

ОТДЕЛ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ БОРТОВОЙ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ АППАРАТУРЫ И КОМПЛЕКСОВ

(71)
DEPARTMENT OF DESIGN AND TESTING OF ONBOARD AND SPECIAL EQUIPMENT AND SYSTEMS (71)



Руководитель — Илья Чулков
Head — Ilya Chulkov

Е. М. Васильев
(1.09.1934–20.11.2002)
Evgeny M. Vasilyev
(September 1, 1934 – November 20, 2002)



В 1973 г. в ИКИ была образована лаборатория научно-технического обеспечения автономии КА (позже — отдел), в задачу которой входили техническая реализация, обеспечение и сопровождение научных проектов на борту космических аппаратов. И лабораторию, и отдел с момента образования и до ноября 2002 г. возглавлял кандидат тех. наук, лауреат Ленинской премии Евгений Михайлович Васильев.

Позднее отдел возглавляли В. Ф. Бабкин (в должности и. о.), д-р тех. наук О. П. Клишев. С 2014 г. отделом руководит И. В. Чулков.

Работа в отделе с самого начала велась по направлениям, связанным со следующими космическими аппаратами:

- космические аппараты серии «Прогноз» (разработка НПО им. С. А. Лавочкина), предназначенные для проведения астрофизических исследований, изучения солнечной активности и солнечно-земных связей. Серия состояла из 12 автоматических космических аппаратов (КА «Прогноз-1» — «Прогноз-12», запуски 1972–1996 гг.) Работы по этому направлению в отделе вело подразделение Л. В. Песоцкого;
- космические аппараты серии «Интеркосмос» (разработка КБ «Южное»), предназначенные для решения широкого круга задач в области космической физики и дистанционного зондирования Земли. Серия состояла из 10 КА «Интеркосмос» (запуски 1976–1994 гг.) на базе автоматической универсальной орбитальной станции (АУОС). Работы по этому направлению в отделе вело подразделение Г. И. Терехина, позднее подразделение возглавил Е. Г. Панков;
- космические ракеты серии «Вертикаль» (разработка ПО «Полёт»), предназначенные для исследования верхней атмосферы и ионосферы, влияния на них солнечно-земных связей, а также для запуска высотных астрофизических обсерваторий массой до 1300 кг. Серия состояла из 11 ракет «Вертикаль» (запуски 1970–1983 гг.). Работы по этому направлению в отделе проводились подразделением А. В. Семичастного, позднее его возглавил Ю. А. Плахов;
- автоматические межпланетные станции (разработка НПО им. С. А. Лавочкина), предназначенные для полёта к другим небесным телам с целью изучения межпланетного пространства, Луны, планет, Солнца, комет и т. д. Работы по этому направлению в отделе велись подразделением В. И. Субботина, позднее и. о. руководителя подразделения стал С. А. Ауст.

Также в отделе было создано подразделение разработки бортовых информационных цифровых систем, которое с момента создания возглавил И. Д. Скобкин.

In 1973 the Laboratory of R&D Support of Spacecraft Autonomy was established in IKI (later department), which was responsible for engineering implementation, service and support of scientific projects on-board spacecrafts. Both the laboratory and the department from its inception and until November 2002 were headed by Dr. Evgeny Vasilyev, a laureate of the Lenin Prize.

Later the department was headed by V. Babkin (acting in lieu of the Head), Dr. O. Klishev. Since 2014 Ilya V. Chulkov is the Head of the department.

From day one the department has been doing work related to the following spacecrafts:

- *Prognoz* program spacecrafts (developed by the Lavochkin Association) were designed for astrophysical research, solar studies and solar-terrestrial relation studies. The program included 12 unmanned spacecrafts (*Prognoz-1* — *Prognoz-12*, launches in 1972–1996). The work in this area was carried out by the L. Pesotsky group;
- *Intercosmos* program spacecrafts (developed by the Yuzhnoye Design Bureau) were designed for an extensive range of tasks in space physics and Earth remote sensing. The program included 10 *Intercosmos* spacecrafts (launches in 1976–94) on the basis of the Automated Universal Orbital Station (AUOS). The work in this area was carried out by the G. Terekhin group, later the group was headed by E. Pankov;
- *Vertikal* rocket program (developed by Production Association “Polyot”) were designed for upper atmosphere and ionosphere research, its effect on solar-terrestrial relations, as well as launches of high-altitude astrophysical observatories weighing up to 1,300 kg. The program included 11 *Vertikal* rockets (launches in 1970–1983). The work in this area was carried out by the A. Semichastny group, later the group was headed by Yu. Plakhov;
- automatic interplanetary stations (developed by the Lavochkin Association) were designed for flights to other celestial bodies with a purpose of studying interplanetary space, Moon, planets, Sun, comets, etc. The work in this area was carried out by the V. I. Subbotin group, later S. A. Aust became the Acting Head of the group.

