



ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ АО «РОССИЙСКИЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РОССИЙСКАЯ КОРПОРАЦИЯ
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»**



Москва 2015



ТЮЛИН Андрей Евгеньевич — генеральный директор ОАО «Российские космические системы»; кандидат технических наук, член-корреспондент Российской академии ракетных и артиллерийских наук, профессор Академии военных наук, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники.

Уважаемые читатели !

Исторический материал, представленный в книге, охватывает период с момента создания в 1946 г. по настоящее время одной из базовых организаций ракетно-космической отрасли нашей страны — ОАО "Российские космические системы" (РКС). На многолетнем пути становления и развития коллектив РКС успешно решал многие научно-технические, организационные и производственные проблемы, демонстрируя достижения мирового уровня космической техники. Первые многоступенчатые боевые ракеты, первый спутник, открывший человечеству дорогу в космос, первый пилотируемый космический полет, научные исследования Луны, Марса и Венеры, — вот работы, выполненные при активном участии РКС. Системы космической связи и навигации также стали областью эффективной деятельности РКС и в социальной и в оборонной сфере.

Сегодня перед коллективом РКС на первом плане стоит сложная комплексная задача — обеспечить повышение научно-технического уровня разработок и стабильность качества продукции. Как видно из материалов книги, высокий интеллектуальный потенциал и многолетний производственный опыт РКС позволяют успешно решить эти задачи.

Генеральный директор  *А.Е. Тюлин*

ББК 39.6–4
И89

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель

А.Е. Тюлин

Заместитель председателя

Л.И. Гусев

Члены редколлегии

Н.С. Данилин, А.В. Дунаев, С.А. Ежов, В.П. Кузовкин, Е.П. Молотов, Е.В. Мухин,
А.С. Селиванов, В.К. Старцев.

Секретарь

Л.М. Степахина

Материалы книги подготовлены рабочей группой в составе:

А.С. Селиванов (руководитель), И.А. Морозов (заместитель руководителя),
Н.С. Данилин, М.В. Подвербная, В.К. Старцев, Л.М. Степахина, Г.В. Эджумян.

И89 ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ

АО «РОССИЙСКИЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ». – Екатеринбург:

Издательство «Форт Диалог-Исеть», 2015. – 350 с.

ISBN 978-5-91128-083-3

Настоящая книга является дополненным актуализированным продолжением серии научно-технических изданий, посвященных истории становления и развития одной из ведущих организаций космической отрасли — АО «Российские космические системы» (РКС), основанной в 1946 г. под наименованием НИИ-885.

В книге представлены основные направления работ на сегодняшний день, описывается современное состояние организации. Специальный раздел книги посвящен экспозиции технико-исторического музея РКС, вкладу ученых и инженеров в создание космической техники.

Издание представляет интерес для сотрудников организации и других работников ракетно-космической отрасли.

ISBN 978-5-91128-083-3

© АО «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем», экспертно-аналитический центр, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Приветствие читателям	
1. Исторический очерк	5
2. Системы управления ракетами	24
3. Начало космической эры	31
4. Исследования Луны	35
5. Программы пилотируемых полетов	40
6. Исследования дальнего космоса	49
7. Космические навигационные и геодезические системы	54
8. Функциональные дополнения к ГЛОНАСС	59
9. Навигационно-информационные системы на базе ГЛОНАСС	65
10. Командно-измерительные системы	73
11. Наземный автоматизированный комплекс управления	82
12. Системы дистанционного зондирования Земли	89
13. Космическая система поиска и спасания	99
14. Морской старт	106
15. Бортовые приемные и передающие устройства	108
16. Разработка вычислительной техники	116
17. Телеметрические системы	119
18. Запоминающие устройства	126
19. Антенные системы	134
20. Космические телевизионные устройства	139
21. Лазерные системы	144
22. Системы мониторинга опасных объектов и грузов	146
23. Система мониторинга морских судов	151
24. Системы радиомониторинга и связи	153
25. Малоразмерные космические аппараты	155
26. Научный центр оперативного мониторинга Земли	159
27. Обеспечение надежности аппаратуры	165
28. Испытательный центр	168
29. Научный центр сертификации элементов и оборудования	172
30. Отраслевой центр проектирования и изготовления специализированных СБИС	179
31. Опытно-экспериментальный завод и технологическое обеспечение	182
32. Спутниковые исследования ионосферы Земли	191
33. Международная аэрокосмическая система глобального мониторинга (проект МАКСМ)	193
34. Инновационный центр	196
35. Метрологическая служба	203
36. Радиочастотный центр Роскосмоса	207

