE COMPOSITES GmbH (Germany)
SPACE MECHATRONICS GmbH (Germany)
SPACE INDUSTRIES GmbH (Germany)
More than 40 years of experience in the aerospace industry



Dr. René Pischel
Head of Marketing & Communications)
AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP GmbH (Germany)
More than 30 years of experience in the aerospace industry



Azamat Batyrkozha
Director of the AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP Representative Office in Kazakhstan
More than 20 years of experience in the aerospace industry

– How, and with whom, do you plan to implement such a complex technological project in Kazakhstan?

– To implement the above plans, the AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP of German companies along with its engineering and manufacturing subsidiaries is devising a partnership and investment strategy in the Republic of Kazakhstan aimed at further expanding their position in the small launch vehicle market by leveraging advanced additive and composite manufacturing technologies.

The project strategy entails establishing a private joint venture in Kazakhstan (Astana) starting in 2026 for the serial production of CARBO SPACE light-lift launch vehicles, involving the following project participants:

1) Two interested potential candidates have been identified as industrial and manufacturing investors, and agreements have been signed with them:



Andrey Lavrentyev
(Republic of Kazakhstan)
Private company TCK-KAZ
as the ultimate beneficial owner of ALLUR Group
and JSC Qarmet



Aibek Barys
(Republic of Kazakhstan)
Private company BARYS DYNAMICS as the ultimate beneficial owner of Kazakhstan Paramount Engineering (KPE) and Weapon System Engineering (WSE)

2. One interested potential candidate is being considered as the project's commercial and financial participant/investor, and an agreement has been signed with him:



Bakhytbek Bayseitov
(Republic of Kazakhstan)
Private company ORIENT INVEST GROUP as the ultimate beneficial owner of Bank CenterCredit (BCC)

3. The project initiator acts as the technological and technical investor-participant in the project:



Dr. Waldemar Reuswich
(Germany)
Private company AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP
of as the ultimate beneficial owner of AEROSPACE COMPOSITES GmbH (Germany)
SPACE MECHATRONICS GmbH (Germany)
SPACE INDUSTRIES GmbH (Germany)

JSC «NCSRT» — the National Center of Space Research and Technology — has been selected as the project's cooperation partner and operator of the state-owned ground infrastructure at the NEW SPACEPORT. A partnership agreement has been reached covering mission launch control, selection of drop zone areas, security and access control, safety requirements, as well as operation of the spaceport's state-owned ground infrastructure, including the propellant storage and fuelling station (kerosene and liquid oxygen), communications, water supply, wastewater treatment facilities, and life-support infrastructure at the NEW SPACEPORT Baikonur.



JSC NCSRT
(Republic of Kazakhstan)
National Center of Space Research and Technology represented by its Chairman of the Management Board,
Marat Dzhanikeyev

– You have selected very interesting, capable and strong heavyweight partners from the Kazakh business community for such a complex technological project. This gives hope that everything will work out as planned. You are considering two industrial investors — Andrey Lavrentyev and Aibek Barys. Will they both participate in the project?

– Yes, we made proposals in 2025 and received mutual interest from two industrial and manufacturing participants-investors, the industrial groups of Andrei Lavrentiev and Aibek Barys. Both partners have extensive manufacturing experience and a strong track record in industrial business in Kazakhstan. Given the current political situation with sanctioned Russia, this project is subject to extensive regulation by the German export-control authorities, both with regard to the supply of technological equipment and to the transfer of additive and composite manufacturing space technologies to Kazakhstan, as these technologies are considered as dual-use. Therefore, each participant is undergoing thorough compliance due diligence and screening for participation in the project. The final industrial partner will be determined in early September 2026. It could be Andrey Lavrentyev or Aibek Barys individually, or potentially both of them together. The evaluation and selection criteria cannot be disclosed at this stage due to the pending compliance review. We will know the outcome in September…

– What is the total investment, and what specifically will these funds be allocated to in order to implement the project? What equity stakes and investment commitments are being considered for your partners?

– The direct investments by the joint venture participants in the upcoming stages of the project will amount to approximately USD 135 million, allocated as follows:

USD 54 million in Kazakhstan — establishment of a composite and additive manufacturing facility in Astana, as well as an assembly, integration and test complex, a launch complex, and a mission control center for CARBO SPACE launch vehicles at the NEW SPACEPORT at Baikonur.

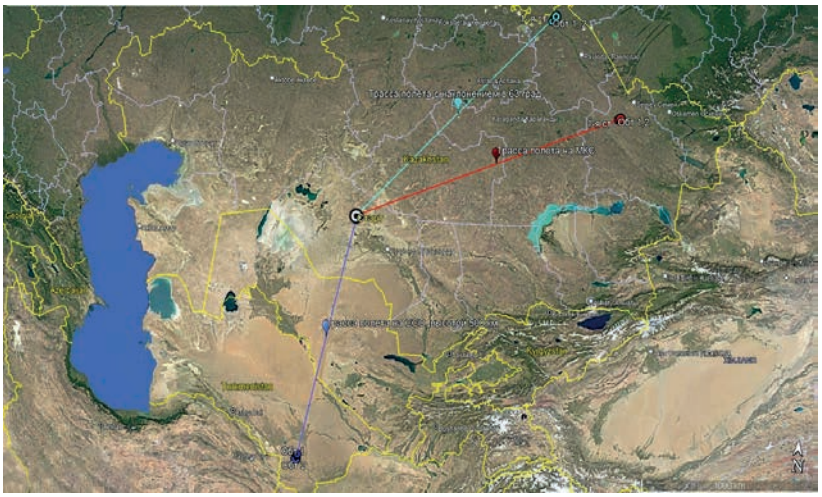
USD 46 million in Kazakhstan — procurement of three CARBO SPACE launch vehicle prototypes from Germany for testing and launches in Kazakhstan, followed by the transfer of composite technology for the serial production of the launch vehicle's two stages and payload fairing (from 2030 onward) at the composite manufacturing facility in Kazakhstan.

EUR 35 million in Germany – development and testing of six PLASMA 56.1 rocket engine prototypes (56 tonnes of thrust) and three PLASMA 8.2 engines (8 tonnes of thrust), followed by the transfer of additive manufacturing technology and serial production of rocket engines (from 2033 onward) at the additive manufacturing facility in Kazakhstan.

During the project preparation phase, from 2023 to 2026, our AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP companies in Germany have invested approximately EUR 28 million in establishing a licensed, state-of-the-art research and development center – the R&D Center Additive & Composites – featuring pilot-scale production of composite launch vehicle stages and payload fairings, as well as additively manufactured liquid rocket engines.

It should also be noted that the project budget does not include the anticipated government expenditure of approximately USD 20 million required to establish and prepare the infrastructure of the NEW SPACEPORT (Baikonur) for operations, including securi-





Launch sector and drop zones of the 1st stage and fairing parts of the CARBO SPACE launch vehicle launched from the NEW SPACEPORT (Baikonur)

ty, access control, safety systems, propellant storage and fuelling facilities (kerosene and liquid oxygen), communications, water supply, wastewater treatment facilities, and life-support infrastructure.

Our group of companies, AEROSPACE TECHNOLOGY GROUP, plans to hold a 26% equity stake in the joint venture in Kazakhstan. The remaining 74% of the equity will be shared among the Kazakh participants in the project and will be finally determined by the end of the third quarter of 2026.

– Very interesting! I expected the budget for a project like this to be much higher. So, if I add up all the figures you have provided, I understand that the entire project, including the Kazakh and German investments, will amount to only around USD 180 million? And for that amount, Kazakhstan will acquire its own launch vehicle, with turnkey additive and composite manufacturing of the stages and engines, including the launch complex and its infrastructure?

– Yes. The budget is not optimistic; it is absolutely realistic. Over the past several years, we have invested a great deal of time and financial resources in project preparation, technical documentation and technology testing. With proven technology and know-how, supported by a highly professional management team, engineers and designers, production staff as well as our investor partners, we are confident that we can deliver the planned project and stay within this conservative budget.

– And for this amount, will the Republic of Kazakhstan have its own launch vehicle?

– It certainly will. Though strictly speaking, it won't belong to the Republic of Kazakhstan, but rather to a private business operating within the country, with government support for the spaceport infrastructure. We will need four years, from 2027 to 2030, to implement the project, including establishing production, developing the infrastructure, and manufacturing engineering prototypes and test articles of the launch vehicles and rocket engines. In 2031, we plan to conduct two test launches without payloads from the NEW SPACEPORT. Then, between 2032 to 2040, we plan to conduct up to 50 launch missions, with up to six launches per year, carrying payloads on CARBO SPACE launch vehicles.



– What will be the turnkey production cost of your launch vehicle ? And how much will such a launch cost? What will be the commercial price per

kilogram of payload delivered to orbit – more than USD 20,000 or less?

– The production cost of our launch vehicle is a commercial secret. The launch cost for a mission carrying a 1,500 kg payload, including the launch vehicle, logistics, launch services and ground services at the spaceport, will be approximately USD 13 million. This translates into a cost of less than USD 8,700 per kilogram of payload.

– That is an incredibly low price per kilogram for delivering payloads to orbit! I would expect that at USD 8,700 per kilogram, you would quite likely have a queue of customers. Kazakhstan's satellite manufacturer Ghalam – a joint venture involving the national company Kazakhstan Gharysh Sapary and European company Airbus Defence and Space – could provide your project with payloads for a maximum of two missions per year. But whose orders do you plan to use to fill the remaining four launch missions per year?

– At present, lead times for launch slots in the international commercial space launch market are typically three to five years, depending on the mass of the satellite. This is not a secret but publicly available information. The world's leading launch operator SpaceX allocates up to 90% of its launch capacity to its own Starlink missions, yet its rideshare launch slots are currently fully booked through 2029, with prices ranging from USD 6,000 to USD 8,000 per kilogram. For global launch providers such as Rocket Lab, Arianespace and ISRO, approximately 470 missions are currently booked through 2029, at prices ranging from USD 15,000 to USD 27,000 per kilogram. Meanwhile, our CARBO SPACE launch vehicle would account for a maximum of 3.0% of the satellite launch market if it places 9,000 kg into orbit per year (6 missions × 1,500 kg). Given our competitive launch price, we are confident that we will be able to attract European, Arab and African customers for the remaining four missions per year.

– It seems this offers significant prospects for the project to pay for itself and become a profitable business for all participants.

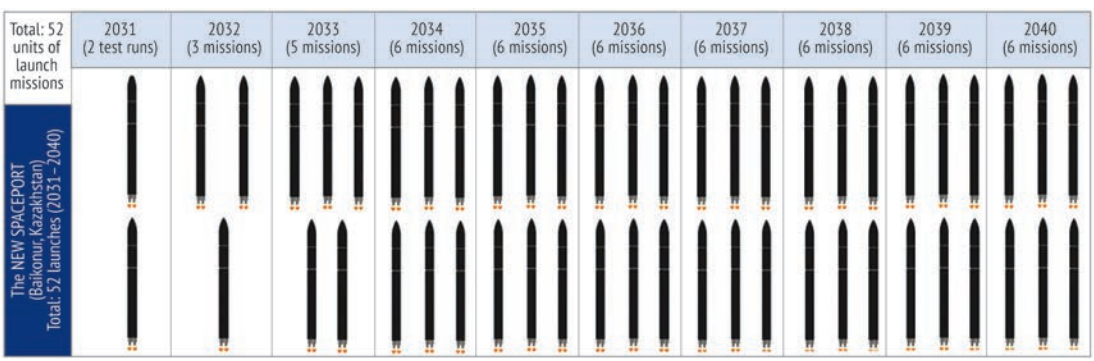
– You are absolutely right. We believe the project is financially viable, profitable and long-lasting. With this technology and the equipment we use, it will be possible to produce up to 180 launch vehicles over the next 25–30 years without major facility modifications or technology changes.

– Why is the CARBO SPACE launch vehicle not reusable? This seems to be today's global trend ? And there are many proponents of this approach in launch vehicle development.

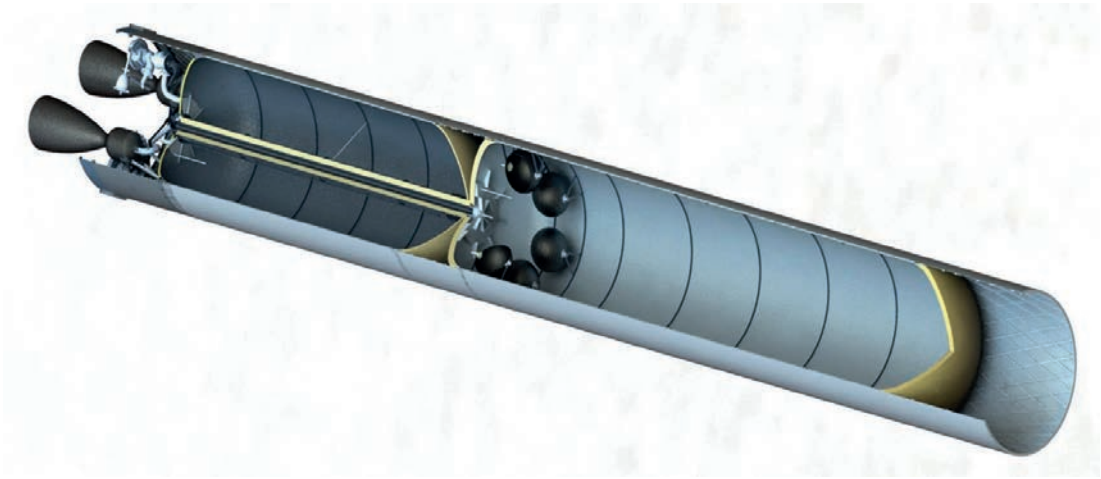
– Light-lift expendable launch vehicles are developing rapidly and have strong prospects for the future, particularly for commercial and scientific satellites where responsiveness and schedule flexibility are crucial. The customer gets a dedicated launch date and can place the satellite into its required orbit rather than having to adapt to the primary payload.

A reusable light-lift launch vehicle is not economically viable, and the main reasons are as follows:

The cost of a light-lift launch vehicle does not decrease in proportion to its size when compared to a heavy-lift launcher. The en-



Between 2031 and 2040, it is planned to carry out 52 launches, including 2 test launches without a payload and 50 missions with a payload of CARBO SPACE launch vehicles (LEO or SSO orbits)



Composite structure of the first stage of the CARBO SPACE launch vehicle

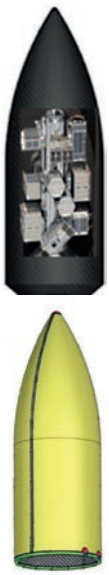
gine, flight control system, testing, launch complex and regulatory approvals are costly regardless of whether the vehicle weighs one tonne or 50 tonnes, hence the share of the payload is small.

Imagine a launch vehicle that needs to be recovered after launch. It would require additional propellant for deceleration and landing; landing systems and associated guidance and control; a heavier structure capable of withstanding re-entry; thermal protection or other re-entry measures; and additional hardware required for reuse.

Since a light-lift launch vehicle is inherently less expensive than a heavy one, the cost of recovery, inspection and refurbishment may become comparable to the cost of manufacturing a new vehicle. For a heavy-lift launch vehicle, these costs account for a relatively small share of the vehicle's total mass while for a light-lift launch vehicle the additional mass can consume a significant portion of its payload capacity.

That is precisely why reusability is particularly attractive for heavy launch vehicles with high first-stage costs. For light-lift launch vehicles, it is often more economical to use the simplest possible expendable configuration — especially in our case, since our vehicle uses filament-wound composite structures rather than machined metal structures, which offers significant benefits in terms of both labour efficiency and overall production cost.

– The heart of any rocket is its engine. Clearly, a project like this can only be viable if the engines are manufactured in Kazakhstan. But in that case, where will the





Manufacturing of the composite structure of the fairing of the CARBO SPACE launch vehicle



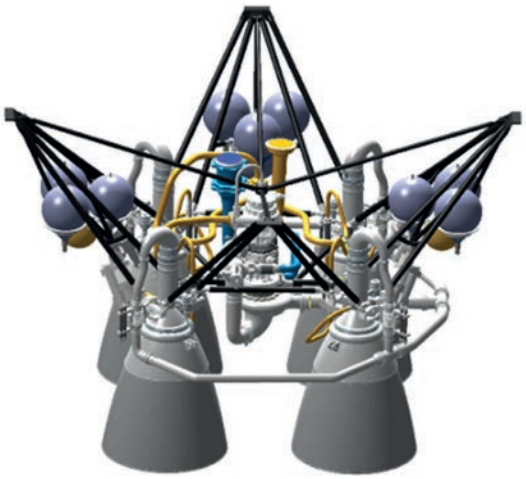
Four-chamber liquid-propellant rocket engine for the second stage, PLASMA 8.2 (8 tonnes of thrust)

standard ground hot-fire acceptance tests be conducted for each production engine manufactured in Kazakhstan?

– That is a crucial question – both economically and technically – for the future of our project. When developing the two engines – one with 56 tonnes of thrust for the first stage and another with 8 tonnes for the second – we initially relied on the manufacturing and testing capabilities of Yuzhmash; this was highly advantageous for us from both economic and logistical standpoints. However, the war in Ukraine derailed our plans, and the associated risks made it impossible for us to proceed in that direction.

Currently, for engine testing and certification, we have had to engage some of the most expensive test stands at the German Aerospace Center (DLR), at Esrange Space Center (SSC) in Sweden, and through our engineering partner Hanwha Aerospace in South Korea. Once serial production begins, each production engine will have to undergo acceptance hot-fire testing. Ideally, of course, these tests should be conducted in Kazakhstan – it would be cost-effective, logical, and ensures independence. However, given the sanctions against Russia and our joint participation in the project, conducting these tests in the near future is legally impossible; doing so would violate the law and guarantee the loss of potential European customers for satellite launches.

– What, then, is the solution for conducting engine tests in Kazakhstan? And how much would such a test facility cost for your engines?