The department also set up the group for development of onboard digital data systems, which from its creation is headed by I. D. Skobkin.

Комплексы научной аппаратуры (КНА), устанавливаемые на различных КА, как правило, не только не повторялись от одного аппарата к другому, но и существенно различались. Кроме того, служебные системы КА — телеметрическая, программно-временная, радиоканал — не всегда полностью удовлетворяли требованиям эксперимента. Поэтому каждый раз приходилось создавать блоки управления КНА, стыковочные блоки, дополнительные бортовые системы сбора и регистрации, контрольно-испытательное оборудование для проверки научных приборов на всех стадиях испытаний в ИКИ, на заводе и космодроме. В отделе также разрабатывался полный комплект эксплуатационно-технической документации на КНА и контрольно-измерительную аппаратуру (КИА). Сотрудники отдела участвовали в приёмке научной аппаратуры, всех видах её наземных испытаний и в управлении работой КНА в полёте.

За время существования отдела его сотрудники выполнили полный цикл работ с комплексами научной аппаратуры, включая разработку технической документации, проведение испытаний в ИКИ, на заводе, космодроме, управление работой КНА в полёте по следующим проектам:

- 20 межпланетными станциями (серии «Марс», «Венера», «Фобос»);
- 9 высокоапогейным ИСЗ «Прогноз»;
- 12 автоматическим универсальным орбитальными станциями АУОС;
- 5 высотным атмосферным и астрофизическим зондам (ВЗА, ВЗАФ-С);
- 4 КА «Наука».

Заведующий отделом Е. М. Васильев удостоен звания Лауреата Ленинской премии в области науки и техники. Сотрудники отдела — В. И. Субботин, Л. В. Песоцкий, Г. И. Терехин, В. И. Мосалков и А. Д. Рябова — награждены Орденами.

В 2008 г. по инициативе директора Института Л. М. Зеленого и поддержке Учёного совета приборостроительное направление Института возглавил Илья Владиленивич Чулков. Он усилил 71-й отдел своими молодыми, но уже к тому времени опытными разработчиками, ранее работающими под его руководством в лаборатории 526. Отдел стал называться отделом проектирования и экспериментальной отработки бортовой и специализированной аппаратуры и комплексов и сейчас состоит из 7 лабораторий.

Лаборатория проектирования аппаратуры и комплексов космических аппаратов (711)
(руководитель — Константин Ануфрейчик)

Scientific packages (Russian abbreviation KNA), mounted on various spacecrafts, in general were substantially different from spacecraft to spacecraft. Moreover the service systems of the spacecraft — telemetry, timing, radio channel — did not always meet the requirements of an experiment. So every time it was necessary to design scientific payload control units, interface units, additional acquisition and recording onboard systems, equipment for instrumentation testing on all stages at IKI, assembly area and launch site. The department also developed a complete package of operating and maintenance documentation for KNA and control and testing equipment (Russian abbreviation KIA). The department staff participated in acceptance of scientific hardware, all types of ground testing and control of KNA inflight performance.

Throughout the existence of the department its employees completed various works with scientific packages, including design documentation, testing at IKI, plants, launch sites, KNA inflight control for the following projects:

- 20 interplanetary stations (*Mars, Venera, Phobos*);
- 9 high-apogee satellites *Prognoz*;
- 12 automated universal orbital stations АУОС;
- 5 high-altitude atmospheric and astrophysical probes (*VZA, VZAF-S*);
- 4 spacecrafts *Nauka*.

Head of the department E. Vasilyev was a laureate of the Lenin Prize in Science and Technology. The department staff — V. Subbotin, L. Pesotsky, G. Terekhin, V. Mosalkov, and A. Ryabova — was awarded medals.

In 2008 Director of the Institute Lev Zeleny initiated appointment of Ilya Chulkov as Leader of the Instrument Engineering direction, which was supported by the Scientific Council. Ilya Chulkov reinforced the department No. 71 with young but by that time experienced developers that previously worked under his leadership in the laboratory No. 526. The department was renamed to Department of Design and Testing of Onboard and Special Equipment and Systems, and currently consists of 7 laboratories.