37. Информационное обеспечение, стандартизация и патентная защита разработок	210
38. Техничко-исторический музей	215
Герои и лауреаты	219
Структура экспозиции музея	228
Системы управления баллистическими ракетами	229
Бортовая аппаратура первого спутника.	231
Наземный автоматизированный комплекс управления	234
Командно-измерительные системы.	238
Радиотехнические системы пилотируемых комплексов.	243
Космические навигационные и геодезические системы	248
Космические исследования.	259
Международная космическая система поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ	270
Ракетная и спутниковая телеметрия	275
Дистанционное зондирование земли	292
Радиоприемные и передающие устройства для космической связи и навигации.	303
Антенные системы	312
Лазерные системы	316
Малоразмерные космические аппараты	319
Технологии производства радиоприборов	321
Экспозиции, посвященные историческим датам.	326
39. Персоналии	329
Список основных сокращений	342
Список литературы	349

1. ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Предыстория (до 1946 г.)

Еще до Великой Отечественной войны была разработана программа перевооружения армии, в которой предполагалось расширить научно-исследовательские и экспериментальные работы в области радиосвязи, радионавигации и радиолокации. Необходимо было создать достаточно мощную базу для разработки и производства аппаратуры.

С этой целью было решено построить на окраине Москвы, в районе бывшей Дангауэровской слободы, «Радиогородок», состоящий из НИИ и трех заводов для производства электро- и радиоаппаратуры. Строительство «Радиогородка» началось в 1930 г. В 1934-1935 гг. начал действовать завод аппаратуры точной электромеханики (ЗАТЭМ).

Постановлением Совета Народных Комиссаров (Совнаркома) СССР от 26 февраля 1938 г. предусматривалось создание специального научно-исследовательского института и завода для разработки и изготовления аппаратуры систем радиотелеуправления. Начавшаяся война помешала выполнить это постановление. По строительству Института удалось произвести работы только нулевого цикла. Ряд предприятий из «Радиогородка» был на время войны эвакуирован, в том числе завод ЗАТЭМ.

Кадровая политика руководства страны до войны привела, в частности, к сворачиванию работ по созданию ракетного вооружения дальнего действия. К концу войны стало ясно, что немецкие специалисты ушли далеко вперед по созданию боевых ракетных систем по сравнению со странами антигитлеровской коалиции – СССР, США, Англией.

Создание и специализация Института (1946-1957 гг.)

После окончания Великой Отечественной войны в связи с изменением международной обстановки и возникновением ядерной угрозы со стороны США в нашей стране были приняты чрезвычайные меры, направленные на достижение стратегического паритета с вероятным противником. С созданием ядерного оружия остро встал вопрос о надежном средстве его доставки на большие расстояния.

Еще в конце 1944 – начале 1945 г. в Германию были направлены группы советских специалистов для изучения немецкого опыта в области создания перспективных ракетных вооружений, технологии их крупносерийного производства.

Группу по ракетам дальнего действия возглавил Сергей Павлович Королев. В эту группу вошли специалисты, которые впоследствии стали ведущими руководителями НИИ-885. Это Михаил Сергеевич Рязанский и Николай Алексеевич Пилюгин. Ближайшим помощником М.С. Рязанского был Богуславский Евгений Яковлевич.