– There is a solution. And we are working very intensively to address this issue. By 2030, we plan to ensure that our engine production is supported by our own test facility in Kazakhstan. During the Space Days in Kazakhstan in September this year, we are planning a working meeting with the National Center of Space Research and Technology and the private company Aspire. They have made progress in addressing this issue and are planning to build an international test facility in Kazakhstan for liquid rocket engines with thrust of up to 100 tonnes, which would be highly relevant and economically important for the future of our project.

Such a facility is necessary to test and qualify the two engines: the 56-tonne-thrust engine for the first stage and the 8-tonne-thrust engine for the second stage. A European-manufactured test stand of this type costs approximately USD 13–15 million on a turnkey basis and, with proper maintenance and operation, can serve for 30–40 years. If such a test stand were purchased from China, its cost would be at least half as much, and it would have a service life of at least 25 years. Personally, I am inclined toward the Chinese option.

– Yes, this project has been made public. Would you also be prepared to participate in the project or become a customer for testing services in the future?

– We are prepared to consider both options. Under the first option, we could become a co-investor and participate in the project if the investment required to support our projected 22–25 engines per year does not exceed USD 2.5–2.7 million for a rocket engine test facility rated for engines with thrust of up to 60 tonnes.

Under the second option, we could contract with the participants in the Kazakh project on commercial terms for acceptance hot-fire testing of production engines, at a rate of up to USD 35,000 per 56-tonne-thrust engine and approximately USD 25,000 per 8-tonne-thrust engine, with total orders of up to 25 engines per year (these are indicative prices based on Ukrainian and Russian engine test facilities).

– It is interesting to understand the expected order volumes and pricing. Do you see Aspire as a competitor? Can you envision working together at the same engine test facility without getting in each other's way?

– We are absolutely not competitors at all; we operate in completely different project classes. Our CARBO SPACE light-lift launch vehicle is a fast-to-market project and is intended to be a workhorse for delivering satellites to low Earth orbit. The Aspire project is in a different weight category and is a much larger-scale project, intended for missions to the ISS and other space stations, as well as for the deployment of satellite constellations.

In addition, we overlap with Aspire on a project in Germany involving the production of spacecraft mock-ups and prototypes. Therefore, creating a joint engine test facility in Kazakhstan would generate synergies, optimize the overall project and bring benefits to all participants.

– We would like to publish a technical and commercial presentation of your CARBO SPACE launch vehicle project in our magazine. Would this be possible, and if so, when?

– As soon as the final project participants have been determined and its budget has been finalized, we will be happy to accept your proposal and provide the materials for publication in an upcoming issue of your magazine. At present, a detailed project presentation for public release is not yet available. I believe that by the end of September 2026, we will be able to provide the comprehensive project presentation to your magazine in both Russian and English.

– I still have many questions, Waldemar. But let's leave them for a personal meeting. We invite you to attend the Space Days in Kazakhstan on September 7–9, 2026, where we can discuss the launch vehicle and the engine test facility. Thank you for your openness and trust. See you soon. ■

Author's Note: I believe that Kazakhstan's primary objective in space over the next 20–30 years should be the development of applied space activities that yield tangible benefits for the economy and society. Human spaceflight to space stations, the Moon or Mars is the domain of major space powers and heavy- and super-heavy-lift launch vehicles. Kazakhstan's mission is to carve out a niche in pragmatic space activities and light-lift launch vehicles and, leveraging on its own satellite manufacturing capabilities, provide orbital launch services for satellites weighing between 200 and 1,500 kg to customers worldwide. Our country will have at its disposal all the key elements of independent space capabilities – a spaceport, launch vehicles and satellites. In other words, Kazakhstan will become a full-fledged space power with independent access to space.

Kazakhstan has every historical right to pursue its own space program, aligned with its national interests. Today, space infrastructure is just as important as energy, communications and life-support systems. Space provides unique opportunities and invaluable data without which further development is impossible.

Projects such as those described in this article put our ambitious plans on a realistic footing, free us from megalomania and bring a more rational approach. May they meet with success.

Космическая тусовка.

Как прошел запуск «Союза МС-29» и о чем договорились на Земле



Оксана ТРОФИМОВА,
специальный корреспондент
на космодроме Байконур



14 июля 2026-го в 19.48 по времени Астаны с казахстанского Байконура стартовал экипаж 75-й долговременной экспедиции на Международную космическую станцию.

Всего три часа восемь минут потребовалось экипажу миссии «Союз МС-29», чтобы добраться из казахстанского Байконура до МКС. К слову, авиаперелеты с материка на материк занимают больше времени.

Между тем традиционные проводы экипажа с участием тысяч туристов, руководителей отрасли, прессы заняли едва ли не весь день. Если учесть, что столбик термометра весь день держался у отметки +40 градусов, то проводы оказались непростыми для всех участников.

Ну и само собой, полету предшествовали недели труда десятков специалистов, которые осуществляли медицинский контроль за состоянием экипажа, их осмотр в предстартовый день, вывоз ракеты-носителя на стартовую площадку, генеральные испытания всех систем корабля и многое другое.

Кто полетел

Петр Дубров – командир ТПК «Союз МС-29»

125-й космонавт России/СССР. Это его второй космический полет. Впервые полетел в космос в апреле 2021-го в качестве бортинженера №1 экипажа космического корабля «Союз МС-18» и экипажа Международной космической станции по программе МКС-64/65/66 основных космических экспедиций. Вернулся на Землю 30 марта 2022 года. Установил рекорд длительности одного космического полета по программе МКС среди россиян – 355 суток.

Анна Кикина – бортинженер ТПК «Союз МС-29»

592-й космонавт мира и 129-й космонавт СССР/России. Пятая женщина-космонавт СССР/России, шестая российская женщина, совершившая космический по-



лет. С сентября 2016 года является единственной женщиной в отряде космонавтов «Роскосмоса».

В октябре 2022 года стартовала в составе экипажа миссии SpaceX Crew-5 на американском многоразовом космическом корабле CrewDragon компании SpaceX с помощью тяжелой ракеты-носителя Falcon 9 к МКС. Участница космической экспедиции МКС-68. Стала первым российским космонавтом (по программе перекрестных полетов), совершившим полет на корабле CrewDragon.

Это ее первый полет с Байконура.

Анил Мадхаван Самойленко Менон – бортинженер ТПК «Союз МС-29»

Американский врач и астронавт NASA (23-й набор). До поступления в отряд астронавтов работал летным хирургом ВВС США и NASA, медицинским директором SpaceX. Это его первый космический полет.

Родился в семье иммигрантов. Отец Шункаран Менон – выходец из Индии, мать – Лиза Самойленко, украинка.

Предстартовые ритуалы

Тем, кто интересуется пилотируемой (и не только) космонавтикой, известны ритуалы, которые появились у участников космических полетов, начиная с первого полета Юрия Гагарина.

Например, космонавты в обязательном порядке играют в шахматы, смотрят фильм «Белое солнце пустыни» в кинозале гостиницы «Космонавт». В этой гостинице они проводят последние дни перед полетом и прямо отсюда направляются на космодром, чтобы улететь к звездам.

К слову, Анна Кикина совершила свой первый полет с американскими астронавтами в рамках программы перекрестных полетов США и РФ. И она рассказала, что просмотр знаменитого советского кино-







фильма перед полетом стал с недавних пор традицией и Космического центра имени Кеннеди (штат Флорида, США). По ее словам, традицию на другой континент принес российский космонавт Андрей Федяев, также совершивший полет в составе экипажа миссии SpaceX Crew-6 в марте 2023-го.

Одна из добрых традиций – это посадка деревьев на Аллее космонавтов рядом с той же гостиницей. Все участники миссий, впервые отправляющиеся в космос, высаживают карагач. Это неприхотливое дерево хорошо приживается в суровом климате юго-запада Казахстана. За аллеей ухаживают, устанавливают именные таблички.

Еще одна традиция – роспись на двери гостиничного номера, где космонавт проживал во время предполетного карантина. Интересно, что эти двери никогда не красят, бережно сохраняя подписи всех экспедиций.

Из гостиницы космонавты выходят под гимн российской космонавтики – песню «Трава у дома» и овации туристов. Песня Владимира Мигули на стихи Анатолия Поперечного, впервые прозвучавшая в 1982 году, была посвящена Дню космонавтики.

Перед появлением экипажа выходит один из космических священников местного православного храма Георгия Победоносца. Они традиционно благословляют космические экспедиции и всех присутствующих.

Лишь затем выходят родственники космонавтов, которые приехали попрощаться и понаблюдать за стартом корабля.

И в последнюю очередь выходят два экипажа – основной и дублирующий. Космонавты рассаживаются по разным автобусам. В первом отправляются на космодром – основной состав, во втором – дублеры.

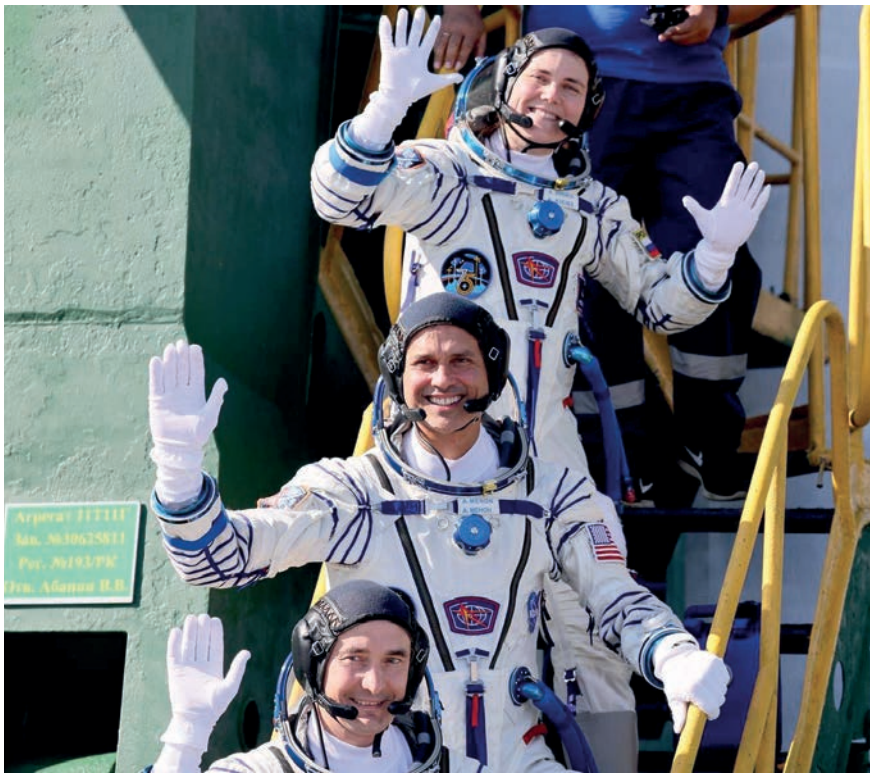
На кузов автобусов наносят эмблемы текущей миссии, а окна защищены от ультрафиолета и микробов.

Из гостиницы космонавты отправились на 254-ю площадку, где проводится



финальная подготовка экипажей к полету на орбиту. Здесь они надевают скафандры, проходят медицинский осмотр, проверяют ложементы, отлитые точно по контурам их тел, проверяют, насколько им комфортно.

Затем экипаж доложил Государственной комиссии о своей полной готовности к старту. Текст такого доклада традиционно короткий: «Товарищ председатель Государственной комиссии! Экипаж к полету готов!»



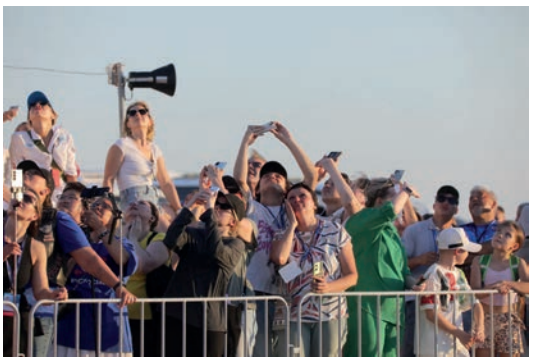
Переговоры на полях запуска

В июле 2026-го состоялся и первый визит астронавта Джареда Айзекмана на старейший космодром планеты. Приезд Айзекмана СМИ также назвали первым визитом руководителя NASA за последние восемь лет. Напомним, предыдущий визит главы американского космического агентства, Джима Бриденстайна, на Бай-









конур состоялся в октябре 2018-го во время запуска «Союза МС-10».

Айзекман был среди провожающих – и у гостиницы «Космонавт», и на 254-й площадке Байконура. Конечно, в первую очередь он провожал на орбиту астронавта NASA Анила Менона, с женой которого Анной он сам летал в космос в 2024 году в рамках частной миссии Polaris Dawn на корабле CrewDragon компании SpaceX.

Издание The Washington Times в публикации от 14 июля отметило, что пуск российско-американской миссии и визит Айзекмана «свидетельствуют о продолжающемся сотрудничестве на орбите между Москвой и Вашингтоном, несмотря на напряженность, вызванную военными действиями России в Украине».

Очевидно, что кроме проводов на орбиту российско-американской миссии в программу визита Джареда Айзекмана входили встречи с представителями Роскосмоса и казахстанскими чиновниками, представляющими отрасль.

Главными темами переговоров с делегацией Роскосмоса, которую возглавлял генеральный директор госкорпорации Дмитрий Баканов, стали перспективы перекрестных полетов и судьба МКС.

NASA и «Роскосмос» договорились о сохранении практики взаимного обмена местами на кораблях (Seat-swap

agreement). Благодаря этому американские астронавты продолжат летать на российских «Союзах», а российские космонавты – на американских кораблях.

Чиновники России и США подтвердили совместное намерение продолжать эксплуатацию Международной космической станции и обеспечивать ее работу. Ранее Россия называла 2028-й годом окончания одного из самых дорогих космических проектов человечества. Однако во время июльской встречи на Байконуре стороны утвердили совместную программу, согласно которой станция полностью завершит полеты в конце 2030 года, после чего начнется двухлетний процесс ее контролируемого сведения с орбиты. Главная цель продления – обеспечить непрерывное присутствие человека на низкой околоземной орбите. Затем Штаты планируют плавно перейти к эксплуатации коммерческих станций, а Россия запустить новую национальную станцию.

Джаред Айзекман встретился также с делегацией Министерства искусственного интеллекта и цифрового развития во главе с министром Жасланом Мадиевым. По официальной информации казахстанского ведомства, на встрече обсуждались «перспективы реализации совместных проектов в области космической науки, астрофизики, спутниковых технологий и дистанционного зондирования Земли».

Главным итогом переговоров на Байконуре стала договоренность между Казахстаном и NASA о разработке практической дорожной карты для расширения космического сотрудничества. В карту планируется включить сотрудничество в сфере фундаментальной космической науки и астрофизики, проекты по развитию спутниковых технологий и совместному дистанционному зондированию Земли; стимулирование коммерческого сотрудничества и запуск совместных бизнес-проектов в космической отрасли. ■

Informburo.kz





Космонавты Петр Дубров, Анна Кикина, Анил Менон, улетевшие на МКС 14 июля, проведут в космосе 261 сутки. По расчетам, их возвращение на Землю запланировано на первое апреля.

В их программе 38 научных экспериментов, включая медико-биологические и биотехнологические исследования, тестирование человекоподобного робота «Теледроид», сбор данных о солнечной активности для прогнозирования геомагнитных бурь.

Запланированы два выхода в открытый космос, которые выполнят россияне Петр Дубров и Анна Кикина.

От «Зенита» к «Союзу-5»: как изменился правый фланг Байконура

От монтажного корпуса и транспортировки ракеты до подземного командного пункта. Что увидели корреспонденты на правом фланге Байконура.

Оксана ТРОФИМОВА,
специальный корреспондент
на космодроме Байконур



Долгожданный пилотный пуск «Союза-5/Сункара» 30 апреля 2026-го

Проект «Байтерек» на Байконуре ждал своего первого пуска больше двух десятилетий. Идея создания российско-казахстанского ракетно-космического комплекса появилась еще в 2004-м. Решение скрепили подписями президенты двух стран. Однако от замыслов до реального старта прошло немало лет. За это время менялись ракеты, технические решения и планы. Вначале на Байконуре собирались запускать российскую «Ангару», затем в проекте появился украинский «Зенит», но в итоге выбор остановили на российской ракете «Союз-5».

Первый и долгожданный пилотный пуск «Союза-5/Сункара» состоялся 30 апреля 2026 года. Для Казахстана это стало не просто пуском очередной ракеты

с собственного космодрома. Впервые за много лет на Байконуре заработал комплекс, который создавался уже в условиях нового распределения ответственности между двумя странами.

«Байтерек» разместился на правом фланге космодрома – участке, который долгое время был связан со знаменитой советской ракетой «Зенит». Именно отсюда в советские годы стартовали носители этого семейства. После распада СССР площадка оставалась частью арендованного Россией Байконура, но в 2018 году Россия вывела правый фланг из состава арендуемой территории и передала его Казахстану.

Все площадки правого фланга специалисты давно окрестили «космодромом в космодроме». В этом плане ничего не изменилось и после модернизации всей инфраструктуры под «Союз-5». Территория по-прежнему включает монтажно-испытательный цех, железнодорожное полотно с установщиком, площадку с двумя пусковыми установками и общим подземным командным пунктом, хранилища компонентов топлива и другую наземную инфраструктуру.

Разумеется, сохранилась и полная автоматизация все процессов и операций при запуске ракеты-носителя, которая сразу получила название «безлюдный старт».

После этого площадку предстояло фактически заново приспособить к новой ракете. Россия в рамках проекта занималась созданием носителя «Союз-5», а казахстанская сторона – модернизацией и переоборудованием стартового комплекса под эту ракету. Так старый советский старт «Зенитов» постепенно превратился в площадку для нового российско-казахстанского проекта.

Сегодня за реализацию проекта «Байтерек» с казахстанской стороны отвечает **Айдын Аимбетов** – руководитель совместного казахстанско-российского предприятия. Именно его команда выполнила финальную стадию многолетнего проекта: подготовку модернизированной площадки к запуску новой ракеты и переход от строительства комплекса к его практической эксплуатации.



Вход в командный пункт 45-й площадки

Для Аимбетова этот проект имеет и личное измерение. В прошлом он сам летал в космос с Байконура, а теперь участвует в реализации нового этапа его ракетной инфраструктуры уже в качестве руководителя проекта.