Spacecraft Hardware and System Design Laboratory (711). Head —
Konstantin Anufreichik



Константин Ануфрейчик
Konstantin Anufreichik



Лаборатория 711. 2013 г.
Laboratory No. 711. 2013

Наталья Чумак
Natalya Chumak



Лаборатория отработки аппаратуры и комплексов космических аппаратов (713) (руководитель — Наталья Чумак)

Spacecraft Hardware and System Testing Laboratory (713). Head — *Natalya Chumak*

Лаборатория технического конструирования и моделирования (715) (руководитель — Алексей Коновалов)

Design Engineering and Simulation Laboratory (715). Head — *Alexey Konovalov*

Три лаборатории были сформированы в 2013 г. из состава лаборатории 711, куда в 2009 г. перешла часть сотрудников лаборатории 526 «Электроники рентгеновских детекторов» (в составе отдела астрофизики высоких энергий), в их числе К. В. Ануфрийчик (возглавил лабораторию), А. А. Коновалов, А. В. Семёнов, Д. Г. Тимонин, Н. И. Чумак, А. В. Никифоров, ставшие в дальнейшем ядром команды.

Three laboratories were formed in 2013 from the Laboratory No. 711 employees, which in turn embraced some of the Laboratory 526 (X-ray detectors electronics, a part of the Department of High Energy Astrophysics) employees in 2009, including K. Anufreichik (head of the laboratory), A. A. Konovalov, A. V. Semenov, D. G. Timonin, N. I. Chumak, A. V. Nikiforov, who later became the team core.

В 2009–2013 гг. командой лаборатории были созданы приборы ССНИ для проекта «КОРОНАС-Фотон» (головная организация — ИЗМИРАН) и БПИ для проекта «Спектр-Р» (головная организация — АКЦ ФИАН), написано программное обеспечение для прибора СИОК проекта «Фобос-Грунт», велись работы по приборам и КИА проектов «Спектр-УФ», «Резонанс», «Ионосфера», «Луна-Глоб», «Луна-Ресурс».

In 2009–2013 the laboratory team designed the SSNI instrument for the *Koronas-Foton* project (head organization — IZMIRAN) and BPI for the *Spektr-R* project (head organization — AstroSpace Center), wrote the software for the SIOK instrument of the *Phobos Sample Return* project, contributed to instruments and KIA of the projects *World Space Observatory — Ultraviolet (WSO-UV)*, *Resonance*, *Ionosfera*, *Luna-Glob*, *Luna-Resurs*.

Кроме российских приборов лаборатория приняла участие в создании иностранного прибора: в кратчайшие сроки (4 мес!) был создан и полностью отработан блок электроники для прибора ФПМС для КА «Фобос-Грунт».

Besides the Russian instruments the laboratory participated in designing of a foreign instrument — within a very short time (4 months!) the FPMS instrument electronics unit for the *Phobos Sample Return* spacecraft was designed and fully tested.

Алексей Коновалов
Alexey Konovalov



Сейчас коллектив лабораторий принимает активное участие в российских и международных научных космических проектах «Луна-Глоб», «Луна-Ресурс-1», «ЭкзоМарс», «Интергелио-Зонд», «Спектр-УФ», «Резонанс», «Ионосфера», «Странник».

Основное направление деятельности лабораторий — разработка и изготовление

- Бортовой космической аппаратуры: систем сбора и регистрации, хранения и сброса научной информации;
- контрольно-испытательной аппаратуры для автономных и комплексных проверок научных приборов на всех стадиях испытаний в ИКИ, на заводе и космодроме;
- систем приёма телеметрии;
- программного обеспечения обработки и анализа данных.

Назначение систем сбора научной информации (ССНИ)

- Сбор научных данных от приборов;
- контроль работоспособности приборов;
- хранение, защита и сжатие данных;
- формирование выходных форматов и вывод данных в бортовой комплекс управления (БКУ);
- приём команд от БКУ по мультиплексному каналу обмена (МКО) КА;
- трансляция временных меток в приборы;
- передача команд в приборы.

Назначение комплексной контрольно-испытательной аппаратуры (ККИА)

- Обеспечение проведения всех видов испытаний комплекса научной аппаратуры;
- имитация функционирования служебных систем КА;
- контроль функционирования научных приборов;
- имитация работы комплекса научной аппаратуры (КНА) по высокоскоростным и низкоскоростным интерфейсам;
- подготовка и формирование циклограмм испытаний;
- отображение хода испытаний;
- первичная обработка, сохранение информации, возможность просмотра информации от системы сбора и приборов КНА и её раздача по локальной сети разработчикам приборов КНА.

Проекты, реализованные с участием сотрудников лабораторий 711, 713, 715

30 января 2009 г. с космодрома «Плесецк» был успешно запущен космический аппарат «КОРОНАС-Фотон» (головная организация — ИЗМИРАН) с комплексом научной аппаратуры «Фотон».