Отправным событием в решении проблемы создания средств доставки явилось историческое Постановление Совета Министров СССР от 13 мая 1946 г., опреде-



М. С. Рязанский, Е. Я. Богуславский и Н. А. Пилюгин в Германии. 1946 г.

лившее начало работ в стране по созданию ракетного оружия дальнего действия. От этой даты, собственно, начинается формирование НИИ-885 как головного предприятия по системам управления ракетами (в Постановлении — «научно-исследовательский институт с проектно-конструкторским бюро по радио- и электроприборам управления дальнебойными и зенитными реактивными снарядами»).

В дальнейшем название Института неоднократно менялось: научно-исследовательский институт специальной техники (НИИ СТ), НИИ-885 или предприятие п/я 2427, предприятие п/я Г-4149, НИИ приборостроения (НИИП), федеральное государственное унитарное предприятие «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения»

(ФГУП «РНИИ КП»), с 2009 г. — открытое акционерное общество «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (ОАО «Российские космические системы»), и, наконец, с 2015 г. — акционерное общество «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (АО «Российские космические системы»).

В последующих разделах, с целью сохранения преемственности по отношению к ранее изданным книгам «Вехи истории», используется наименование НИИ-885 или же сокращенно — «Институт».

НИИ-885 первоначально формировался из нескольких коллективов.

В феврале 1942 г. по льду Ладожского озера в Москву на пустующие площади завода ЗАТЭМ была эвакуирована из Ленинграда часть завода «Красная заря» (до революции это был завод шведской фирмы «Эрикссон») с личным составом, оборудованием и документацией. На этой базе был создан завод №1 Наркомата обороны. Завод «Красная заря» отличали высокая культура производства, отличное качество продукции, профессионализм инженерно-технического персонала. Эти

качества были сохранены и умножены к тому времени, когда завод №1 стал опытным заводом НИИ-885 (1947 г.), а его СКБ вошло в состав Института.

С мая 1946 г. начался перевод в НИИ-885 специалистов из других организаций.

Прежде всего, из НИИ-20 были переведены лучшие работники, составившие научно-техническое ядро Института, специалисты из спецбюро СБ-10 радиозавода № 528, из треста «Электрочермет» и ПКБ-886.

Через несколько лет, с увеличением объема работ, из НИИ-885 выделились самостоятельные предприятия разной специализации:

СКБ-245 – разработка счетно-вычислительных машин (1952 г.);

НИИ-648 – разработка управления планирующими ракетами (1952 г.);

СКБ-567 – разработка систем телеметрических измерений (1952 г.);

ПКБ-886 – разработка радиовзрывателей (1953 г.).

В течение 7 лет (с ноября 1946 г. и вплоть до 1953-го) в Институте работали 54 немецких специалиста, вывезенные из Германии, которые в эти годы оказали существенную помощь Институту в выполнении тематических работ.

Первые 9 лет директорами НИИ-885 последовательно были Михаил Евграфович Салманов, Николай Дмитриевич Максимов, Павел Васильевич Козлов, Гавриил Степанович Савельев. Они решали задачи по формированию кадрового состава Института, освобождению его от непрофильной тематики и по множеству других организационных и хозяйственных проблем, свойственных периоду становления организации.

Этот период был омрачен большим пожаром, произошедшим в 1949 г. на территории Института, уничтожившим значительную часть лабораторных и производственных помещений, документации и оборудования. Однако восстановление работоспособности Института шло ударными темпами. Основные строительные работы были проведены за сто дней (!).

Таким образом, в 1952 г. после реорганизаций и кадровых переводов основная тематика Института вполне определилась. В нем было создано два базовых комплексных подразделения. Комплекс 1 возглавил главный конструктор автономных систем управления, главный инженер Института Н.А. Пилюгин, Комплекс 2 – главный конструктор радиосистем управления, директор Института М.С. Рязанский. Они входили в знаменитый Совет главных конструкторов, созданный С.П. Королевым, состоявший из шести человек и фактически сложившийся еще в Германии. Совету и его председателю принадлежит огромная заслуга в становлении современного ракетостроения и практической космонавтики как направления в науке и технике.