Ракета-носитель «Союз-5» – ракета среднего класса может выводить на опорную орбиту до 17 тонн полезного груза. Предназначена для запусков автоматических космических аппаратов на различные орбиты, в том числе с использованием разгонных блоков:

- низкую околоземную;
- солнечно-синхронную;
- высокоэллиптическую;
- геопереходную;
- геостационарную.

В ракете использованы надежные решения, она отличается высоким уровнем экологической безопасности за счёт использования экологически чистых компонентов ракетного топлива.

«Союз-5» изготовлен на самарском РКЦ «Прогресс», это часть обязательств России в рамках совместного проекта. Казахстан в свою очередь инвестировал в модернизацию наземной инфраструктуры и подготовил специалистов для обслуживания новой РН.



В МИКе КРК «Байтерек»

Особенность стартового комплекса «Союза-5» – автоматический режим операций по подготовке и пуску. Это позволяет минимизировать время нахождения ракеты на старте и увеличить точность соблюдения заданного времени запуска.

Первую и вторую ступени РН «Союз-5», а также головную часть доставили в монтажно-испытательный комплекс (МИК) на КРК «Зенит» еще в середине ноября 2025-го. Ракету везли из Самары на казахстанский космодром 1500 км на спецпоезде.

Начальник группы эксплуатации стартового и технического комплекса **Ахан Алимов** рассказал, что казахстанцы занимались монтажом ракеты, а испытания в МИКе проводили самарские специалисты, приехавшие на космодром вместе с «Союзом-5».

«Испытывали ракету в основном на пневматику, и еще электроиспытания проводили. То есть мы подавали воздух и азот под давлением, а представители «Прогресса» проверяли ракету на герметичность и прочность всех ее частей», – отметил Ахан Алимов.

Ракета пробыла в сборочно-испытательном комплексе до марта 2026-го, пока перепроверяли все системы РН «Союза-5». Все это время здесь поддерживался высокий уровень чистоты – ISO 8. При таком уровне персонал ходил в спецобуви и спецодежде.

В конце марта РН «Союз-5/Сункар» отправили на стартовую площадку. Для этого ее прямо в МИКе уложили на транспортно-установочный агрегат, который предназначен для транспортировки РКН с технического комплекса на стартовый. Агрегат использовался также и для вертикализации ракеты на старте.

Специалисты рассказали, что разрешенная скорость транспортировки раке-



Перевозка «Союз-5/Сункар» на стартовую площадку

ты-носителя на прямых участках была – до пяти км в час, на сложных – до трех км в час. Таким образом расстояние до стартовой площадки в пять километров им удалось преодолеть с ракетой примерно за два часа.

Начальник группы подъемно-транспортного оборудования **Ринат Ахметжанов** обратил внимание на особенности сложнейшего оборудования, которое использовалось для транспортировки.

«Все операции транспортно-установочного агрегата автоматизированы. Это целая стартовая система, которая помимо того, что транспортирует и устанавливает, еще и удерживает нагрузки в отличие от аналогов, работающих, например, на «Протонах» или пилотируемых «Союзах». Мы все трое суток (пока ракета готовится к старту – Ред.) должны стоять и удерживать РН. Помимо этого, через транспортно-установочный агрегат проходят трубопроводы для подачи термостативного воздуха с заданными параметрами, которые заказчик предоставил, – по влажности, чистоте, температуре».

Такой воздух используется для защиты бортовой аппаратуры и полезной нагрузки от перегрева или переохлаждения.

Не все со стартом проходило гладко, как хотелось бы. Новенькому «Союзу» пришлось провести больше месяца на нулевой отметке.

«В конце марта мы отвезли «Союз-5/Сункар» и условно в первых числах апреля должны были пустить ракету. Но то из-за отказа железа, то из-за сбоев в работе датчиков мы постоянно отходили назад в операциях, нам приходилось всю цепочку операций повторять снова и снова. Это же первая независимая, полностью импортозамещенная ракета для России, некоторые датчики были совершенно новые, не проверялись ранее на отказоу-



Вертикализация ракеты произошла 27 марта, более чем за месяц до пуска

стойчивость», – сообщил начальник Центра эксплуатации КРК «Зенит М» **Азамат Сайкенов**.

Он пояснил также, что благодаря тому, что все оборудование, задействованное на старте, было автоматизированным, удалось со всеми испытаниями справиться за месяц. На аналоговом оборудовании тот же объем работ проводился бы не меньше полугода.

Представитель «Байтерека» рассказал, что специалисты и со стороны России, и со стороны Казахстана имеют большой опыт работы в отрасли. Так, сам Азамат Сайкенов почти 10 лет проработал в пилотируемой космонавтике, за его плечами – более 50 пусков с Гагаринского старта и с 31-й площадки. До начала 2022 года он непосредственно участвовал в кампаниях по запуску космических аппаратов OneWeb. Один такой пуск выводил на орбиту 36 аппаратов стоимостью 80 млн долларов общим весом семь тонн. Для сравнения спикер напомнил, сейчас «Союз-5» может за те же самые деньги пустить 17 тонн на околоземную орбиту.

Кроме того, в настоящее время казахстанские специалисты участвуют в пусках «Протонов» с Байконура.

«Это все делается, с одной стороны, для уменьшения стоимости обслуживания ракеты, мы хотим быть конкурентоспособными на рынке, с другой, участие в пусках разных ракет расширяет набор компетенций наших сотрудников. Мы хотим популяризировать космос, чтобы в Казахстане было больше космонавтики».

«Практически мы здесь жили месяц перед стартом. Домой заезжал разве что за чистой одеждой и привести себя в порядок. Мы все чувствовали ответственность за проект, важность этого события, поэтому никто не жаловался. Нам уже почти никто не верил, что мы запустим носитель, но это все-таки произошло», – рассказал начальник группы эксплуатации стар-

тового и технического комплекса Ахан Алимов, который был в числе нескольких сотен казахстанцев и россиян, участвовавших в пилотном запуске в апреле 2026-го.

Он показал пусковую установку на 45-й площадке и провел в подземный командный пункт, который является главным мозговым центром подготовки и осуществления стартов РН. Ранее он обеспечивал пуски ракет серии «Зенит», отсюда управляли и стартом новой ракеты «Союз-5». В процессе подготовки к приему новой ракеты в комплексе старые пульты советских времен и аналоговые системы контроля «Зенита» в КП полностью демонтировали, затем оснастили цифровыми рабочими местами с жидкокристаллическими дисплеями высокой четкости.

Прошло почти четыре месяца со времени удачного дебюта РК «Союз-5». Сейчас в КРК «Байтерек» развернута плановая работа по анализу результатов прошедшего старта и подготовке к будущим пускам.

Впереди еще два испытательных пуска, прежде чем ракета-носитель станет участником мирового рынка коммерческих пусковых услуг. Предполагается, что второй испытательный пуск нового «Союза» состоится в 2027 году. ■

Informburo.kz

Крайний пуск «Зенита» с 45-й площадки произошел в декабре 2017 года. Первый пуск РН «Союз-5» с этой же площадки – 30 апреля 2026-го. Первая и вторая ступени отработали штатно, макет ракеты был выведен на расчетную траекторию с последующим падением в заранее закрытом для судоходства и авиации районе в акватории Тихого океана. Разработчики сразу назвали ее носителем с самым мощным жидкостным ракетным двигателем среди существующих решений.



Транспортно-установочный агрегат





Love of the stars as a family trait

or A scalable network of ground-based optical telescopes in Kazakhstan for comprehensive monitoring and analysis of space objects using advanced technologies and international cooperation

When we gaze at the night sky, it is easy to imagine that the most important discoveries are taking place far away–at NASA and ESA facilities or at the world's great observatories.

Yet Kazakhstan has long been part of the international astronomy community. Its scientists study galaxies, monitor potentially hazardous asteroids, collaborate with leading research centers around the world, and are preparing to build Kazakhstan's first orbital telescope for cislunar space.

We sat down with Chingis Omarov, director of the V. G. Fesenkov Astrophysical Institute (FAI), to discuss the past, present, and future of astrophysics in Kazakhstan.

– Chingis Tukenovich, what led you to pursue a career in science? How did it all begin? Your father was a prominent Soviet astronomer who served as director of the Fesenkov Astrophysical Institute. How did he shape your development as a scientist?

– By the time I began my scientific career, my father was no longer director of the institute. He headed the stellar dynamics laboratory.

My father certainly influenced me, but he never pushed me toward a particular profession. He did not pressure me or any of his other children to go into astrophysics–or any other field. We were free to choose our own paths. There were five children in our family, and each of us made an independent choice: one became a biologist, another a lawyer, another an architect. My sister Gulnara, like my father and me, chose astronomy.

My father ran a major research institute. In 1960, for example, he led the expedition that searched for a site for the future Assy-Turgen Observatory. Construction began in the mid-1970s, by which time he was director of the institute. Of course, I grew up watching his projects take shape.

The Soviet Union was a closed country that time, so few foreign visitors came. Astrophysicists were an exception: our field has always been international. My parents would take me along to meet them.

In 1981, the distinguished Soviet astrophysicist Viktor Ambartsumian visited us. I remember my parents arranging for me to be excused from school so I could meet him.

I was also born here, in the community of scientists beside the observatory. Growing up in that environment had a powerful effect on me.

In 1994, I graduated with honors from the Faculty of Applied Mathematics and Mechanics of the Al-Farabi Kazakh National University, specializing in Mechan-



ics. We were very fortunate in our teaching professors. To earn the highest grade was very hard, you might walk into an exam in mathematical analysis at nine in the morning and not leave until nine at night. Answering one exam question was not enough: it was necessary to answer a much larger number of questions and be able to solve various tasks.

After graduation, I was assigned to the Astrophysical Institute. In 1999, under the supervision of Professor Yevgeny Malkov, I defended my Candidate of Sciences dissertation in stellar dynamics.

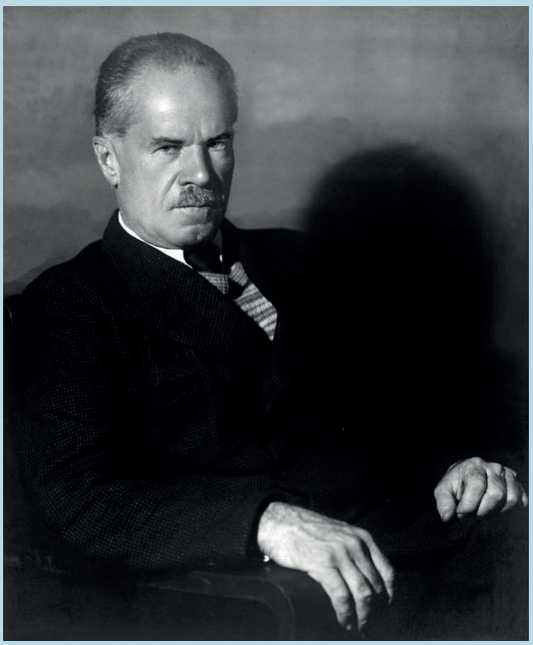
Several other scientists also played an important role in my career. One was Professor Emmanuil Vilkovisky, an outstanding researcher known well beyond Kazakhstan. He introduced me to scientists at the Astronomisches Rechen-Institut at Heidelberg University, including Professor Rainer Spurzem, an internationally renowned astrophysicist. We still collaborate closely today.

– What are the key milestones in the Astrophysical Institute's history? How has its role changed over time?

– The history of astronomy and astrophysics in Kazakhstan dates to 1941. Astronomers and astrophysicists from across the Soviet Union had been preparing to observe a solar eclipse in Almaty on September 21, 1941. By then, the Second World War was in its first months, but the expedition had been organized before the war began. Despite the circumstances, it went ahead under the leadership of Vasily Fesenkov, director of the Sternberg Astronomical Institute at Moscow State University.

The astrophysicists who came for the expedition decided to stay and continue their work. Kazakhstan's scientific infrastructure was taking shape during those years.

In 1946, a decision was made to establish the Institute of Astronomy and Physics. It was renamed the Astrophysical Institute in 1950 and, on the centennial of Fesenkov's



Vasily Grigoryevich Fesenkov (1889–1972) was a Soviet astronomer and one of the founding figures of astrophysics. He became a full member of the USSR Academy of Sciences in 1935 and of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR in 1946.

In 1911 he graduated from Kharkov University and continued his studies at the Sorbonne (France), where he defended his doctoral dissertation in 1914.

Fesenkov was one of the founders and director of the Russian Astronomical Institute (1923–1930), and later the P.K. Sternberg Astronomical Institute (1936–1939).

He founded the Astrophysical Institute in Almaty, which now bears his name, and an observatory on the Kamenskoye Plateau. At various times, he headed the Astronomical Council of the USSR Academy of Sciences and the Committee on Meteorites of the USSR Academy of Sciences.

To publish the results of his astronomical research, Fesenkov founded the Astronomical Journal in 1924, and remained its editor-in-chief until 1964. The journal received worldwide recognition.

A crater on the Moon and a minor planet (2286 Fesenkov) are named in Fesenkov's honor.

birth, was named in his honor. The Institute of Nuclear Physics later became a separate institution.

FAI initially focused entirely on observational astrophysics. Thanks to Fesenkov, the institute received its first meniscus telescope–the instrument used in 1969 to discover Comet 67P/Churyumov–Gerasimenko. The comet later became the target of ESA's Rosetta mission: the spacecraft was launched in 2004, and its lander touched down on the comet in 2014. It was a landmark experiment that allowed scientists to study a comet directly from its surface and gather evidence about the origins of the Solar System.

During the Soviet period, scientists from different observatories could travel to one another's facilities to conduct observations, and researchers came to us as well. By the standards of the time, FAI was exceptionally well equipped.

Beginning in the late 1950s, the institute also developed a theoretical research program in stellar dynamics.

In 1957, the world's first artificial satellite was launched from Baikonur. From then on, the institute began studying near-Earth space, primarily with a wide-field meniscus telescope.

Building a new observatory was one of the defining milestones in our history. By the late 1950s, it was clear that the Kamenskoye Plateau Observatory was too close to the city; light pollution was interfering with observations. A search began for a new site with favorable observing conditions and high atmospheric transparency.

In 1960, a group of young scientists led by my father–then a junior research fellow–traveled toward the Assy-Turgen Plateau. They ultimately selected the site where one of the region's finest observa-

tories now stands, known far beyond Kazakhstan.

Construction of the Assy-Turgen Observatory began in the late 1970s. The Astronomical Council of the USSR Academy of Sciences approved three instruments–a 1-meter, a 1.5-meter, and a 2.6-meter telescope–making the necessary funding possible.

Institute archives show that Tuken Bigaliyevich Omarov presented the proposal to the Astronomical Council of the USSR Academy of Sciences, which supported the purchase and installation of all three telescopes. Funding was allocated for a German 1-meter Carl Zeiss telescope, a 1.5-meter LOMO telescope from the Leningrad Optical-Mechanical Association, and a Soviet-built 2.6-meter telescope.

Tuken Omarov was able to build and commission the 1-meter Carl Zeiss telescope and begin construction of the 1.5-meter instrument. The next director completed part of it, but economic and organizational difficulties left the telescope unfinished until 2017.

For years, there was no clear path to completing it. Fortunately, our engineers, led by Maksim Krugov, inspected the one-of-a-kind mirror and found that it had not deteriorated after three decades. They cleaned it, installed new electronics, and upgraded the mechanical systems. In fact, Maxim Krugov and his colleagues have made a significant contribution to the modernization and equipping of optical equipment and their automation in recent years.

In recent years, space-sector projects have significantly strengthened the Assy-Turgen Observatory's infrastructure. These projects support the development of Kazakhstan's space situational awareness system, including observations of satellites and near-Earth objects–asteroids and comets–that could pose a threat to Earth.

FAI is a member of several international organizations, including the International Asteroid Warning Network, which operates under United Nations auspices (www.iawn.net). We stay in regular contact with observatories around the world that participate in the network.



Space Situational Awareness (SSA) encompasses the technologies, systems, and services used to detect, track, and analyze objects and events in Earth's orbital environment.

It includes monitoring active satellites, space debris, and potential collision hazards, as well as forecasting space weather that could affect satellite operations.

SSA traditionally combines data from optical telescopes, radar systems, and space-based sensors. Orbital mechanics and mathematical filtering methods are then used to calculate object trajectories.

In 2022, using the 1.5-meter telescope, we successfully observed the controlled impact of a spacecraft on the Didymos–Dimorphos binary asteroid system. The experiment was designed to test whether an impact could change a celestial body's orbit.

We collected data that were later published, and the NASA team that organized the experiment rated our observations very highly.

Computational astrophysics and stellar dynamics are also developing rapidly through international collaboration. We have one of Kazakhstan's most capable supercomputers, which we use to model the evolution of stellar systems and the universe. At the end of the year, a Chinese grant will allow us to acquire a new computing system that will rank among the country's most powerful supercomputers for scientific research.



– What kinds of scientific problems do supercomputers help you solve?

– Many different kinds. Observational astrophysics relies on them first and foremost for data storage, processing, and analysis. They are also essential in theoretical astrophysics. We are not simply running abstract calculations; we build models grounded in observations of star clusters, active galactic nuclei, and the distribution of dark matter.

Just as important, we tackle these problems with colleagues in China, Germany, Ukraine, Russia, and the United States. Last year, we signed an agreement with Dali University's Institute of Astronomy and Informatics in China to establish a joint laboratory for computational technologies. The National Astronomical Observatories of China will also participate.

When FAI was founded, the older generation of scientists could do their work with a pen, a pencil, and paper. That is no longer enough. Today's problems are far more complex; they require large-scale parallel computing and massive data storage. Supercomputers provide both.

At the Assy-Turgen Observatory, we can generate as much as one terabyte of data in a single night. That is why today's researchers need to know how to work with big data, machine learning, and artificial intelligence.

– In Kazakhstan, R&D receives a great deal of attention, while basic science is discussed much less often. How is FAI funded? Is government support through program-based and grant funding adequate?