Today the laboratory is actively involved in the Russian and international space science projects *Luna-Glob*, *Luna-Resurs-Orbiter*, *Exo-Mars*, *Interhelioprobe*, *WSO-UV*, *Resonance*, *Ionosfera*, *Strannik*.

Main areas of activity of the laboratory are development and manufacturing of

- Onboard space equipment: systems of collection and recording, storage and dumping of scientific data;
- control and test equipment for self-checks and integrated checks of instrumentation on all test stages at IKI, plants, and launch site;
- telemetry acquisition systems;
- software for data processing and analysis.

Applications of the scientific data collection system (SSNI)

- Scientific data collection from instruments;
- instrumentation performance monitoring;
- data storage, protection, and compression;
- generation of output formats and data output to BCU;
- command reception from BCU via spacecraft MCO;
- relay of time tags to instrumentation;
- relay of commands to instrumentation.

Applications of the integrated ground support equipment (ККИА)

- Support of all types of scientific package testing;
- simulation of spacecraft service systems operation;
- monitoring of instruments operation;
- simulation of scientific payload operation through high- and low-speed interfaces;
- preparation and formation of testing sequences;
- indication of testing progress;
- preliminary processing, storage, view of information from the collection system and scientific payload instruments, and its distribution via local network to the KNA developers

Contribution to Projects

On 30 January 2009 the spacecraft *Koronas-Foton* (Integrated Low-Earth Orbit Observations of the Sun Activity, head organization — IZMIRAN) was successfully launched from the Plesetsk launch pad carrying the scientific package *Foton*.



«Фобос-Грунт». Испытания БЭ ФПМС. Швеция, Кируна, 2011 г.

Phobos Sample Return. Testing of the FPMS electronics unit. Sweden, Kiruna, 2011



Примеры построения комплексных ККИА
Examples of construction of integrated KIAs

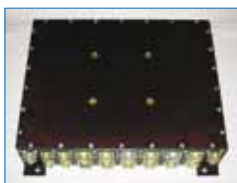


Запуск КА «КОРОНАС-Фотон»

Launch of the Koronas-Foton spacecraft



Прибор ССРНИ. Проект КОРОНАС-Фотон 2009 г.
SSRNI instrument. Project Koronas-Foton, 2009



«КОРОНАС-Фотон».
Испытания КНА. МИФИ, 2008 г.

Koronas-Foton. KNA testing.
MEPhI, 2008



«КОРОНАС-Фотон».
Испытания КА. Истра, 2008 г.

Koronas-Foton. Spacecraft testing. Istra, 2008

БПИ. Проект «Спектр-Р», 2011 г.
BPI. Spektr-R project, 2011



В состав КНА вошла система сбора и регистрации научной информации (ССРНИ), разработанная командой лаборатории. Основной поток научной информации передавался в виде цифровых массивов с научных приборов, по 960 бит в последовательном коде. Скорость передачи массива информации — 62,5 или 125 кбит/с.

Для повышения надёжности работы КНА система ССРНИ была построена по схеме с двумя полуккомплектами, один из которых являлся рабочим, а второй находился в «холодном» резерве. Все сигналы интерфейса обмена данными были задублированы, причём на каждую дублированную линию работал свой передатчик и приёмник информации. С 18 февраля по 17 марта 2009 г. непрерывно функционировал первый полуккомплект ССРНИ. Данные телеметрии показывали стабильное, безошибочное функционирование ССРНИ. С 18 марта по декабрь 2009 г. непрерывно функционировал второй полуккомплект ССРНИ. Суммарно за весь период получено, сохранено и выдано в радиоканал 2 156 728 275 кадров, 7149 отчётов, 10 095 948 пакетов с телеметрической информацией.

КА работал до 1 декабря 2009 г., эксперимент был прекращён из-за выхода из строя системы энергообеспечения.

18 июля 2011 г. состоялся успешный запуск КА «Спектр-Р» (проект «РадиоАстрон», головная организация АКЦ ФИАН) с БПИ, созданным разработчиками лаборатории. БПИ — бортовой прибор, входящий в комплекс научной аппаратуры КА «Спектр-Р». Представляет собой моноблок и предназначен для преобразования информации, выдаваемой из бортового комплекса управления по МКО в управляющие кодовые слова (УКС) для комплекса научной аппаратуры. БПИ состоит из двух полуккомплектов.

В июле 2014 г. был достигнут заданный срок эксплуатации БПИ в составе КА согласно техническому заданию — 3 года. За время работы на орбите БПИ передал более 160 000 цифровых команд. В 2015 г. БПИ продолжает работать в штатном режиме и транслировать цифровые команды в главный телескоп космического аппарата и в приборы эксперимента «Плазма-Ф».