Важнейшими задачами в этот период было обеспечение Института квалифицированными кадрами, строительство лабораторно-производственных помещений, развитие производства при одновременном наращивании разработок и их практической реализации.

В результате Институтом были разработаны системы управления ракетами Р-1 (1949), Р-2 (1950), Р-5 (1956 г.) и Р-7 (1957 г.).



Совет главных конструкторов: М.С. Рязанский, Н.А. Пилюгин, С.П. Королев, В.П. Глушко, В.П. Бармин, В.И. Кузнецов. 4.11.1957 г. После запуска спутника ИСЗ-2 с собакой Лайкой.

Ракета Р-7 позволила осуществить давнюю мечту человечества — вывести на орбиту первый искусственный спутник Земли в 1957 г., тем самым положив начало космической эре.

Развитие космической тематики (1958-1989 гг.)

После запуска первого искусственного спутника Земли Институт активно участвовал в выполнении правительственных программ освоения космического пространства, реализуя приоритетные задачи нашей страны в этой области.

Благодаря работам по совершенствованию инерциальных методов, автономные системы управления достигли такого уровня точности стрельбы МБР, что применение радиотехнических систем управления баллистическими ракетами стало нецелесообразным.

Это послужило технической основой для реорганизации Института и пересмотра его тематики.

Летом 1963 г. было принято правительственное решение, по которому на базе НИИ-885, СКБ-567 и НИИ-944 были созданы два крупных института:

НИИП (главный конструктор и директор — М.С. Рязанский) и НИИ АП (главный конструктор и директор — Н.А. Пилюгин).

Одновременно с этим в НИИП перешли все разработки в области телеметрии и космоса, выполнявшиеся в СКБ-567 и включавшие системы бортовой телеметрии, космического телевидения, сеть наземных и корабельных телеметрических пунктов, а также созданный СКБ-567 Западный центр дальней космической связи с большими антеннами АДУ-1000 (г. Евпатория).

Опытный завод №1 Института вместе с экспериментальными цехами был передан НИИ АП. На завод «Радиоприбор» были возложены функции опытного завода Института.

Благодаря объединению с заводом, Институт стал полноценным многопрофильным предприятием, в значительной степени самостоятельным, способным самостоятельно разрабатывать и производить бортовую и наземную аппаратуру, оптимально интегрируя ее в комплексы и системы. Эти факторы всегда привлекали заказчиков и в будущем сыграли заметную положительную роль.

В результате выполнения обширных программ по ракетно-космической тематике, Институт занял ключевые позиции в создании радиотехнических и оптико-электронных систем для решения задач по следующим основным направлениям:

- исследования Луны;
- пилотируемые программы;
- исследования в дальнем космосе;
- космическая связь;
- телеметрические системы;
- космические системы навигации и геодезии;
- развитие наземной инфраструктуры управления КА;
- космические телевизионные системы;
- лазерные системы;
- системы дистанционного зондирования Земли.

Объем работ рос с каждым годом, и Институт столкнулся с трудностями по выполнению порученных ему заказов. Требовалось совершенствование структуры и системы управления Институтами, расширение производства, освоение новых технологий и научно-технических направлений, расширение капитального строительства. Необходимо было обеспечить жилищное строительство для персонала и развитие социальной инфраструктуры.

Эти задачи решались Леонидом Ивановичем Гусевым — новым директором Института, назначенным на эту должность в 1965 г. с поста заместителя министра общего машиностроения.



Л.И. Гусев, Н.А. Пилюгин, Е.Я. Богуславский, М.С. Рязанский на 60-лети
Н.А. Пилюгина. НИИАП, 1968 г.