– If you listened only to some critics, you would think the situation was dire–that there is no science and nothing is happening. In fact, for the past four years Kazakhstan has had legislation supporting fundamental research, under which the institute receives guaranteed, recurring funding. It is particularly important that the country's science and technology policy identifies fields that require sustained government support, including astronomy and astrophysics. This also influenced the influx of young people into our Institute.

We have now received this funding for four years. Few people realize that many countries do not explicitly name astronomy and astrophysics in their laws. Continued funding, however, must be justified by results–and we deliver them.

– FAI maintains broad international partnerships. What projects are you pursuing with foreign partners, and what makes the institute attractive to them?

– To build meaningful scientific partnerships abroad, our researchers need to publish in respected journals indexed in Scopus and Web of Science.

Scientific journals are grouped into four quartiles, Q1 through Q4. FAI researchers publish extensively in Q1 and Q2 journals, the categories associated with the highest citation impact. On those measures, we rank among the top ten research institutes in Kazakhstan. Taking into account all quartiles, we are among the 12-13 leading scientific institutions of the republic.

The Assy-Turgen Observatory also benefits from an excellent geographic location and exceptional observing conditions. Our observatories help close the longitude coverage gap between research facilities in Europe and the Americas, which is vital for uninterrupted, round-the-clock observations. That makes our facility uniquely valuable to international researchers.

– Which international collaborations are most important to you?

– We have many projects in space situational awareness, including observations of near-Earth space and asteroids. We also have several agreements in computational astrophysics and stellar dynamics.

Last year, we established the Silk Road Alliance for Astronomical Research and Education at Dali University. Its founding members represent ten countries in Asia and Europe: China, Germany, South Korea, Kazakhstan, the Netherlands, Uzbekistan, Indonesia, Cambodia, the United Kingdom, and Austria. I serve as the alliance's vice president. The platform was created to advance joint space research, supercomputing, and the training of specialists.

This year's alliance conference was held in Tashkent; next year's will be in Azerbaijan.

Our early-career scientists receive many research grants. Through those grants, the institute collaborates with colleagues in Spain, Germany, China, Ukraine, Russia, and the United States.

For example, prominent Ukrainian astrophysicists have worked with us for many years. Professor Peter Berczik and I worked together in Germany 25 years ago. He is now at the Nicolaus Copernicus Astronomical



Center in Warsaw, while Marina Ishchenko works at the Main Astronomical Observatory in Kyiv. Over the past five years, they have visited us three or four times.

– There are two opposing views. Some argue that ground-based astronomy still has enormous untapped potential; others say the future lies in space telescopes. Where do you stand?

– Last year, the Vera C. Rubin Observatory in Chile released its first scientific images.

Its imaging system is remarkable. Each night, the observatory detects anywhere from several hundred to several thousand new ob-



jects. This ground-based telescope produces enormous volumes of data that astronomers will be working through for decades.

I would not frame this as a choice between ground-based and space-based telescopes. The two complement each other. Space telescopes observe the universe free from the distortions of Earth's atmosphere, while ground-based facilities remain indispensable because they can be built and operated on a much larger scale and offer broader access to observing time.

– I also want to ask about the universities and research centers abroad where you had the opportunity to study and work. What was the academic environment like, and what made those institutions strong?

– After graduating University, I had the opportunity to work at Lyndon B. Johnson Space Center, NASA in Houston. I joined the Operations Planning and Cargo Integration Office n for the International Space Station program. In the early 1990s, negotiations over the station were underway and involved many countries. The key discussions were between Russia and the United States because Russia had extensive experience operating orbital space stations.

That experience sparked an interest not only in astronomy and astrophysics, but also in space science. These fields are inseparable. It was my first direct involvement in the space sector.

In 1998, I attended the International Space University's Space Studies Program, which is held in a different country each year. My session took place in Cleveland, Ohio.

Perhaps the most important stage in my career came in 2001, when I worked at Astronomisches Rechen-Institut of Heidelberg University. Under Professor Rainer Spurzem, I modeled the central regions of active galactic nuclei, studying interactions between stars and accretion disks and the behavior of matter near black holes.

That experience showed me that astronomy depends on international collaboration. No single institute has enough capacity to carry out major research on its own. International cooperation has to be a priority.

Astronomy has never belonged to any one nation, because the universe does not recognize national borders. Scientists work across borders: they exchange ideas, build international research communities and schools of thought, and we contribute to those efforts as well.

– FAI and the Ghalam joint venture are developing Kazakhstan's first orbital telescope, a project that has generated enormous interest. Do we have the resources, expertise, and technology to succeed? Are you confident that we can?

– Before we began, we assessed whether FAI's team had the capabilities the project would require. In recent years, we have learned to operate modern robotic telescopes and, through our collaboration with the Almaty company Astrotechpribor, gained experience in optical instrumentation.

We now have hands-on experience across the full chain–from designing and building a telescope to collecting, analyzing, and interpreting its data.

Kazakhstan is also home to Ghalam, a Kazakh-French space company. Its special-

ists work at the spacecraft assembly and testing complex in Astana, which can build satellites weighing up to six metric tons and perform testing, assembly, and integration.

The next step is to take on projects of a much larger scale. Drawing on our experience designing, testing, and operating satellites in near-Earth orbit, we proposed a telescope for cislunar space. That represents a move to a significantly higher level of technological complexity.

This is effectively deep-space engineering. The Earth–Moon–spacecraft system is a restricted three-body problem, with extremely complex questions of orbital design, radiation tolerance, thermal control, and transit through Earth's radiation belts. It is a major scientific and technological challenge for the space sector.

The Moon is becoming one of the primary destinations for space exploration, and every country has an opportunity to reach the lunar or cislunar environment and build the necessary expertise.

If we let that opportunity pass now, it will be difficult to catch up 10 or 20 years from now. The telescope will have several missions, including observing flashes produced when meteoroid-stream particles strike the lunar surface. Because the Moon has no atmosphere, we want to build a statistical record of those impacts. The work is especially timely because the United States and China plan to build lunar stations by 2030.

We also plan to monitor asteroids that are difficult to detect from Earth. Many approach from the direction of the Sun and are therefore picked up relatively late by ground-based systems.

Another mission is Space Traffic Management. Projections suggest that by 2030 there could be several launches to the Moon every day. Elon Musk, for example, has spoken of something close to routine transportation between Earth and the Moon. Yet SpaceX is only one participant; NASA, India, China, Russia, and others also have lunar programs. Managing that traffic is already becoming a serious issue.



Space Traffic Management is already a major concern in near-Earth space, and it will become equally important around the Moon. As activity in cislunar space increases, debris will accumulate there as well.

With no atmosphere to burn it up, that debris will persist. Knowing the location of objects on and around the Moon will be essential to preventing collisions.

We are currently in the project's first phase, defining the spacecraft architecture and technical requirements. The spacecraft will carry a 20-centimeter telescope and a 10-centimeter-aperture imaging camera.

We plan to begin the next phase–the engineering-model phase–in 2027. We will translate the conceptual design into an engineering model and conduct ground testing. The space center outside Astana has nearly everything we need, including thermal-vacuum chambers and vibration test stands.

With stable funding, we expect to be ready to advance to the project's subsequent stage by 2032.

This is both a formidable challenge and an ambitious goal. Our institute already has a network of ground-based observatories, decades of experience, and vast data archives. We expect a space-based compo-



nent to join that infrastructure in the near future.

We are not setting out to build another Hubble. This is not a 1-, 2-, or 3-meter telescope; it is a spacecraft with a 20-centimeter aperture. The aperture is the diameter of the primary mirror, and a telescope of this size collects roughly 800 times as much light as the human eye. Even so, its scientific objectives matter not only to our institute, but to astronomy as a whole.

– FAI is a significant and highly capable part of Kazakhstan's space sector, and you clearly have your own vision for its future. What would you recommend, and what should the sector prioritize now?

– I would like astrophysics to remain one of the country's scientific priorities, as it is today.

I appreciate the fact that the entire sector supports Kazakhstan's orbital telescope project. No one is standing in our way; people are helping us. I am impressed by this kind of support and attitude of the aerospace industry leaders towards astronomy.

We certainly need more specialists. Just compare the size of NASA's workforce with that of our Aerospace Committee. More than five thousand people work at the Lyndon B. Johnson Space Center in Houston alone, where I once worked, while our Aerospace Committee has only a few dozen. I would like the committee to grow into a major space organization, because it is difficult to develop an entire industry through such a small body.

We have talented younger professionals with enormous potential. They are about 15 years younger than I am, yet many have already spent decades in the sector and have built substantial expertise. They can accomplish a great deal. Kazakhstan has Baikonur, an assembly and testing complex, space infrastructure, satellites, and research institutions.

We also need a launch vehicle of our own. Several organizations in Kazakhstan have been developing rocket technologies for years.

Launching satellites on someone else's rockets is extremely expensive, so we need our own. Building that capability will require many engineers and technical specialists. This is part of Kazakhstan's future: new expertise and new relationships with international partners.

A domestically developed launch vehicle would also have commercial potential, allowing Kazakhstan to earn revenue from launch services.

Rockets have been launched from Kazakhstan for nearly 70 years, so the associated launch operations are well established. We understand conditions on the ground and in the airspace, and we know the drop zones for spent stages. We should make use of those advantages.

Kazakhstan has no direct access to the sea. That is certainly a disadvantage. But we do have a gateway to the sky–one that has operated for decades, has been proven in practice, and has real commercial value.

We have many of the necessary pieces, but not yet a complete end-to-end capability, from project design through satellite launch. Several links in the chain are still missing, and we need to create them.



– We are seeing some troubling trends in public attitudes: rejection of scientific achievements, superstition, and at times outright anti-scientific thinking. How do you view these developments? How do you respond to them?

– Calmly. I am used to it by now. Arguing in such cases is usually pointless; for some people, personal convictions carry more weight than scientific knowledge.

In my view, the deeper problem is the quality of education and a lack of critical-thinking skills. In a secular society, personal religious beliefs should be kept separate from questions that can be tested through scientific methods.

I also value the fact that Kazakhstan's Constitution defines the country as a secular state.

On the positive side, new universities with engineering programs are opening in Kazakhstan, and leading universities from around the world are establishing branch campuses here. That is a major step forward.

Engineering and basic science rest on experiment and verifiable evidence. Society needs to place greater value on high-quality education and learn from successful practices in developed countries.

Family upbringing matters as well. What often stopped me from making a rash decision was the thought that my mother and father would not approve. Parents, I believe, have an enormous influence.

– Finally, could you say a few words about the magazine you are speaking with today?

– Your magazine has been in print for 15 years. That longevity speaks to its stability: it consistently publishes engaging material while maintaining a recognizable editorial style and visual identity. You also have a strong editorial board.

Space Research and Technology keeps readers informed about developments in Kazakhstan's space sector and around the world.

It combines interviews with strong analytical reporting. It is always valuable to hear experts explain where the field is headed.

Your analysis is grounded in facts rather than speculation. Readers can quote and cite the magazine with confidence because it gives a platform to authoritative experts. I consider it the leading publication on space research and technology in Central Asia today. ■

Любовь к звездам как семейная черта,

или Масштабируемая сеть наземных оптических телескопов Казахстана для комплексного мониторинга и анализа космических объектов с использованием передовых технологий и международного взаимодействия



Когда мы смотрим на звездное небо, кажется, что самые важные открытия совершаются где-то очень далеко – на площадках NASA, ESA или в крупнейших мировых обсерваториях.

Между тем Казахстан уже давно является частью глобального астрономического сообщества. Наши ученые исследуют галактики, наблюдают за потенциально опасными астероидами, работают с крупнейшими научными центрами мира и готовятся к созданию первого казахстанского орбитального окололунного телескопа.

О прошлом, настоящем и будущем отечественной астрофизики мы поговорили с директором Астрофизического института имени В. Г. Фесенкова Чингисом Омаровым.

– Чингис Тукенович, как вы пришли в науку? С чего все началось? Ваш отец был известным советским астрономом, директором Астрофизического института. Расскажите о его роли в вашем становлении как ученого.

– Когда я пришел в науку, мой отец уже не был директором института. Он руководил лабораторией звездной динамики.

Отец, безусловно, повлиял на меня, но не навязывал выбор профессии. Ни меня, ни других детей он не заставлял идти в астрофизику или выбирать какую-либо другую специальность. Мы были свободны в выборе. В семье нас было пятеро, и каждый определился самостоятельно: кто-то стал биологом, кто-то юристом, кто-то архитектором. Моя сестра Гульнара, как отец и я, выбрала астрономию.

Отец руководил большим научным институтом. Он, к слову, возглавлял экспедицию по поиску места для будущей обсерватории Ассы-Тургень в 1960 году. Ее строительство началось в середине 1970-х, когда он уже был директором института. Я, конечно, наблюдал за проектами отца.

В те годы СССР был закрытой страной, поэтому иностранцев приезжало немного. Однако ученые-астрофизики приезжали: наша наука всегда была открыта миру. Родители брали меня с собой на такие встречи.

В 1981 году сюда приезжал Виктор Амбарцумян – выдающийся советский астрофизик. Помню, как родители отпро-



Василий Григорьевич Фесенков (1889–1972) – советский астроном, один из основоположников астрофизики, академик АН СССР (1935), академик АН КазССР (1946).

В 1911 году окончил Харьковский университет, продолжил обучение в Сорбонне (Франция), где в 1914 году защитил докторскую диссертацию.

Фесенков был одним из создателей и директором Российского астрономического института (1923–1930), позднее – Астрономического института им. П. К. Штернберга (1936–1939).

Он основал Астрофизический институт в Алматы, который сейчас носит его имя, и обсерваторию на Каменском плато. В разное время руководил Астрономическим советом АН СССР и Комитетом по метеоритам АН СССР.

Для публикации результатов астрономических исследований Фесенков в 1924 году основал «Астрономический журнал», ответственным редактором которого оставался до 1964 года. Журнал получил мировое признание.

В честь Фесенкова названы кратер на Луне и малая планета (2286) Фесенков.

сили меня с занятий в школе, чтобы я мог познакомиться с ним.

Кроме того, я родился здесь, в городке ученых рядом с обсерваторией. Эта среда оказала на меня сильное влияние.

В 1994 году я с отличием окончил факультет прикладной математики и механики КазНУ имени Аль-Фараби по специальности «Механика». Нам очень повезло с преподавателями. Чтобы получить пятерку, надо было в девять утра зайти на экзамен, например по математическому анализу, и выйти в девять вечера. Одного ответа на экзаменационный билет было недостаточно: требовалось ответить еще на множество вопросов и уметь решать разные задачи.

По окончании университета по распределению я попал в Астрофизический институт. Под руководством профессора Евгения Александровича Малкова в 1999 году я защитил кандидатскую диссертацию по звездной динамике.

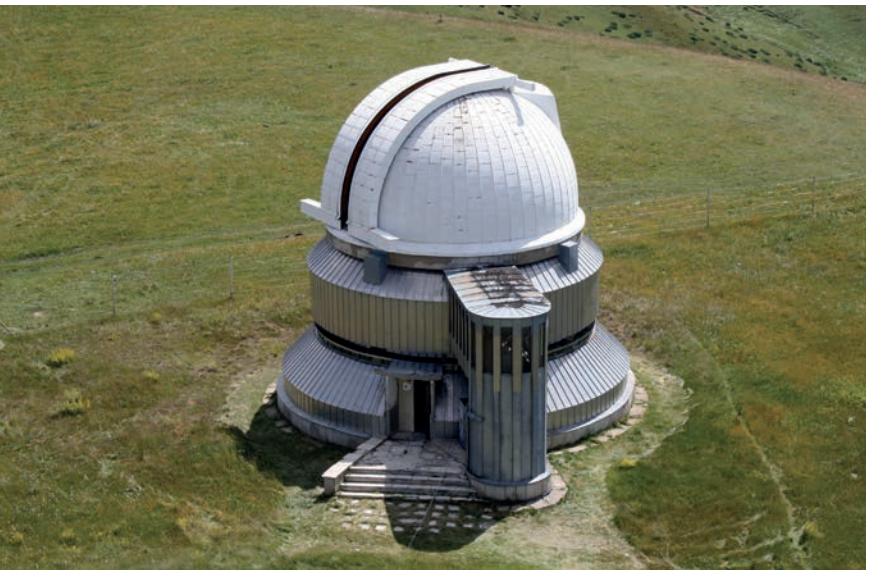
Большое влияние на меня как будущего ученого оказали и другие ученые. Среди них – профессор Эммануил Вильковиский, выдающийся астрофизик, известный далеко за пределами Казахстана. Он познакомил меня с учеными Астрономического вычислительного института Гейдельбергского университета (Германия). В их числе – профессор Райнер Шпурцем, ученый мирового уровня. Мы до сих пор активно сотрудничаем.

– Назовите основные вехи истории Астрофизического института. Как его роль и значение менялись со временем?

– История астрономии и астрофизики в Казахстане началась в 1941 году. Астрономы и астрофизики Советского Союза готовились наблюдать солнечное затмение, которое можно было увидеть в Алма-Ате 21 сентября 1941 года. Это были первые месяцы Великой Отечественной войны, но экспедицию подготовили еще до ее начала. Несмотря на тяжелое время, она состоялась под руководством Василия Фесенкова, директора Астрономического института имени Штернберга МГУ.

Приехавшие астрофизики решили остаться здесь и продолжить исследования. В эти годы формировалась научная инфраструктура Казахстана.

В 1946 году было принято решение о создании Института астрономии и физики. В 1950 году он стал называться Астрофизическим, а к 100-летию Фесенкова ин-



ституту присвоили имя ученого. Кстати, впоследствии из него выделился еще Институт ядерной физики.

Вначале АФИФ занимался исключительно наблюдательной астрофизикой. Благодаря Фесенкову сюда привезли первый менисковый телескоп, на котором в 1969 году открыли комету 67P/Чурюмова – Герасименко. Она стала целью миссии ESA «Розетта»: аппарат запустили к комете в 2004 году, а в 2014 году посадочный модуль совершил посадку на ее поверхность. Это был уникальный эксперимент, позволивший исследовать комету непосредственно с поверхности и получить данные о происхождении Солнечной системы.