В 2012–2015 гг. в лабораториях была создана и отработана система автоматической посадки глубоководного спасательного аппарата. Как оказалось, опыт построения специализированных систем для космических исследований можно применять при создании систем управления и в других областях, например, при управлении глубоководными спасательными аппаратами. Созданная при непосредственном участии сотрудников лабораторий система САП-271 управления успешно прошла в 2015 г. межведомственные испытания.

Scientific payload includes SSRNI system (Information Collection and Registration System), developed by the laboratory team. The main data stream from the instruments to the SSRNI system is relayed as digital files by 960 bits in sequential code. Data file transfer rate is 62.5 or 125 kbps.

To improve the scientific payload performance reliability the SSRNI system was built with two subsets, one being prime and another on “cold” reservation. All signals of the data exchange interface were duplicated, with every duplicated line possessing its data transmitter and receiver. From 18 February to 17 March 2009 the first SSRNI subset was in continuous operation. The telemetry data indicated stable and error-free performance. From 18 March to December 2009 the second SSRNI subset was in continuous operation. In total 2,156,728,275 frames, 7,149 reports, 10,095,948 telemetry packages were received, stored and forwarded to the radio channel.

The spacecraft was operational until 1 December 2009, as the experiment was terminated after power supply system failure.

On 18 July 2011 the spacecraft *Spektr-R* (RadioAstron project, head organization — AstroSpace Center) was successfully launched, carrying the interface converter (BPI) designed by the laboratory developers. BPI is an onboard instrument, which is integrated in the *Spektr-R* scientific package. It is a monoblock unit designed for conversion of data, which the onboard control system outputs through multiplex exchange channel (MCO) as control code words (UKS) for the scientific package. BPI consists of two subsets.

In July 2014 BPI reached its scheduled lifetime onboard the spacecraft as per the specification — 3 years. During its on-orbit operation BPI relayed over 160,000 digital commands. In 2015 BPI continues its nominal operation and relays digital commands to the spacecraft primary telescope and instruments of the *Plasma-F* experiment.

In 2012–2015 the laboratories designed and tested the auto-trim system of the deep submergence rescue vehicle. As it turned out the experience in developing space research systems can be applied to designing control systems in other areas, for instance, control of deep submergence rescue vehicles. The control system SAP-271 developed with direct involvement of the laboratory successfully passed interagency tests in 2015.



**Первый выход в море
глубоководного
аппарата с созданной
в Институте системой
управления**

*First departure to sea
of the deep submersible with
the control system developed
at the Institute*

**Проекты лабораторий 711, 713, 715 в стадии
разработки**

**In-Development Projects
of the Laboratories 711, 713, 715**



**ССНИ тепловых
эквивалентов (ТЭ) и блок
управления и соединений
(БУС) ТЭ для проекта
«Интергелиозонд»**

*SSNI and BUS heat equivalents
for the Interhelioprobe project*



**Служебные блоки:
управления тепловым
режимом (БУТР), сопряжения
и управления (БУСК), БМ-4,
управления каналами
(БУК); каналы ввода-вы-
вода (КВВ), бортовой
блок управления (БУП) для
проекта «Спектр-УФ»
(головная организация —
ИНАСАН)**

*Service control units of BUTR,
BUSK, BM-4, BUK, KVV, BUP
for the WSO-UV project (head
organization — INASAN)*

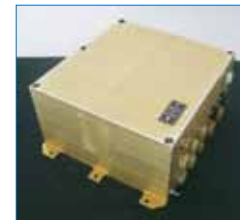


**Блок управления научной
информацией (БУНИ),
конструкторско-
доводочный образец,
проект «Луна-Глоб»
(«Луна-25»)**

*БУНИ, development prototype,
Luna-Glob project*



**ССРНИ-2. Натурно-габаритно-
весовой макет
(НГВМ) для проекта «Луна-
Ресурс-Орбитальный»**
*SSRNI-2 for the project Luna-
Resurs-Orbiter*



**БУНИ-ЛР для проекта «Луна-
Ресурс-Орбитальный»,
технический образец**
*БУНИ-LR for the project
Luna-Resurs-Orbiter, technical
model*



**Блок электроники ком-
плекса АЦС для проекта
«ЭкзоМарс» (2016)**
*Atmospheric Chemistry Suit
(ACS) system electronics for
the ExoMars project (2016)*



**Блок интерфейсов и па-
мяти (БИП) для проекта
«ЭкзоМарс» (2018)**
*Interface and storage unit (BIP)
for the ExoMars project (2018)*