Главный конструктор Института Михаил Сергеевич Рязанский, ставший одновременно заместителем директора по научной части, сосредоточил свою деятельность на решении научно-технических вопросов разработки аппаратуры.

Л.И. Гусевым была расширена тематика Института, поэтапно сформированы новые тематические отделения и специализированные отделы, централизованы конструкторские работы. В 1976 г. в практику работы введены разработанные в Институте система автоматизированного управления (САУ) и система автоматизированного проектирования радиоаппаратуры (САПР), ставшие примером для отрасли. Для оптимального выполнения заказов было восстановлено экспериментальное и реконструировано опытное производство.

В 1978 г. на базе Института и завода «Радиоприбор», приказом Министерства общего машиностроения было создано научно-производственное объединение — НПО «Радиоприбор», но обе структурные единицы сохранили права юридического лица.

В составе и на базе Института в разное время были созданы:

- НИИ прецизионного приборостроения (г. Москва) — лазерная техника;
- НИИ космического приборостроения (г. Москва) — международное сотрудничество;
- НИИ «Орион» (г. Голицыно) — наземные системы управления КА;

- НИИ «Опыт» (г. Белгород) — вычислительные системы;
- ТашНИИП (г. Ташкент) — системы оповещения;
- Организация «Сириус» (г. Китаб) — полевые испытания аппаратуры;
- Организация «Антарес» (г. Троицк) — стендовые испытания аппаратуры;
- Костромской радиоприборный завод (г. Кострома);
- Бакинский филиал НПО «Радиоприбор» с опытным заводом (г. Баку).

Экономический и производственный кризис, выживание и подъем (1989-2005 гг.)

Перестройка экономики в стране, изменение форм собственности и государственных структур весьма болезненно отразились на космической отрасли.

В середине 80-х годов стала очевидной тенденция к существенному снижению объема работ, финансируемых из госбюджета.

Учитывая новые условия, в Институте была разработана и внедрена система внутреннего хозяйственного расчета, суть которой состояла в наделении тематических отделений (крупных научно-технических подразделений) основными фондами, предоставлении им права поиска заказов, закре-



Группа руководящих сотрудников Института, награжденных медалью «В память 850-летия Москвы», 1997 г.
 Стоят (слева-направо): С.С. Глазов, Н.С. Данилин, А.Н. Козлов, Е.Н. Галин, В.Б. Харин, А.С. Селиванов, В.Т. Гусяков, В.В. Кленов, И.А. Данилин, В.Д. Шаргородский, Б.Н. Гуреев, А.М. Карпов, Ю.М. Урличич, Н.Е. Иванов, Ю.А. Протасов, Е.А. Коломбет, М.К. Соловьев, В.С. Анашин, С.А. Ежов, В.А. Зайцев, В.П. Моисеенко, В.Ф. Головин
 Сидят (слева-направо): К.К. Казаченко, Л.И. Гусев, Е.П. Генина, В.В. Лысенко.

плении за ними права распоряжаться основной частью фактически полученных финансовых средств для оплаты труда и поощрения исполнителей работ, а также обеспечении соответствующих подразделений научным оборудованием и расходными материалами. Был осуществлен отход от жесткой административной централизованной системы управления и стимулирования труда.

Своевременно принятые меры позволили Институту до середины 90-х годов сохранить основную часть квалифицированных работников, удержать уровень средней заработной платы, соответствующий общегородским показателям, выполнять налоговые обязательства.

Кроме основных работ в Институте по программе конверсии проводилась разработка и изготовление бытовой техники: магнитофонов «РАПРИ», металлоискателей «БИМ», медицинских полиграфов и другой аппаратуры, которая пользовалась большим спросом у населения.