Во времена Советского Союза ученые разных обсерваторий могли приезжать друг к другу для проведения наблюдений, и к нам тоже приезжали исследователи. По меркам того времени АФИФ был очень хорошо оснащен.

Денисюк Э., Омаров Т., я, Амбарцумян и др. Ассы, 1981



С конца 1950-х годов параллельно начало развиваться теоретическое направление – звездная динамика.

В 1957 году с Байконура запустили первый искусственный спутник Земли. С этого времени институт приступил к исследованию околоземного пространства, главным образом с помощью широкоугольного менискового телескопа.

Одной из главных вех в истории нашего института стало строительство новой обсерватории. В конце 1950-х годов стало очевидно, что обсерватория на Каменском плато расположена слишком близко к городу: городская засветка мешала наблюдениям. Поэтому начались поиски нового места с учетом астроклимата и прозрачности воздуха.

В 1960 году группа молодых ученых во главе с моим отцом, который тогда был младшим научным сотрудником, отправилась в сторону плато Ассы-Тургень. В результате они выбрали место, где сегодня находится одна из лучших обсерваторий, известная далеко за пределами Казахстана.

В конце 1970-х годов началось строительство обсерватории Ассы-Тургень. Астрономический совет Академии наук СССР одобрил установку трех телескопов – метрового, полутораметрового и 2,6-метрового, что позволило получить необходимое финансирование.

Из архивных документов института следует, что Тукен Бигалиевич Омаров выступал на Астрономическом совете Академии наук СССР, который поддержал приобретение и установку трех телескопов. Средства выделили на метровый немецкий телескоп Carl Zeiss, полутораметровый телескоп LOMO (Ленинградского оптико-механического объединения) и 2,6-метровый телескоп советского производства.

Тукену Омарову удалось построить и ввести в эксплуатацию метровый телескоп

Carl Zeiss, а также приступить к строительству полутораметрового. Следующий директор частично завершил его строительство, однако из-за экономических и организационных проблем телескоп оставался в таком состоянии до 2017 года.

Долгое время не удавалось решить, как завершить проект. К счастью, наши инженеры во главе с Максимом Круговым обследовали уникальное зеркало и установили, что за 30 лет оно не испортилось. Специалисты очистили его, установили новую электронику и модернизировали механику. Большой вклад в модернизацию и оснащение оптическими средствами и их автоматизацией за последние годы сделан Максимом Круговым и его коллегами.

Сегодня в космической отрасли появились проекты, которые существенно повлияли на развитие инфраструктуры обсерватории Ассы-Тургень. Они связаны с созданием и развитием в Казахстане системы космической ситуационной осведомленности: наблюдением за спутниками и объектами, сближающимися с Землей, – астероидами и кометами, потенциально опасными для планеты.

АФИФ входит в ряд международных организаций, в том числе в Сеть по предупреждению астероидной опасности под эгидой ООН (www.iawn.net). Мы постоянно поддерживаем связь со всеми обсерваториями мира, входящими в эту структуру.

В 2022 году мы впервые провели на полутораметровом телескопе успешные наблюдения в рамках эксперимента по контролируемому столкновению космического аппарата с системой астероидов Дидим – Диморфос. Целью эксперимента была проверка гипотезы о том, может ли столкновение изменить орбиту небесного тела.

Мы получили данные, которые впоследствии были опубликованы. Команда NASA, организовавшая эксперимент, очень высоко оценила результаты наших наблюдений.



Космическая ситуационная осведомленность (Space Situational Awareness, SSA) – это комплекс технологий, систем и услуг для обнаружения, отслеживания и анализа объектов и явлений в орбитальной среде Земли.

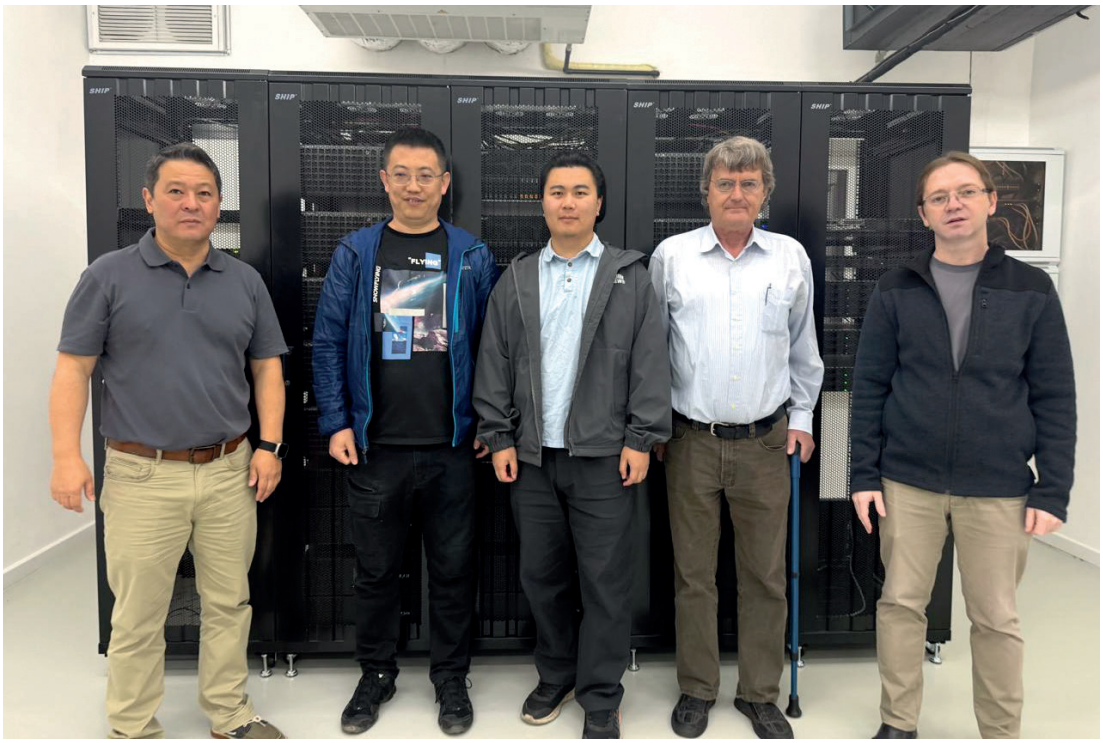
Она включает мониторинг действующих спутников, космического мусора и потенциальных рисков столкновений, а также прогнозирование явлений космической погоды, которые могут повлиять на работу спутников.

Традиционно SSA опирается на данные оптических телескопов, радиолокационных комплексов и космических сенсоров, а для расчета траекторий объектов использует методы орбитальной механики и математической фильтрации.

Сегодня в сотрудничестве с другими странами успешно развиваются вычислительная астрофизика и звездная динамика. У нас один из лучших суперкомпьютеров: на нем мы моделируем эволюцию звездных систем и Вселенной. В конце года за счет китайского гранта получим новый суперкомпьютер, который станет одним из лучших в Казахстане для научных исследований.

– Какие задачи решают суперкомпьютеры?

– Самые разные. В первую очередь суперкомпьютер необходим наблюдательной астрофизике для хранения, обработки



Вместе с коллегами из Национальной астрономической обсерватории Китая (проф. Li Shou и постдок. Kai Wu и профессор Rainer Spurzem) и доктором Денисом Юриным у суперкомпьютера в АФИФ

и анализа данных. Он также используется для решения задач теоретической астрофизики. Мы не занимаемся абстрактными расчетами, а строим модели на основе наблюдений за звездными скоплениями, активными ядрами галактик и распределением темной материи.

Важно, что эти задачи мы решаем вместе с коллегами из Китая, Германии, Украины, России и США. В прошлом году мы заключили соглашение с Институтом астрономии и информатики Далийского университета (КНР) о создании совместной лаборатории вычислительных технологий. К проекту также присоединится Национальная астрономическая обсерватория Китая.

На заре АФИФ ученым старшего поколения для работы были нужны ручка, карандаш и бумага. Сегодня этого недостаточно: задачи стали сложнее, требуют масштабных параллельных вычислений и больших хранилищ данных. Все это обеспечивают суперкомпьютеры.

В обсерватории Ассы-Тургень мы можем за ночь сгенерировать до одного терабайта данных. Поэтому сегодня необходимо уметь работать с большими данными, машинным обучением и искусственным интеллектом.

– В Казахстане много говорят о поддержке НИОКР и мало – о фундаментальной науке. Как обстоят дела с финансированием АФИФ? Достаточна ли государственная поддержка в рамках программно-целевого и грантового финансирования?

– Если судить по словам некоторых критиков, ситуация плачевная: якобы науки нет и ничего не происходит. Но уже четвертый год в Казахстане действует закон о поддержке фундаментальных научных исследований, в рамках которого институт получает гарантированное регулярное финансирование. Особенно важно, что в законе о научно-технологической политике перечислены направления, которым необходима постоянная поддержка государства, и среди них есть астрономия и астрофизика. Это также повлияло на приток молодежи в наш Институт.

Такое финансирование мы получаем уже четвертый год. Мало кто знает, что далеко не в каждой стране астрономия и астрофизика прямо упоминаются в зако-

не. При этом право на финансирование необходимо подтверждать результатами – и мы их показываем.

– АФИФ ведет широкое международное сотрудничество. Какие проекты вы реализуете совместно с зарубежными партнерами? Чем институт интересен иностранным коллегам?

– Чтобы развивать научное сотрудничество с зарубежными партнерами, наши сотрудники должны публиковаться в авторитетных изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science.

Научные журналы распределяются по квартилям Q1, Q2, Q3 и Q4. У ученых Астрофизического института много публикаций в журналах Q1 и Q2, то есть в изданиях с высокой цитируемостью. По этим показателям среди научных институтов Казахстана мы входим в десятку лучших. Если же учитывать все квартили, то занимаем место среди 12–13 ведущих научных учреждений республики.

Кроме того, обсерватория Ассы-Тургень имеет отличное географическое положение и уникальный астроклимат. Наши обсерватории заполняют долготно-временной разрыв между научной инфраструктурой Европы и Америки, что очень важно для непрерывных наблюдений в режиме 24/7. В этом отношении наша обсерватория уникальна для ученых разных стран.

– Какие проекты наиболее важны для вас в сфере международной кооперации?

– У нас много проектов в области космической ситуационной осведомленности: наблюдений за околоземным пространством и астероидами. Есть несколько соглашений по вычислительной астрофизике и звездной динамике.

В прошлом году в Далийском университете мы создали Альянс астрономических исследований и образования Шелкового пути. Его учредителями стали десять государств Азии и Европы: Китай, Германия, Южная Корея, Казахстан, Нидерланды, Узбекистан, Индонезия, Камбоджа, Великобритания и Австрия. Я являюсь вице-президентом альянса. Эта научная платформа создана для развития совместных космических исследований, суперкомпьютерных вычислений и подготовки кадров.



С Чарльзом Болденом, главой NASA

В этом году конференция альянса прошла в Ташкенте, в следующем году она состоится в Азербайджане.

Наши молодые ученые получают много грантов на свои проекты. В рамках этих грантов институт сотрудничает с коллегами из Испании, Германии, Китая, Украины, России и США.

Например, известные украинские астрофизики много лет работают с нами. С профессором Петром Берчиком мы работали в Германии 25 лет назад. Сегодня он работает в Варшаве, в Центре Коперника, а Марина Ищенко – в Главной астрономической обсерватории в Киеве. За последние пять лет они приезжали к нам три-четыре раза.

– Существуют две крайние точки зрения. Одни считают, что возможности наземной телескопии еще не исчер-



Омаров Т. выступает в АФИФ по строительству Обсерватории в Ассах 70-ые годы

паны, другие говорят, что телескопы пора запускать в космос. А как считаете вы?

– В прошлом году были опубликованы первые научные изображения, полученные обсерваторией имени Веры Рубин в Чили.

Там установлено уникальное приемное оборудование. Каждую ночь обсерватория обнаруживает от нескольких сотен до нескольких тысяч новых объектов. Этот наземный телескоп генерирует огромные объемы данных, с которыми астрономическому сообществу предстоит работать еще десятилетия.

Поэтому я не противопоставлял бы наземные и орбитальные телескопы: они дополняют друг друга. Космические телескопы позволяют наблюдать Вселенную без помех земной атмосферы, а наземные остаются незаменимыми благодаря масштабу и доступности наблюдений.

– Не могу не спросить о зарубежных университетах и научных центрах, где вам довелось стажироваться. Какова там атмосфера, чем они сильны?

– По окончании университета я попал в Космический центр имени Линдона Джонсона NASA в Хьюстоне. Я работал в отделе операционного планирования и грузовой интеграции по проекту МКС. Тогда, в начале 1990-х годов, шли переговоры о запуске станции, в которых участвовали многие страны. Ключевые переговоры велись между Россией и США, поскольку у России был большой опыт эксплуатации орбитальных космических станций.

Именно тогда у меня возник интерес не только к астрономии и астрофизике, но и к космической науке: эти области неразрывно связаны. Это было мое первое непосредственное соприкосновение с космосом.

В 1998 году я обучался в Международном космическом университете. Он ежегодно проводит образовательную программу Space Studies Program в разных странах мира. В моем случае она проходила в Кливленде, штат Огайо, США.

Пожалуй, самым важным этапом стала моя работа в 2001 году в Астрономическом вычислительном институте Гейдельбергского университета. Там под руководством профессора Райнера Шпурцема я занимался моделированием центральных областей активных ядер галактик – взаимодействием звезд с аккреционными дисками и поведением вещества вблизи черных дыр.

Этот опыт помог мне понять, что без международного сотрудничества в астрономии не обойтись. Невозможно проводить серьезные исследования силами одного института: его потенциала недостаточно. Международное сотрудничество должно быть приоритетом.

Астрономия никогда не принадлежала одной стране, потому что Вселенная не делится на страны. Для ученых нет границ: они общаются, создают международные научные школы, в работе которых участвуем и мы.

– АФИФ совместно с СП «Галам» работает над созданием первого казахстанского орбитального телескопа. Эта тема вызывает самый живой интерес. Сможем ли мы решить поставленную задачу с точки зрения ресурсов, компетенций и технологий? Верите ли вы в успех?

– Перед началом проекта мы оценили, располагает ли коллектив АФИФ необходимыми компетенциями. За последние годы мы освоили работу с современными роботизированными телескопами, а в сотрудничестве с алматинской компанией «Астротехприбор» приобрели опыт в оптическом приборостроении.

Мы получили практический опыт и освоили весь цикл – от создания телескопа до получения, анализа и интерпретации данных.

Кроме того, работает казахстанско-французская космическая компания «Галам». Ее специалисты задействованы на сборочно-испытательном комплексе в Астане, который позволяет создавать спутники массой до 6 тонн, а также проводить их тестирование, сборку и интеграцию.

Самое важное – перейти к крупным проектам. Мы предложили создать окололунный телескоп, опираясь на опыт разработки, тестирования и эксплуатации спутников на околоземных орбитах. Это переход к более сложному технологическому уровню.

Это фактически дальний космос. Система «Земля – Луна – спутник» представляет собой ограниченную задачу трех тел. Здесь возникают сложнейшие вопросы, связанные с орбитами, радиационной стойкостью, терморегулированием и прохождением радиационных поясов Земли. Это серьезный научно-технологический вызов для космической отрасли.

Естественный спутник Земли становится одной из главных целей, и у всех есть шанс выйти к Луне или в окололунное пространство и получить необходимые компетенции.

Если мы сейчас упустим этот шанс, то через 10–20 лет наверстывать будет сложно. Телескоп должен решать несколько задач, в том числе наблюдать столкновения частиц метеороидных потоков с поверхностью Луны. Поскольку там нет атмосферы, мы хотим изучать статистику таких столкновений. Это особенно актуально с учетом того, что к 2030 году США и Китай планируют строить свои лунные станции.



Мы также ставим задачу наблюдать астероиды, которые трудно обнаружить с Земли, поскольку многие из них приближаются со стороны Солнца и поэтому поздно попадают в поле зрения наземных систем.

Еще одна задача – Space Traffic Management. К 2030 году прогнозируют по несколько запусков к Луне в день. Илон Маск, например, говорит едва ли не о регулярном сообщении между Землей и Луной. Но помимо SpaceX есть программы NASA, Индии, Китая, России и других участников. Уже сегодня управление таким трафиком становится серьезной проблемой.

Space Traffic Management – одна из важнейших задач для околоземного пространства, и она становится актуальной для Луны. По мере роста трафика в окололунном пространстве также будет накапливаться космический мусор.

Поскольку атмосферы там нет, мусор не сгорает. Поэтому важно знать, где находятся объекты на Луне и вокруг нее, чтобы предотвращать столкновения.

Сейчас мы находимся на первом этапе проекта: разрабатываем архитектуру и технические требования к космическому аппарату, который будет включать



20-сантиметровый телескоп и 10-сантиметровую камеру для наблюдений.

Следующий этап – создание инженерной модели – мы планируем начать в 2027 году. Необходимо реализовать в ней концептуальные решения и провести наземные испытания. Для этого в космическом центре под Астаной есть практически все необходимое: термовакуумные камеры и вибрационные стенды.

При стабильном финансировании к 2032 году мы рассчитываем перейти к следующей стадии проекта.

Это одновременно серьезный вызов и амбициозная цель. Наш институт располагает сетью наземных наблюдательных обсерваторий, большим опытом и огромными массивами данных. Мы ожидаем, что вскоре инфраструктура института дополнится космическим сегментом.

Мы не ставим перед собой задачу построить аналог «Хаббла». Речь идет не о метровом, двух- или трехметровом телескопе, а об аппарате с апертурой 20 сантиметров. Апертура – это диаметр главного зеркала; такой телескоп собирает примерно в 800 раз больше света, чем человеческий глаз. При этом перед ним стоят задачи, актуальные не только для нашего института, но и для всей астрономии.

– АФИФ – значимая и компетентная часть космической отрасли Казахстана. Очевидно, у вас есть свое видение ее развития. Что бы вы порекомендовали отрасли, какие задачи для нее сейчас наиболее приоритетны?

– Я хотел бы, чтобы астрофизика и дальше оставалась в числе научных приоритетов государства, как это происходит сегодня.