**Проект «Резонанс» (при-
бор СУСПИ) СУСПИ ТО**
*Resonance project (SUSPI
instrument) SUSPI TO*



**Система управления,
сбора и передачи ин-
формации (СУСПИ-С) для
проекта «Странник»**
*SUSPI-S for the Strannik
project*



**Фрагмент испытаний
микроспутника
«Чибис-М». 2010 г.**

*During Chibis-M microsatellite
testing. 2010*

Игорь Козлов
Igor Kozlov



Лаборатория планирования и научно-технического обеспечения экспериментов на микроспутниках (712) (руководитель — Игорь Козлов)

В состав лаборатории после реформы структуры Института в 2013 г. вошли специалисты, участвовавшие во всех проектах 71 отдела начиная с его образования в 1973 г.

В последние годы сотрудники лаборатории сконцентрировали усилия на создании, наземной отработке и сопровождению микроспутников, создаваемых в ИКИ, что и отразилось в названии. Первым весьма успешным опытом стал микроспутник «Чибис-М», начавший свою работу после отстыковки от грузового корабля «Прогресс» 25 января 2011 г. Микроспутник успешно проработал на орбите почти 3 года (при заявленном сроке функционирования 1 год) и дал много важных результатов, также — опыт в управлении спутниками.

Лаборатория робототехнических систем для планетных исследований (714) (руководитель — Олег Козлов)

Лаборатория была сформирована в 2013 г. на основе лаборатории бортовых управляемых электромеханических систем и проектирования комплексов научной аппаратуры отдела 73 и выполняет работы, связанные с разработкой робототехнических комплексов и научных приборов.

Microsatellite Experiments Planning and Support Laboratory (712). Head — Igor Kozlov

Following the Institute reorganization in 2013 the laboratory was joined by the specialists of the department No. 71 that participated in all its projects since the establishment in 1973.

In the recent years the laboratory staff concentrates its efforts on designing, ground testing, and supporting of the microsatellites built at IKI, that was reflected in its name. The first and successful experience was the microsatellite *Chibis-M*, which became operational after undocking from a *Progress* cargo ship on 25 January 2011. The microsatellite efficiently operated in orbit for almost 3 years (with the stated operation life of 1 year) and provided a lot of important data, as well as experience in satellite control.

Олег Козлов
Oleg Kozlov



Robotic Systems for Planetary Explorations Laboratory of Robotic Systems for Planetary Exploration (714). Head — Oleg Kozlov

The laboratory was established in 2013 on the basis of the Laboratory of Controllable Electromechanical Systems and Design of Scientific Packages under the department No. 73 and conducts activities related to development of robotic systems and instrumentation.

Первой практической работой сотрудников лаборатории было проектирование и реализация манипуляторного комплекса проекта «Фобос-Грунт». Основной задачей проекта был забор грунта с поверхности Фобоса и доставка его на Землю.

Испытаниями была доказана возможность манипуляторным комплексом забирать грунт от сыпучего и связного до твёрдого и перегружать его в возвратную ракету.

Сейчас в лаборатории разрабатывается лунный манипуляторный комплекс (манипулятор) (ЛМК), основная задача которого — забор образцов грунта с глубины до 40 см, их загрузка в приборы и наведение установленных на манипуляторе приборов на выбранные участки поверхности. ЛМК должен устанавливаться как на КА «Луна-Глоб», так и на КА «Луна-Ресурс-Посадочный».

По проекту «Луна-Ресурс-Посадочный»:

- разрабатывается поворотная платформа для наведения приборов лунный инфракрасный спектрометр (ЛИС), телевизионной камеры рабочего поля манипулятора (ТВ-РПМ) и LINA XSAN;
- разрабатывается грунтозаборное устройство для криогенного бурения и доставки образцов приборам и курируется работа европейской части бурового устройства;
- курируется работа по созданию европейского прибора по анализу грунта.

Одновременно в лаборатории ведутся работы по созданию сканеров приборов МСА-СИ и ФЕБУС проекта «Бепи Коломбо», рентгеновского телескопа SPIN-X1 (проект «Монитор Всего Неба»), конструктива блоков телескопа ART-XC проекта «Спектр-РГ», приборов комплекса АЦС для космического аппарата TGO (проект «ЭкзоМарс», 2016), конструктива приборов ПмЛ по проекту «Луна-Глоб», прибора ТАЛ газового хроматографа по проекту «Луна-Ресурс-Посадочный».

На ближайшую перспективу разрабатывается вариант лунохода для совместной работы лунохода и посадочной станции КА «Луна-Ресурс».