Мне нравится, что проект по созданию казахстанского орбитального телескопа поддерживает вся отрасль: нам не препятствуют, а помогают. Мне импонируют такая поддержка и такое отношение руководителей аэрокосмической отрасли к астрономии.

Конечно, нам не хватает специалистов. Достаточно сравнить NASA и наш Аэрокосмический комитет по численности кадров. В одном только Космическом центре имени Линдона Джонсона в Хьюстоне, где я когда-то стажировался, работают более пяти тысяч специалистов, а в нашем Аэрокосмическом комитете – несколько десятков. Хотелось бы, чтобы комитет превратился в крупную космическую организацию, потому что отрасль сложно развивать силами небольшой структуры.

У нас работают молодые люди с большим потенциалом. Они примерно на 15 лет моложе меня, но уже не один десяток лет трудятся в отрасли и обладают необходимыми компетенциями. Эти специалисты могут сделать очень многое. У нас есть Байконур, сборочно-испытательный комплекс, космическая инфраструктура, спутники и научные организации.

Нам также нужна собственная ракета-носитель. В Казахстане есть организации, которые уже не первый год осваивают ракетные технологии.

Запускать спутники на чужих ракетах очень дорого, поэтому нам нужны собственные носители. Развитие ракетных технологий потребует множества инженеров и специалистов. Это будущее Казахстана: новые компетенции и новые отношения с зарубежными партнерами.

Собственная ракета-носитель имеет и

коммерческий потенциал: мы сможем зарабатывать на запусках.

С казахстанской земли ракеты запускают почти 70 лет, и соответствующие процессы хорошо отработаны. Мы знаем наземную и воздушную обстановку, знаем районы падения ступеней. Эти возможности необходимо использовать.

У Казахстана нет прямого выхода к морю. Это, безусловно, минус. Зато у нас есть выход в небо – проверенный, коммерчески привлекательный и работающий уже много лет.

У нас есть многое, но пока нет полного цикла – от разработки проекта до запуска спутника. В этой цепочке недостает отдельных звеньев, и их необходимо создавать.

– Мы наблюдаем достаточно тревожные тенденции в настроениях общества: отрицание научных достижений, суеверия, порой дело доходит до мракобесия. Как вы относитесь к этим проявлениям? Как реагируете?

– Спокойно: я давно к этому привык. Спорить в таких случаях, как правило, бесполезно. Для некоторых людей убеждения оказываются важнее научного знания.

Проблема, на мой взгляд, прежде всего связана с качеством образования и недостатком навыков критического мышления. В светском обществе важно отделять личные религиозные убеждения от вопросов, которые проверяются научными методами.

И для меня важно, что Конституция Казахстана закрепляет светский характер государства.

Из положительных изменений я бы отметил, что в Казахстане открываются новые университеты с инженерными направлениями, а ведущие мировые вузы создают свои филиалы. Это большой плюс.

Инженерные специальности и фундаментальная наука опираются на эксперимент и проверяемые данные. Обществу необходимо уделять больше внимания



качественному образованию и ориентироваться на успешные практики развитых стран.

Многое зависит и от воспитания в семье. Меня от опрометчивых поступков всегда удерживала мысль о том, что папа и мама этого не одобрили бы. Поэтому, думаю, от родителей зависит очень многое.

– Скажите, пожалуйста, несколько слов об издании, которому вы даете интервью.

– Ваше издание существует уже 15 лет. Это говорит о его устойчивости: журнал регулярно публикует интересные материалы, сохраняет узнаваемые стиль и дизайн. У вас сильный редакционный совет.

Со страниц журнала «Космические исследования и технологии» мы узнаем о том, что происходит в космической отрасли Казахстана и в мире.

В журнале есть интервью и сильная аналитика. Всегда интересно узнавать мнения экспертов о том, в каком направлении мы движемся.

Ваша аналитика основана на фактах, а не на догадках. Журнал можно цитировать и ссылаться на него, потому что здесь публикуются авторитетные эксперты. Я считаю, что сегодня это журнал номер один по космическим исследованиям и технологиям в Центральной Азии. ■

Научное наследие и вклад академика Умирзака Султангазина

в развитие математической науки и космических исследований



Умирзак Махмутович Султангазин – выдающийся казахстанский ученый-математик, талантливый педагог, организатор науки и общественный деятель, чье имя неразрывно связано с развитием фундаментальной математики и становлением космических исследований в Казахстане.

Президент Академии наук Казахской ССР (1988–1991) и затем – Национальной академии наук Казахстана (1991–1994), основатель и первый директор Института космических исследований (1991–2005), он принадлежал к числу ученых, способных видеть перспективы науки значительно шире рамок собственной специальности. Его научная и организационная деятельность пришлась на переломный период истории страны, когда требовалось не только сохранять сложившиеся научные школы, но и создавать новые направления, отвечающие задачам независимого Казахстана.

Умирзак Султангазин родился 4 октября 1936 года в ауле Кара-Оба Урицкого района Кустанайской области. В 1953 году он поступил на физико-математический факультет Казахского государственного университета им. С. Кирова, который в 1958 году окончил с отличием по специальности «математика». Уже в студенческие годы проявился его интерес к научной работе. После окончания университета он был рекомендован на преподавательскую деятельность в родном вузе, где прошел путь от ассистента кафедры до профессора и члена-корреспондента Академии наук Казахской ССР. Важным этапом становления стала работа в Сибирском отделении Академии наук СССР, где он находился в научной среде крупнейших математиков страны и сотрудничал с Г. И. Марчуком, С.К. Годуновым, М. М. Лаврентьевым, С.Л. Соболевым и другими выдающимися учеными.

В 1966 году Султангазин защитил кандидатскую диссертацию и в 36 лет стал доктором физико-математических наук. В 1974 году ему было присвоено звание профессора, в 1975 году он был избран академиком Академии наук Казахской ССР. С 1978 по 1989 год Умирзак Махмутович возглавлял Институт математики и механики АН КазССР. В 1985 году был избран академиком-секретарем Отделения физико-математических наук, в 1986 году – вице-президентом Академии наук, а с 1988 года возглавил Академию наук Казахстана. В 1996–1998 годах он работал

первым заместителем министра науки – вице-президентом Академии наук Республики Казахстан.

Вклад в развитие математической науки

Главное место в научном наследии академика занимает кинетическая теория переноса и математическая теория переноса излучения. Умирзак Султангазин является создателем и признанным руководителем казахстанской научной школы в этой области. Его исследования были посвящены сложным интегро-дифференциальным уравнениям математической физики, дискретным моделям уравнения Больцмана, развитию численных методов и обоснованию эффективных подходов к решению кинетических задач. Одним из важных результатов стало теоретическое обоснование метода сферических гармоник для решения кинетического уравнения. Разработанные подходы использовались при расчете реакторов, в задачах атмосферной оптики, моделировании процессов переноса и других прикладных направлениях.

Научные результаты деятельности Султангазина получили высокую оценку профессионального сообщества. За цикл работ в области математической теории переноса ему присудили Государственную премию СССР в 1987 году. Коллективная монография «Математические проблемы кинетической теории переноса» была удостоена премии Академии наук СССР и Чехословацкой академии наук в области естественных наук в 1989 году. Монография Умирзака Султангазина «Дискретные нелинейные модели уравнения Больцмана», изданная в Алма-Ате в 1985 году, была переведена на английский язык и получила широкое признание специалистов. Ученый неоднократно выступал на международных форумах, читал лекции и выполнял совместные исследования в научных центрах и университетах США, Франции, Японии, Германии, Польши, Чехословакии.



Бюро Президиума АН КазССР
Академики: Султангазин У. М., Околович В. Н., Абдуллин А. А., Абдильдин Ж. М., Сагадиев К. А.

Султангазин уделял особое внимание подготовке научных кадров. Он разработал и читал в Казахском государственном университете уникальные курсы по вычислительной математике, вариационным методам математической физики, методу конечных элементов, оптимизации и математическим проблемам теории переноса излучения.

Умирзак Махмутович был активным сторонником обучения на казахском языке. В соавторстве он подготовил учебное пособие «Краткая теория численных методов» в двух томах. Для него научная



Академики: Кошанов А. К., Журинов М. Ж., Саганов А. С., Султангазин У. М., Сагадиев К. А., Околович В. Н.


Во время визита в Институт Куранта, Нью-Йорк


Мусабаев Т. А., Султангазин У. М., Даукеев С. Ж., Павлодар

школа подразумевала не только развитие определенного направления, но и передачу исследовательской культуры, высоких стандартов и ответственности перед обществом.

Как ученый широкого профиля Султангазин стремился к практическому применению математических методов. Под его руководством проводились исследования по математическому моделированию процессов теплопереноса, экологических и экономических систем, разрабатывались методы оптимального распределения водных ресурсов. Одним из результатов стала автоматизированная система моделирования и анализа загрязнения атмосферы Алматы «ТОПАЗ». Он последовательно развивал идею соединения фундаментальной математики с прикладными задачами, важными для страны, включая экологию, природопользование и космический мониторинг.

Создание Института космических исследований и становление космической науки Казахстана

Особая страница в деятельности академика связана с формированием космических исследований в Казахстане. В 1991 году в соответствии с постановлением Кабинета министров КазССР от 12 августа 1991 года № 470 был создан Институт космических исследований. Его основателем и первым директором стал Умирзак Махмутович. Основной целью нового учреждения было объединение научного потенциала страны для формирования и реализации национальных космических программ.

На момент создания Института космических исследований в республике практически не существовало специалистов с опытом работы в сфере космического мониторинга, приема, обработки и дешифрирования спутниковых изображений. Именно под руководством академика был создан междисциплинарный научный коллектив, объединивший физиков, математиков, программистов, ин-



Н. А. Назарбаев
с учеными МН-АН
Республики Казахстан

женеров. Именно этот коллектив стал основой для становления в стране научной школы дистанционного зондирования Земли и развития технологий космического мониторинга.

Под руководством Умирзака Султангазина были сформированы фундаментальные и прикладные научные направления, охватывающие теоретические проблемы дистанционного зондирования Земли, космического мониторинга, математического моделирования экологических процессов, разработки математических моделей и методов решения задач устойчивого развития территорий, а также космического материаловедения.

Одной из ключевых задач института стало создание научных основ использования космической информации в интересах государства. В этот период были разработаны методологические подходы к обработке и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли, организации комплексного космического мониторинга природных и техногенных объектов, а также заложены научные и технологические основы, которые впоследствии легли в основу формирования национальной системы космического мониторинга территории Республики Казахстан.

Академик Султангазин выступил одним из ключевых инициаторов формирования национальных программ космических исследований Казахстана и являлся их научным руководителем. Под его руководством разрабатывались программы научных исследований и космических экспериментов, выполнявшихся на борту орбитального комплекса «Мир» и Международной космической станции. С полетом Токтара Аубакирова в 1991 году была связана целевая комплексная научная программа «Казахстан-Космос», а для полетов Талгата Мусабаева были сформированы программы «Полет-М» (1994), «Полет-М2» (1998) и программа 2001 года.

Султангазин объединил для этой работы научный потенциал страны: в подготовке космических экспериментов участвовали ученые более двадцати научно-исследовательских институтов и вузов Казахстана. В программы вошли физико-технические и геофизические исследова-



Научно-практическая конференция в НАН РК после полета Мусабаева Т. А.

ния, природно-ресурсный мониторинг, космическая биотехнология и биомедицина, информационное обеспечение.

Историческое значение этих программ заключалось не только в выполнении отдельных экспериментов в условиях космического полета. По инициативе и под научным руководством академика была создана система взаимодействия ученых различных специальностей, а результаты исследований стали основой для формирования в Казахстане новых направлений – космического материаловедения и приборостроения, космического геофизического и природно-ресурсного мониторинга на основе дистанционного зондирования Земли из космоса, космической биотехнологии и биомедицины. Тем самым, пилотируемые космические программы стали важным этапом становления собственной научной базы космической отрасли страны. Начатые исследования впоследствии продолжили ученики и последователи академика.

Другим принципиально важным направлением, развивавшимся по инициативе и под научным руководством Умирзака Султангазина, стало практическое применение технологий дистанционного зондирования Земли. Академик рассматривал спутниковую информацию не только как источник фундаментальных знаний, но прежде всего как инструмент решения конкретных социально-экономических задач. В Институте космических исследований были заложены научные и методические основы космического мониторинга сельскохозяйственных территорий, разработанные технологии использовались при выполнении многолетних работ в интересах Министерства сельского хозяйства.

По линии Министерства сельского хозяйства с использованием спутниковых данных осуществлялись оценка площадей посевов яровых культур и паровых полей, контроль сроков сева и уборки, анализ состояния и засоренности зерновых посевов, а также прогноз валового сбора зерна. Работы охватывали основные зерносеющие регионы страны – Акмолинскую, Костанайскую, Северо-Казахстанскую, Карагандинскую и Павлодарскую области.

Наземные наблюдения использовались для калибровки спутниковых показателей, а результаты предоставлялись в форме картосхем посевов, состояния культур и прогнозов урожайности. Таким образом, сформированное под руководством Султангазина направление космического мониторинга получило широкое практическое применение в информационном обеспечении сельскохозяйственного производства Казахстана.

Организатор науки и президент Академии наук

В своих выступлениях и обращениях ученый подчеркивал необходимость создания собственного спутника, подготовки казахстанских космонавтов, развития национальной системы космического мониторинга и подготовки высококвалифицированных специалистов для космической отрасли. Он считал, что дальнейшее развитие космического потенциала невозможно без устойчивой научной школы, современных исследовательских инсти-



Космонавт Леонов А. и У. М. Султангазин во время Конгресса космонавтов в Алматы, 2001 год в зале заседания Президиума НАН РК



1-ряд: академик Козыбаев М. К., народный писатель Нурпеисов А., академик Зиманов С. З., академик Балмуханов С. Б., 2-ряд: проф. Ушпаев К., академик Сагадиев К. А., академик Султангазин У. М., академик Ормантаев К. С.

тутов и системной подготовки кадров. Многие из сформулированных им приоритетов сохраняют актуальность и в настоящее время.

Не менее значима деятельность Султангазина как руководителя Академии наук Казахстана. Период его президентства пришелся на годы глубоких общественно-политических и экономических преобразований. Понимая необходимость реформирования науки, он одновременно стремился сохранить созданный десятилетиями научный потенциал, поддержать ведущие научные коллективы и развивать новые направления. При нем расширялись международные связи Академии наук, создавались региональные отделения и новые институты, укреплялась связь фундаментальных исследований с задачами экономики и образования.

Султангазин последовательно выступал за приоритет фундаментальной науки. Он подчеркивал, что без этого невозможно долгосрочное развитие государства, талантливые молодые специалисты должны получать возможность реализовать свои идеи внутри страны. В интервью и выступлениях он говорил о необходимости доверия ученым, поддержки исследовательских коллективов и создания условий, при которых молодые специалисты становились бы центрами развития новых технологических направлений.

Масштаб личности ученого отражен и в его общественной деятельности. Умирзак Султангазин был членом Совета президентов Академий наук СНГ, председателем Федерации космонавтики Республики Казахстан, председателем Национального комитета математиков Республики Казахстан. Он избирался депутатом Верховного Совета КазССР и народным депутатом СССР, был председателем Фонда мира КазССР и Комитета по Государственным премиям в области науки и техники Казахстана. Его деятельность сочетала научную принципиальность, государственное мышление и стремление сохранять международный авторитет казахстанской науки.

Государственное и международное признание

Научные и организационные заслуги Султангазина отмечены многочисленны-



ми государственными и международными наградами. Он был награжден орденом Трудового Красного Знамени в 1987 году, орденом Ленина в 1991 году – за успешное выполнение первого полета Т.О. Аубакирова и научной программы Республики Казахстан, орденом «Парасат» в 2004 году. За заслуги в развитии космических исследований в Казахстане Международная ассоциация участников космических полетов наградила его Большой бронзовой медалью в 2001 году. Он также отмечен почетной грамотой Российской академии космонавтики имени Циолковского, медалями имени Королева и Капицы, являлся лауреатом премии «Тарлан-2002».

Важнейшим итогом деятельности академика стало формирование научной традиции, которая продолжилась после его ухода. В современных исследованиях развиваются созданные им направления – по математическому моделированию, дистанционному зондированию Земли, космическому мониторингу, материаловедению и приборостроению. Его ученики и последователи продолжили работы, начатые в Институте космических исследований, а заложенные им организационные и научные основы стали частью институциональной истории космической отрасли Казахстана.

Международное сотрудничество было для Султангазина важной частью развития отечественной науки. Он внес значительный вклад в укрепление связей Казахстана с зарубежными научными организациями, способствовал участию казахстанских специалистов в совместных проектах и международных программах. Институт космических исследований РК взаимодействовал с научными центрами России, США, Японии, стран Европы и Центральной Азии. Такое сотрудничество расширяло доступ к современным методам и данным, позволяло проводить совместные исследования и одновременно повышало узнаваемость казахстанской науки на международном уровне.

Научное наследие академика

Особое внимание Султангазин уделял научно-организационному сопровождению крупных программ. Он являлся научным руководителем фундаментальных исследований по дистанционному зондированию и моделированию природно-техногенных систем, а также программ, связанных с развитием космических технологий и мониторинга. Его подход основывался на объединении усилий математиков, физиков, специалистов по дистанционному зондированию, экологов, матери-

аловедов и инженеров. Благодаря этому космические исследования в Казахстане развивались, как комплексное междисциплинарное направление, а не как совокупность разрозненных экспериментов.

Большую роль ученый отводил подготовке и переподготовке кадров для космической отрасли. Он понимал, что техническая инфраструктура и доступ к спутниковой информации сами по себе не обеспечивают устойчивого развития отрасли. Нужны специалисты, способные ставить научные задачи, создавать алгоритмы обработки данных и разрабатывать технологии. Поэтому развитие научных школ, обучение молодых исследователей и связь науки с университетским образованием рассматривались им как стратегические задачи государства.

Умирзак Махмутович Султангазин ушел из жизни 23 мая 2005 года. Его научный путь стал примером того, как фундаментальные знания могут служить основой крупных государственных и технологических проектов. От сельского школьника до академика с мировым именем, от исследований уравнения переноса до создания национальной школы космического мониторинга – вся его деятельность была пронизана убеждением, что наука должна работать на будущее страны.

Сегодня, оценивая вклад Умирзака Султангазина, особенно ясно видно значение его личности для казахстанской науки. Он сумел соединить фундаментальную математику и прикладные исследования, академическую традицию и новые технологические направления, национальные интересы и международное сотрудничество. Его заслуга состоит не только в конкретных научных результатах или созданных учреждениях. Он сформировал научную среду, способную развиваться дальше, и заложил основы тех направлений, которые остаются стратегически важными для Казахстана.

Научное наследие академика Султангазина – это одновременно история математической школы, становления космических исследований и ответственного отношения ученого к судьбе отечественной науки. Его труды, идеи, организационные решения и подготовленные кадры продолжают работать на благо Казахстана. Поэтому сохранение памяти о нем имеет не только историческое, но и современное значение. Оно напоминает о роли фундаментальной науки, преемственности научных поколений и необходимости долгосрочного стратегического взгляда на развитие научно-технологического потенциала страны. ■



Научный коллектив Института космических исследований



Scaling Thrust: From the First Hot-Fire to an Industrial Test Bench

Aspire's Test Fire Center project was presented in the previous issue of the magazine «Space Research and Technologies.» Discussions regarding the creation of a test and testing facility in Kazakhstan continue. We present materials from Thrust and Aexion.



Thrust team near Test Stand

Over the 34 years of the Space Shuttle Main Engine program, NASA's Stennis facilities have conducted more than 2,300 fire tests – a total of more than nine days of engine operation. The journey from prototype to qualified liquid-propellant rocket engine is measured not by single launches, but by dozens and hundreds of firings of components, chambers, and full-scale engines.

Historically, such infrastructure has been built within large government programs – Stennis, DLR Lampoldshausen, and other test centers. However, access to these facilities depends on workload, regulations, and logistics. New Space requires an «on-the-spot» infrastructure to manage the pace of the «product-test-data-new version» cycle.

Stand as MVP

THRUST LLP laid this infrastructure at the foundation of its space program. We built the first containerized rig of the one-ton thrust class for a prototype liquid-propellant rocket engine powered by a liquid oxygen-isopropyl alcohol fuel. Our approach was similar to agile software development: build a minimum viable system, conduct tests, understand the limitations, and address them in the next iteration.

But before the cycle can even begin, the assembled rig must be brought to working condition: oxygen cleaning of the lines, pressure testing and leak detection, purging, channel calibration, testing of valves and protective automation, cryogenic flushes – and only then can the components be fed into the engine.

The THRUST team encountered all these nuances in practice – during the development, commissioning, and operation of their own rig. Real-world use revealed details that weren't apparent during the design stage: where in the hose bend the liquid phase remains during drainage, how long it takes to cool down the LOX line at +40°C, how the pressure behaves before the valve opens, and what data is missing for analysis. This experience shaped the principles of subsequent generations of rigs: high-frequency synchronized measurements, an independent, high-speed automatic control system, and a modular architecture that allows the system to be scaled up along with the engine.

Why a Regular Industrial Controller Isn't Enough

All these parameters converge in the data acquisition system (DAQ), which largely determines the value of the test itself. The tank temperature changes slowly, and the pressure front during startup, chamber processes, and vibrations require kilohertz recording. At NASA Stennis E-Complex, systems ranging from 250 to 100,000 samples per second were used. Our current high-speed channels are designed for up to 10,000 samples per second per channel.

Determinism is also important for high-frequency recording. The distributed architecture utilizes PTP (Precision Time Protocol, IEEE 1588): the measurement nodes are synchronized via Ethernet to a common time base and generate hardware pulses that trigger the ADC. The sampling point is determined by a physical clock signal, so data from distributed modules can be aligned on a common time scale.

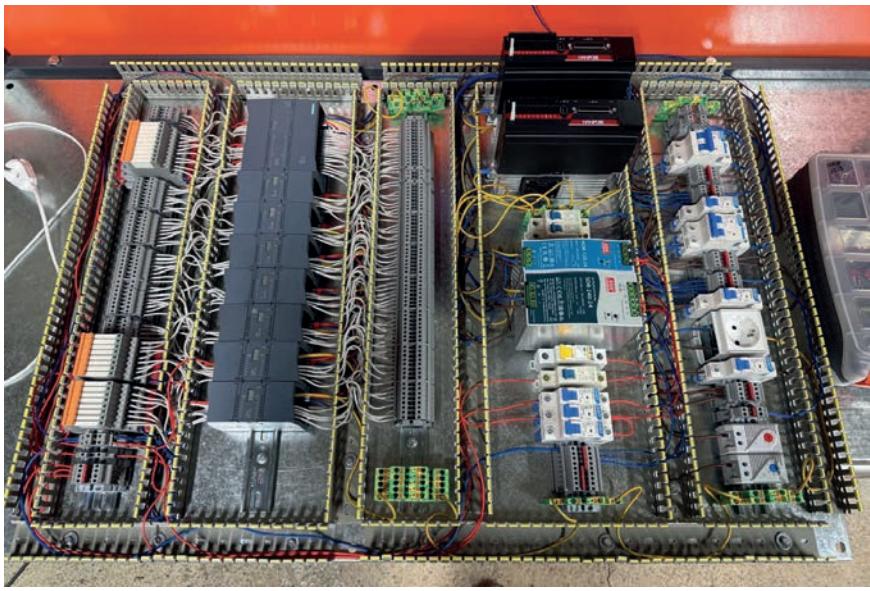
Electronic reflexes

A DAQ answers the question «What's going on?» But when a monitored parameter goes outside the normal range, someone must also quickly answer the question «What should I do right now?» – and relying on an operator or a standard PC interface is out of the question. In humans, a knee-jerk reflex occurs before a conscious decision; an emergency protection system (EPS) operates similarly: for each critical event, a pre-programmed sequence for transitioning to a safe state is defined – for example, shutting off the supply of components, stopping pressurization, performing the required drainage, and preventing restart – without waiting for a human command.

The key principle is fail-safe: a safe state is pre-defined for critical executive circuits in the event of power loss, cable breakage, or communication failure.

A container is not a compromise, but a strategy

When moving to more powerful rigs, simply increasing the tanks and pipelines is not enough: costs, loads, cryogenic component inventories, and the number of interconnections all increase. Therefore, the functional components are divided into the firing module, fuel and oxidizer systems, automation, and data acquisition and control (DAQ).



Control panel internals

Container architecture localizes the consequences of emergency situations and simplifies scaling, deployment, and transportation. THRUST uses this approach in its 2.5-ton-force rig and higher-end commercial projects.

Today, THRUST LLP offers customers the development, manufacture, and delivery of turnkey test stands for trust classes ranging from 1 to 10 ton-force – from technical requirements and design to DAQ and EPS integration, commissioning, initial testing, and personnel training.

We've completed this process using our own test infrastructure and can now shorten it for teams that prioritize moving to the next engine version rather than mastering the entire range of firing rig technologies themselves.

The test facility at New Space is a critical asset: it allows for complete control over the pace of engine development, the ability to schedule tests according to its own program, and minimizing dependence on external infrastructure, economic, and geopolitical factors. ■

Тяга к испытаниям:
от первого прожига к промышленному стенду

В прошлом номере журнала «Космические исследования и технологии» был представлен проект Испытательного Огневого Центра от компании Aspire. Обсуждение вопросов создания в Казахстане испытательной и стендовой базы продолжается. Предлагаем вашему вниманию материалы компаний Thrust и Aexion.



Прожиг

За 34 года программы Space Shuttle Main Engine на стендах NASA Stennis провели более 2300 огневых испытаний. Суммарно – это более девяти суток работы двигателя. Путь от прототипа до квалифицированного ЖРД измеряется не единичными запусками, а десятками и сотнями прожигов агрегатов, камер и полноразмерных двигателей.

Исторически такую инфраструктуру создавали в рамках крупных государственных программ – Stennis, DLR Lampoldshausen и других испытательных центров. Но доступ к ним зависит от загрузки, регламентов и логистики. New Space требует инфраструктуры «здесь и сейчас», чтобы управлять темпом цикла «изделие – испытание – данные – новая версия».

Стенд как MVP

Такую инфраструктуру ТОО «Тяга» заложило в фундамент своей космической программы. Первый контейнерный стенд тонного тягового класса мы строили для опытного ЖРД на паре жидкий кислород – изопропиловый спирт. Подход был близок к agile в разработке ПО: собрать минимально работоспособную систему, провести испытания, понять ограничения и устранить их в следующей итерации.

Но прежде чем цикл вообще может начаться, собранный стенд нужно дове-

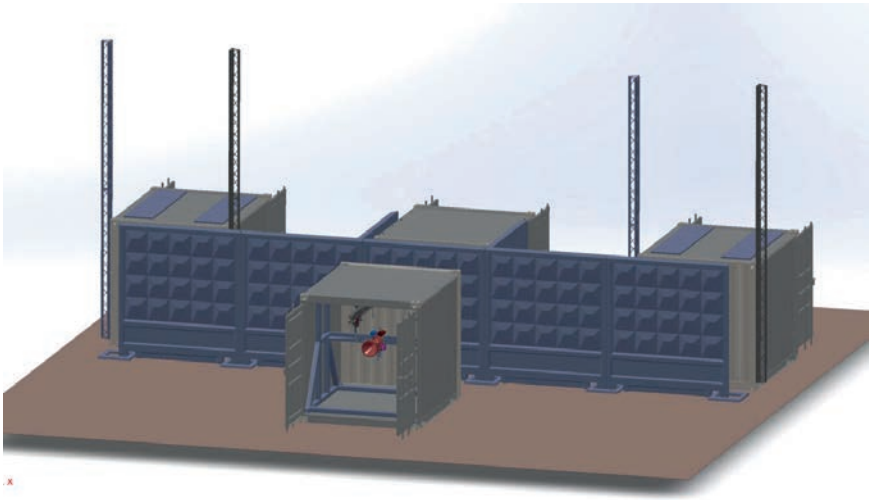
сти до рабочего состояния: кислородная очистка магистралей, опрессовка и поиск течей, продувки, калибровка каналов, тестирование арматуры и защитной автоматики, криогенные проливы – и только после этого можно подавать компоненты в двигатель.

Со всеми этими нюансами команда ТОО «Тяга» столкнулась на практике при создании, пусконаладке и эксплуатации собственного стенда. Реальная эксплуатация выявила то, чего не видно на этапе проектирования: где в изгибе рукава остаётся жидкая фаза при дренировании, сколько занимает захолаживание LOX-магистрали при +40°C, как ведёт себя давление перед открытием клапана и каких данных не хватает для анализа. Этот опыт сформировал принципы следующих поколений стендов: высокочастотные синхронизированные измерения, независимую быстродействующую САЗ и модульную архитектуру, позволяющую масштабировать комплекс вместе с двигателем.

Почему обычного промышленного контроллера недостаточно

Все эти параметры сходятся в системе сбора данных – DAQ, от которой во многом зависит ценность самого испытания. Температура бака меняется медленно, а фронт давления при запуске, процессы в камере и вибрации требуют килогерцовой регистрации. В NASA Stennis E-Complex использовались системы от 250 до 100 000 отсч./с. На наших стендах высокоскоростные каналы проектируются до 10 000 отсч./с на канал.

Для высокочастотной регистрации важна и детерминированность. В распределённой архитектуре используется PTP (Precision Time Protocol, IEEE 1588): измерительные узлы синхронизируются по Ethernet с общей временной базой и формируют аппаратные импульсы, запускающие АЦП. Момент выборки задаётся физическим синхросигналом, поэтому данные разнесённых модулей можно совместить на общей временной шкале.

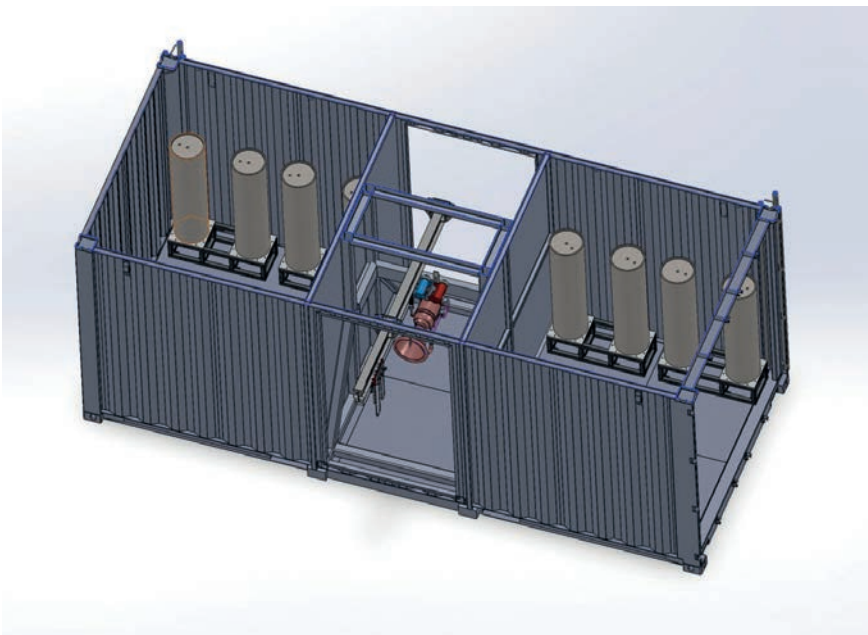


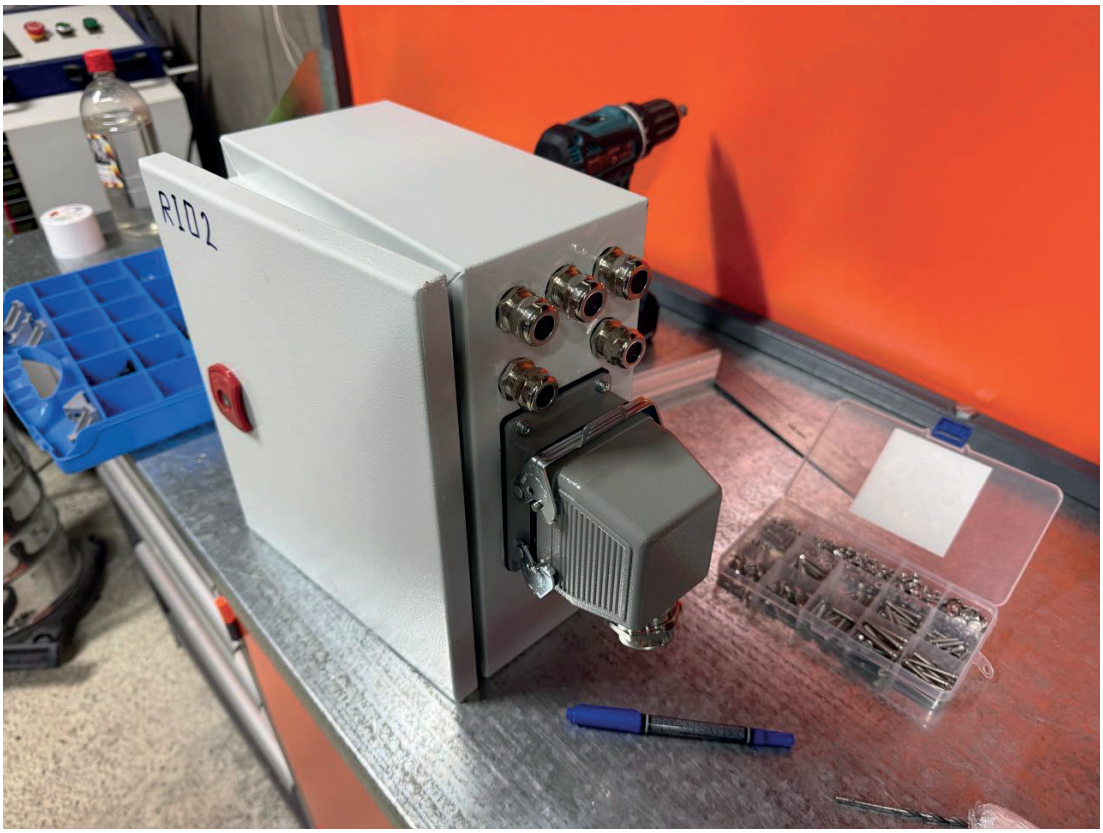
Стенд на 5–10 тонн

Электронные рефлексы

DAQ отвечает на вопрос «Что происходит?». Но когда наблюдаемый параметр выходит за пределы штатного диапазона, кто-то должен так же быстро ответить на вопрос «Что делать прямо сейчас?». И рассчитывать здесь на оператора или интерфейс обычного ПК нельзя. У человека коленный рефлекс срабатывает раньше осознанного решения; система аварийной защиты (САЗ) работает похожим образом: для каждого критического события заранее задаётся последовательность перехода в безопасное состояние.

Стенд на 1–5 тонн





Шкаф для DAQ в защищенном исполнении

Например, отсечь подачу компонентов, прекратить наддув, выполнить предусмотренный схемой дренаж и заблокировать повторный запуск – без ожидания команды человека.

Ключевой принцип – fail-safe: для критических исполнительных цепей заранее определено безопасное состояние при потере питания, обрыве кабеля или отказе связи.

Контейнер – это не компромисс, а стратегия

При переходе к более мощным стендам простого увеличения баков и трубопроводов недостаточно: растут расходы, нагрузки, запас криогенных компонентов и число взаимосвязей. Поэтому функциональные части разделяются на огневой модуль, системы горючего и окислителя, автоматику и DAQ.

Контейнерная архитектура локализует последствия нештатных ситуаций и упрощает масштабирование, развёртывание и перевозку. Этот подход «Тяга» использует в стенде на 2,5 тонны-силы и коммерческих проектах более высокого класса.

Сегодня ТОО «Тяга» предлагает заказчикам разработку, изготовление и поставку испытательных стендов тягового класса от 1 до 10 тонн-силы «под ключ» – от технических требований и проектирования до интеграции DAQ и САЗ, пусконаладки, первых испытаний и обучения персонала.