Лаборатория создания и наземной отработки комплексов научной аппаратуры и обеспечения научных экспериментов на пилотируемых модулях (716)
(руководитель — Олег Андреев)

Совместно с коллегами из Института медико-биологических проблем (ИМБП РАН) были разработаны телемедицинские бортовые комплекты (ТБК-1, ТБК-1С), предназначенные для регистрации, обработки, хранения и передачи специальной медицинской информации, характеризующей состояние здоровья членов экипажа РС МКС: ТБК-1 — отоларингологический комплект, а ТБК-1С — стоматологический.

The first practical work for the laboratory was to design and implement the manipulator system for the *Phobos Sample Return* project. The project's main objective was soil sample collection from the Phobos surface and its delivery to the Earth.

Testing demonstrated the manipulator capabilities to sample different soil samples (from loose and cohesive to hard soil) and load them into a return craft.

Today the laboratory develops the lunar manipulator system (LMK) with the main task of collecting soil samples from depths down to 40 cm, loading the samples into the instruments, and pointing the instruments to the selected surface areas. LMK will be mounted on the *Luna-Glob* spacecraft and the *Luna-Resurs* lander.

With respect to the *Luna-Resurs* lander:

- A rotating platform is developed to point the LIS, TV-RPM, and LINA-XSAN;
- a soil-sampling device is developed for cryogenic drilling and sample delivery to the instrumentation, and work is supervised on the European part of the drilling unit;
- the work on a European soil sample analyzer is supervised.

At the same time the laboratory designs scanners for the MSASI and PHEBUS instruments as part of the *BepiColombo* project, the SPIN-X1 X-ray telescope (*All-Sky Monitor* project), structural elements of the ART-XC telescope blocks (*Spektr-RG* mission), the ACS system instrumentation for the TGO spacecraft (*ExoMars* mission, 2016), structural elements of the PmL instrumentation (*Luna-Glob* mission), TAL instrument for the gas chromatograph (*Luna-Resurs-Lander* mission).

For the short term a moon rover is developed for the joint operation of the rover and the *Luna-Resurs-Lander*.



Манипуляторный комплекс проекта «Фобос-Грунт»
Manipulator system of the *Phobos Sample Return* project



Луноход
Moon rover

Scientific Payload Design and Testing and Support Laboratory of Manned Module Science (716). Head — Oleg Andreyev

In collaboration with associates from the Institute of Biomedical Problems there were developed telemedicine packages (ТБК-1, ТБК-1С) for recording, processing, storage and transfer of medical information describing health status of the RS ISS crew members. ТБК-1 is an otorinolaryngologic package, and ТБК-1С — a stomatological package.



Олег Андреев
Oleg Andreyev



Блок БУНД. Внешний вид и вид со снятой верхней крышкой

BUND unit. Exterior and with top cover off

Разработан аппаратно-программный комплекс МВФ, предназначенный для контроля и мониторинга в реальном времени наблюдающим врачом состояния здоровья космонавта на месте посадки спускаемого аппарата, а также во время транспортировки космонавтов от места приземления. МВФ позволяет осуществлять одновременно непрерывный визуальный контроль и регистрацию основных медицинских показателей (электрокардиограмму, артериальное давление, пульсоксиметрию). В перспективе предполагается использование штатных образцов МВФ на борту РС МКС и КК «Союз-ТМА».

Сотрудники лаборатории принимали участие в разработке научной аппаратуры для эксперимента РУСАЛКА для РС МКС. Основной задачей этого эксперимента являлась отработка методики космического мониторинга углекислого газа и метана в атмосфере.

Для эксперимента на МКС был разработан трёхосный высокоточный акселерометр ТВА-П, устанавливаемый на платформе АПП-Ф. ТВА предназначен:

- для измерения ускорений как результат воздействия на КА и узлы платформы АПП-Ф негравитационных сил;
- приёма и исполнения управляющих команд от блока управления платформы АПП-Ф;
- выдачи телеметрических параметров о состоянии ТВА.

Лаборатория курировала проект микро-спутника «Чибис-М», предназначенного для исследования физических процессов в грозовых разрядах в атмосфере Земли.

В рамках проектов «Луна-Ресурс» и «ЭкзоМарс» (2018) совместно с ИФЗ РАН разрабатываются приборы СЕЙСМО для мониторинга лунной сейсмологической обстановки и сейсмогравиметр (СЭМ) для изучения сейсмологической активности планеты Марс.

Для проекта «Спектр-УФ» (головная организация ИНАСАН) разрабатывается блок БУНД.