Мы прошли этот путь на собственной испытательной инфраструктуре и теперь можем сократить его для команд, которым важнее быстрее перейти к следующей версии двигателя, чем самостоятельно осваивать весь комплекс технологий огневого стенда.

Испытательный стенд в New Space – это критически важный актив: он позволяет полностью контролировать темп разработки двигателя, планировать испытания по собственной программе, минимизировать зависимость от внешней инфраструктуры, экономических и геополитических факторов. ■

Rocket Engine Test Analytics:
From Telemetry to Engineering Decisions

AEXION SYNTHESIS



Amir Sadykov,
founder and head of the Aexion Synthesis project

Introduction

The engine fired on the test stand for a matter of seconds; preparing for those seconds took weeks. For the spectators, the test is over – for the engineers, it has just begun: the disk now holds gigabytes of telemetry from dozens of sensors – chamber pressure, propellant flow rates, cooling-circuit temperatures, vibration, synchronized video of the firing. What follows is a scene familiar to every young test team: one engineer, a stack of spreadsheets, and days of manual analysis. By the next burn, part of that data remains unread – along with the answers it held.

Aexion Synthesis closes that gap: a platform that turns raw telemetry from a liquid rocket engine (LRE) hot-fire test into structured engineering analytics in minutes. Proven on real test firings, it is built for propulsion laboratories, aerospace companies and startups, research institutes, and university teams.

The idea grew out of a long-held dream of space and rocketry shared by the company's founders, Amir Sadykov and Zhetes Albayev. Its second source was their background in artificial intelligence and remote sensing: analyzing satellite imagery and aerial survey data. The same principle – turning a stream of raw sensor data into an engineering conclusion – is what the team carried over into engine testing.

The project was conceived in 2024, and the platform launched in 2026: a year and a half spent learning to build the analytics around real engineering questions and real test data – in partnership with Thrust, a company of rocketry enthusiasts, on its test stand.

Hanabi 1.1: Automated Hot-Fire Test Analysis

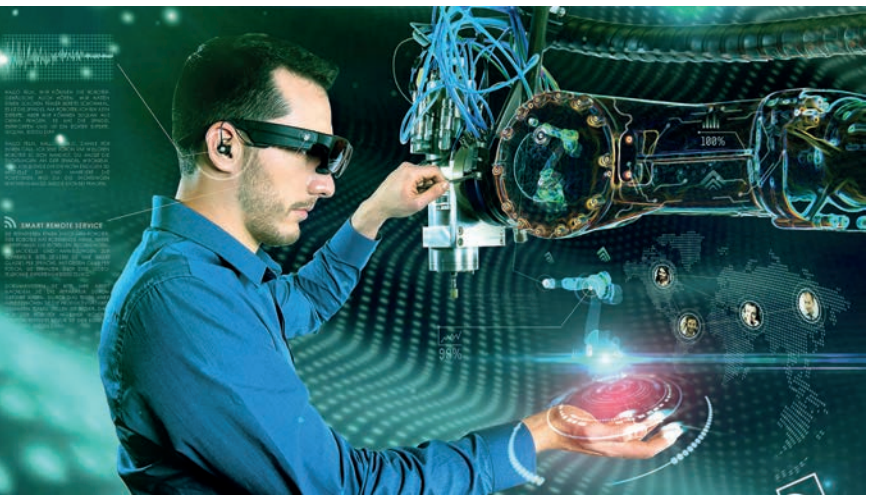
Each generation of the platform carries the code name Hanabi – Japanese for «fireworks,» literally «fire flower.» In Japan, this is an art of flight and fire: hanabishi masters shape not only the burst but its trajectory. And the brevity of the burst is not a flaw but the essence of its beauty – the same appreciation of the fleeting found in cherry blossoms.



A hot-fire test has the same nature: a few seconds that must be seen in full detail. This is where the engineering begins.

The platform does not reduce a burn to a single averaged number; it decomposes the test into phases. An event-detection layer locates ignition, steady state, and shutdown, and metrics are computed separately within each phase. The reason is physical: averaging chamber pressure across the ignition transient and steady state blends two different regimes. Telemetry is frame-synchronized with video, so an anomaly flagged by the algorithm appears both on the chart and in the footage of that same moment.

Every deviation – in pressure, vibration, temperature, valve behavior – is checked against its expected range and logged as a finding tied to the source data. When sensor calibrations are refined, a finding is not silently rewritten: the platform keeps the previous version and computes a new one, so it is always clear which data a conclusion rests on. Above this sit three levels of aggregation: single-test analysis, comparison within a campaign, and series-wide analytics – a picture of the engine's evolution from burn to burn.



For a small team, this is about more than speed. Not every lab has an analyst experienced in interpreting hot-fire data, and not every young team can afford one. The platform helps close that shortage: the analysis methodology lives in the tool, not in one person's head.

«A hot fire is too expensive to analyze halfway. Serious test analytics used to live only inside space agencies and large corporations – we are making it a product any engineering team can afford.»

– Amir Sadykov,
founder of Aexion Synthesis

AI Analyst: Your Data in Plain Language

The platform includes an AI assistant: ask it about any test loaded into the system, in plain language – «Why is the pressure unstable in this run?» – and it answers with a direct reference to the data. The assistant holds the context of the entire campaign: asked how a run differs from earlier ones, it answers with a comparison across the full history. Every figure comes from the test results, and the calculations are performed by the platform's computation core, not the language model; the final call stays with the engineer. A hypothesis that once meant hours in spreadsheets is confirmed or dismissed in seconds.

Partners and Ecosystem

The platform's key partner for hot-fire testing is Thrust and its test stand. Aexion Synthesis is built on AWS infrastructure and with AWS support; membership in NVIDIA Inception and Anthropic's Claude for Start-

ups provides access to technology and a community that includes leading aerospace startups. Each customer's data is isolated and remains their property. Around the world, university teams are a forge of talent and ideas for breakthrough startups and aerospace giants alike – so university and student projects receive special access terms that make development faster and more affordable. The company is already in talks with its first customers in Kazakhstan and abroad.

Hanabi 2.0: The Next Generation of the Platform

The next generation will bring a test's entire analysis into a single workspace, from data quality to recommendations, with every conclusion traceable back to the source data. A new level of AI will draw on customer documentation and open sources, and parametric analysis will predict engine behavior across operating regimes. A full launch for the first customers is planned by the end of 2026.

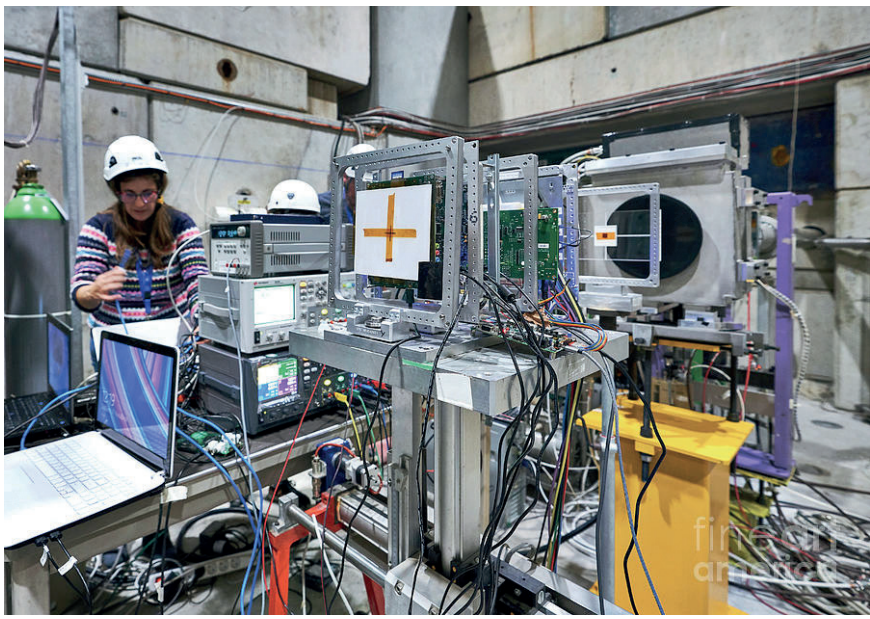
The simulation suite builds a digital representation of the test – the foundation of a future digital twin. Thermochemical analysis yields the chamber's theoretical parameters – temperature, combustion-product composition, ideal exhaust velocity – as a reference point against measurements; this level already runs. Planned for 2026 are finite-volume simulation of nozzle flow and conjugate thermal analysis of the gas–wall–cooling circuit: estimating thermal loads and predicting chamber life before damage occurs. Combustion modeling inside the chamber is a longer-term prospect.

The more that is verified on the model before a firing, the fewer expensive physical burns are needed. Simulation does not replace testing – it moves part of the iteration into a virtual environment, where checking a hypothesis costs an order of magnitude less than a burn. And it runs straight from the portal: no in-house supercomputer or simulation team required.

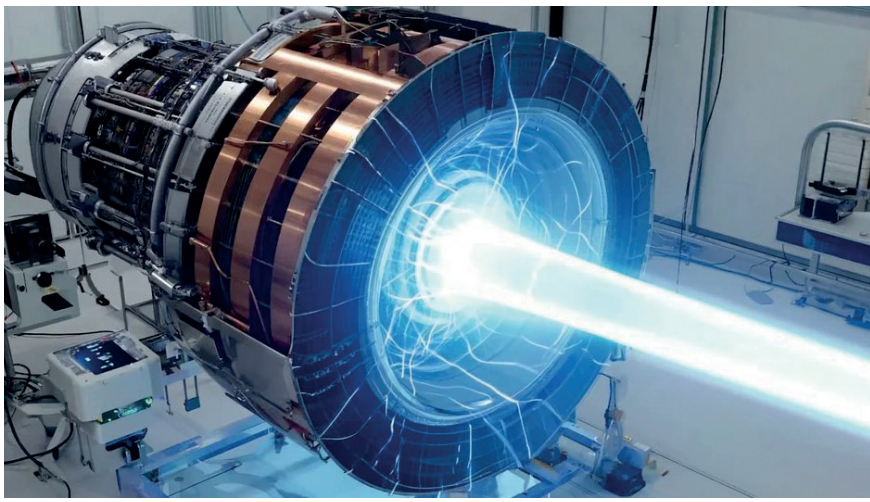
Conclusion

AI-driven test analytics is a category taking shape before our eyes – one that has drawn major venture investment over the past two years. But the essence is simpler: for decades, the industry lacked a single layer between test-stand telemetry and an engineering decision, and every team bridged it with homegrown scripts and sleepless nights after a burn.

Aexion Synthesis is building that missing layer – from the analysis of a single burn to a digital twin of the test. And building it from Kazakhstan. ■



Aexion Synthesis is a data platform for rocket engine test programs. Almaty, Kazakhstan. aexionsynthesis.com



Аналитика испытаний ракетных двигателей: от телеметрии к инженерным решениям



Амир Садыков, основатель и руководитель проекта Aexion Synthesis

Введение

Двигатель отработал на стенде считанные секунды, подготовка заняла недели. Для зрителей испытание закончилось – для инженеров оно только началось. На диске остаются гигабайты телеметрии с десятков датчиков – давление в камере сгорания, расходы компонентов, температуры контура охлаждения, вибрации, синхронное видео пуска. Дальше – картина, знакомая каждой молодой команде: один инженер, электронные таблицы и дни ручного разбора. К следующему прожигу часть массива так и остается непрочитанной – вместе с ответами, которые в нем были.

Этот разрыв закрывает Aexion Synthesis – платформа, превращающая сырую телеметрию огневого испытания жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) в структурированную инженерную аналитику за минуты. Платформа проверена на реальных огневых испытаниях и адресована двигательным лабораториям, аэрокосмическим компаниям и стартапам, институтам и университетским командам.

Идея выросла из давней мечты о космосе и ракетостроении, которую разделяют основатели компании – Амир Садыков и Жетес Албаев. Второй источник – опыт в области искусственного интеллекта и дистанционного зондирования Земли: анализ спутниковых снимков и данных аэросъемки. Тот же принцип – превращать поток сырых сенсорных данных в инженерный вывод – команда перенесла в испытания двигателей.

Проект задуман в 2024 году, платформа вышла в 2026-м. Полтора года команда шла к тому, чтобы строить аналитику на реальных инженерных запросах и испытательных данных в партнерстве с компанией «Тяга» – командой энтузиастов ракетостроения – на ее испытательном стенде.

Hanabi 1.1: автоматизированный разбор огневого испытания

Поколения платформы носят кодовое имя Hanabi – по-японски «фейерверк», дословно «огненный цветок». В Японии

это искусство полета и огня: мастера-ханабиси выверяют не только вспышку, но и траекторию. Недолговечность самой вспышки здесь не изъян, а суть ее красоты – тот же принцип любования мимолетным, что и при цветении сакуры. У огневого испытания та же природа: несколько секунд, за которые нужно успеть разглядеть во всех деталях. Здесь начинается инженерная часть платформы.

Платформа работает не с одной усредненной цифрой на весь прожиг, а с разложением испытания на фазы: слой детекции событий определяет момент поджига, выход на режим и отсечку, и внутри каждой фазы метрики считаются отдельно. Причина физическая: усреднить давление вместе с переходным процессом поджига — значит смешать два разных режима. Телеметрия синхронизирована покадрово с видео: обнаруженную аномалию инженер видит и на графике, и на записи того же момента.

Каждое отклонение – по давлению, вибрации, температуре, поведению клапанов – сопоставляется с ожидаемым диапазоном и фиксируется как находка с привязкой к исходным данным. При уточнении калибровок находка не переписывается. Платформа сохраняет предыдущую версию и рассчитывает новую: видно, на каких данных основан вывод. Поверх – три уровня агрегации: разбор одного испытания, сравнение внутри кампании и сводная аналитика серии – картина эволюции двигателя от прожига к прожигу.

Для небольшой команды это не только скорость. Не в каждой лаборатории есть аналитик с опытом интерпретации огневых испытаний, и не каждая молодая команда может себе его позволить. Платформа помогает закрыть этот дефицит: методика анализа встроена в инструмент, а не аккумулируется в опыте одного человека.

«Прожиг стоит слишком дорого, чтобы разбирать его результаты вполсилы. Раньше серьезная аналитика испытаний жила только внутри космических агентств и крупных корпораций. Мы делаем ее продуктом, доступным любой инженерной команде».



Амир Садыков,
основатель Aexion Synthesis

ИИ-аналитик: работа с данными на естественном языке

В платформе работает ИИ-ассистент: вопрос о любом испытании, загруженном в платформу, можно задать на естественном языке. Например, «Почему в этом запуске давление нестабильно». И получить ответ со ссылкой на данные.

Ассистент удерживает контекст всей кампании. На вопрос, чем запуск отличается от предыдущих, он отвечает сравнением по всей истории. Каждая цифра берется из результатов испытаний, расчеты выполняет вычислительный контур, а не языковая модель. Финальное решение – за инженером.

Гипотеза, раньше требовавшая часы работы в таблицах, подтверждается или отбрасывается за секунды.

Партнеры и экосистема

Ключевой партнер по огневым испытаниям – стенд компании «Тяга». Плат-



форма построена в инфраструктуре и при поддержке компании AWS; участие в программах NVIDIA Inception и Anthropic Claude for Startups дает доступ к технологиям и сообществу, включая ведущие аэрокосмические стартапы. Данные каждого заказчика изолированы и остаются его собственностью.

Во всем мире университетские команды – кузница кадров и идей как для прорывных стартапов, так и для грандов аэрокосмической отрасли. Поэтому для университетских и студенческих проектов действуют специальные условия доступа, ускоряющие и удешевляющие разработку. Компания уже ведет переговоры с первыми заказчиками в Казахстане и за рубежом.

Hanabi 2.0: следующее поколение платформы

Следующее поколение сведет аналитику испытания в один рабочий экран – от качества данных до рекомендаций; каждый вывод можно будет проследить до исходных данных. ИИ нового уровня будет опираться на документацию заказчика и открытые источники, а параметрический анализ – прогнозировать поведение двигателя в разных режимах. Полный запуск для первых заказчиков – до конца 2026 года.

Расчетный контур – это цифровое представление испытания, основа будущего цифрового двойника. Термохимический расчет дает теоретические параметры камеры – температуру, состав продуктов сгорания, идеальную скорость истечения – точку отсчета для сравнения с измерениями. Этот уровень уже работает. На 2026 год запланированы газодинамический расчет течения в сопле методом конечных объемов и сопряженный тепловой анализ «газ – стенка – контур охлаждения» – оценка тепловых нагрузок и прогноз ресурса камеры до возникновения повреждений. Моделирование горения в камере – отдаленная перспектива.

Чем больше проверено на модели до пуска, тем меньше нужно дорогих физических прожигов. Расчетный контур не заменяет испытания – он переводит часть итераций в виртуальную среду, где проверка гипотезы обходится на порядок дешевле прожига. Запускаются такие расчеты прямо из портала: собственный суперкомпьютер и расчетная группа заказчику не нужны.

Заключение

Аналитика испытаний с применением ИИ – категория, которая формируется на наших глазах и за последние два года привлекла крупные венчурные инвестиции. Но суть проще: между телеметрией со стенда и инженерным решением в отрасли десятилетиями не хватало одного слоя. Каждая команда закрывала его своими скриптами и бессонными ночами после прожига.

Aexion Synthesis строит этот недостающий слой – от разбора одного прожига до цифрового двойника испытания. И строит его из Казахстана. ■

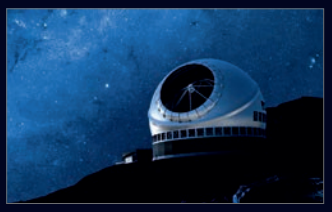
Aexion Synthesis – платформа данных для программ испытаний ракетных двигателей. Алматы, Казахстан. aexionsynthesis.com

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

к журналу

«Космические исследования и технологии»






Эксклюзивная информация

для руководителей, специалистов, партнеров космической отрасли.
Анализ открытых и специализированных источников, выводы для Вас.
Графика, иллюстрации, документы, персональное видео. Регулярное обновление.







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