Сотрудники лаборатории принимают активное участие в проведении комплексных работ по проектам «ЭкзоМарс» (2016 и 2018 гг.). Перспективные проекты: «Чибис-АИ», «Лаплас-П».

Лаборатория проектирования специализированных бортовых систем для космических исследований (717)
(руководитель — Андрей Бондаренко)

Отдельная лаборатория специализированных бортовых систем окончательно сформировалась в 2013 г. под руководством А. В. Бондаренко из разработчиков, успешно работавших в составе 71 отдела и имевших к тому времени положительный опыт

A hard-and-software system MVF was designed to allow a supervising doctor to control and monitor in real time health status of the cosmonauts at a reentry spacecraft landing site and during moving cosmonauts from the site. MVF simultaneously enables continuous visual checking and recording of essential medical indications (electrocardiogram, arterial pressure, pulse oximetry). In the future it is expected to use flight units of MVF onboard the RS ISS and Soyuz-TMA.

The laboratory staff participated in development of scientific hardware for the *Rusalka* experiment onboard the RS of ISS. The main objective of the experiment was to trial a method of carbon dioxide and methane satellite monitoring in the atmosphere.

For an experiment aboard the International Space Station a three-axis inertial accelerometer TVA-P mounted on the APP-F platform was developed. TVA is designed to:

- measure accelerations as a result of non-gravitational forces effects on a spacecraft and the APP-F platform assemblies;
- receive and execute control commands from the APP platform control unit;
- output telemetry parameters on the TVA status.

The laboratory supervised the *Chibis-M* project designed to study physical processes of lightning discharges in the Earth atmosphere.

As part of the *Luna-Resurs* and *ExoMars* (2018) projects in collaboration with the Institute of Physics of the Earth of RAS the specialists of laboratory develop the following instruments: SEISMO to monitor the lunar seismological environment and seismogravimeter (SEM) to observe seismological activity on Mars.

For the *WSO-UV* mission (leading organization — INASAN) a scientific data control unit (BUND) is developed.

The laboratory staff actively participates in the *ExoMars* projects (2016 and 2018). Planned projects: *Chibis-AI*, *Laplace-P*.

Laboratory for Dedicated Onboard Equipment for Space Experiments (717). Head —
Andrey Bondarenko

A separate laboratory for dedicated onboard equipment completely formed in 2013 under the supervision of A. Bondarenko from the developers, which successfully worked in the department No.71 and had positive experience in designing onboard units and systems for the following projects: *Phobos Sample Return*

Андрей Бондаренко
Andrey Bondarenko





Отладка цифровой камеры БЭ СТЗ (проект «Фобос-Грунт»)

Testing of a STZ digital camera (Phobos Sample Return)



Программирование цифровой фотокамеры (ЦФК) микроспутника «Чибис-М»

TsFK programming, microsatellite Chibis-M

создания бортовых блоков и систем для проектов «Фобос-Грунт» (БЭ СТЗ); микроспутник «Чибис-М» (цифровая камера ЦФК); САП-271 (оптический датчик координат ОДК2); «Бели Коломбо» (магнитометр, ЕКА).

(Technical Vision System (STZ) Electronics), *Chibis-M* microsatellite (digital camera TsFK), SAP-271 (optical resolver ODK2), *BepiColombo* (magnetometer, ESA).

Специализация лаборатории

- Системы технического зрения,
- цифровые камеры, оптоэлектроника,
- цифровая обработка изображений и сигналов в реальном времени,
- системы и средства сбора и обработки экспериментальных данных,
- высокоскоростные цифровые интерфейсы,
- системы управления приводами,
- робототехника,
- контрольно-испытательная аппаратура (КИА),
- специализированное программное обеспечение.

Лаборатория участвует в создании перспективных приборов для проектов «Луна-25» и «Луна-27»: телевизионной камеры ТВ РПМ и блоков электроники для эксперимента ПмЛ и для лунного манипуляторного комплекса.

Также лаборатория принимает участие в изготовлении системы автоматической посадки САП-271 на аварийную подводную лодку — оптический датчик координат, интерфейсная плата и программное обеспечение.

Areas of activity

- Technical vision systems,
- digital cameras, optoelectronics,
- real-time digital processing of images and signals,
- systems and devices of experiment data collection and processing,
- high-rate digital interfaces,
- drive control systems,
- robotics,
- control and testing equipment (KIA — C&I),
- dedicated software.

The laboratory participates in designing of potential instruments for projects *Luna-25* and *Luna-27*: TV camera TV-RPM and electronics for the PmL experiment and lunar manipulation system.

The laboratory is also involved in manufacturing of the automatic landing system SAP-271 for submersibles — optical sensor, interface board, and software.