Однако в середине 90-х годов реальное финансирование полученных Институтом заказов снова значительно снизилось. Прекратилось авансирование работ, а доля оплаты выполненных работ денежными средствами доходила до 10%. Уменьшилась зарплата сотрудников, появились трудности с ее выплатой. У Института образовались значительные долги за коммунальные услуги. Количество сотрудников, составлявшее ранее около десяти тысяч человек, постепенно уменьшилось до двух тысяч, при этом их средний возраст достиг 54 лет. В этих сложных условиях управление Институтом стало осуществляться административными методами.

В 1996 г. в стране перестали существовать НПО и обанкротился завод «Радиоприбор» — основная производственная база Института. При этом часть производственных площадей и выпускных цехов была передана в Институт. Они слились с экспериментальным производством и образовали структурное подразделение Института под названием ОЭЗ — опытно-экспериментальный завод.

Администрация вела тяжелую борьбу за сохранение Института. Положительную роль в выживании Института сыграли его многопрофильность, большой научно-технический задел и сохранившийся интеллектуальный потенциал.

Основные структурные подразделения Института остались неизменными, хотя их возможности существенно уменьшились. Тем не менее, небольшие объемы заказов по таким направлениям, как радиоаппаратура для международной пилотируемой космической станции (МКС), системы дистанционного зондирования Земли, международная космическая система поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ и ряд других работ, позволили сохранить базовые технологии.

Партийная организация института

Большим подспорьем руководству Института по мобилизации коллектива и созданию трудового настроя исполнителей в лабораториях и цехах по обеспечению качественного и своевременного выполнения заказов являлась первичная партийная организация КПСС во главе с партийным комитетом, основным звеном которого был производственный сектор.

Основное внимание производственного сектора парткома сосредотачивалось на сроках завершения этапов разработок, результатах отработки приборов и комплексов, а также на взаимодействии низовых партийных организаций с исполнителями.

По этим вопросам на заседаниях парткома периодически заслушивались ответственные работники и принимались действенные меры по ликвидации отставаний и устранению недостатков.

За прошедшие годы секретарями партийного комитета Института были: Л.И. Гусев, А.И. Статнов, Ю.А. Кубарев, Н.Н. Булгаков и др.

Партийная организация Института прекратила существование в 1992 г.

Дальнейшее развитие (2005-2011 гг.)

С 2001 г. Институт возглавлял генеральный директор, а с 2004 г. — генеральный директор — генеральный конструктор Юрий Матэвич Урличич, бывший сотрудник Института. Опираясь преимущественно на экономические методы управления, руководству удалось переломить негативные тенденции в Институте, существенно увеличить объем работ, повысить зарплату сотрудникам, расплатиться с долгами. А главное, была расширена не только тематика работ, но и по многим традиционным направлениям Институт стал головным в отрасли и стране. Это способствовало росту его авторитета и притоку новых заказов.

К 2011 г. Институт стал головной организацией по шестнадцати научно-техническим направлениям, системам и программам. Основные из них — глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС и наземный автоматизированный комплекс управления космическими аппаратами (НАКУ КА).

В то время в Институте работало более пяти тысяч человек, а средний возраст сотрудников снизился до 47 лет. Существенно увеличилась зарплата персонала, и это содействовало притоку молодых специалистов. Структура Института стала более эффективной, адаптированной к новым условиям работы.

Кроме тематических отделений по основным направлениям были созданы научно-технические центры и филиалы:

- Многофункциональный навигационно-информационный центр;
- Радиочастотный центр Роскосмоса;
- Научно-технический центр системного мониторинга и оперативного управления;
- Экспертно-аналитический центр (с технико-историческим музеем);
- Научный центр сертификации элементов и оборудования;
- Центр планирования, приема, обработки и регистрации детальной информации с космических аппаратов дистанционного зондирования Земли;
- Научно-технический центр координации, развития и использования целевых систем;
- Координационный центр по созданию (модернизации), вводу в эксплуатацию и эксплуатации наземных комплексов управления и систем;
- Центр закупок комплектующих изделий и материалов;
- Инновационный центр;
- Центр развития наземных комплексов и перспективных технологий управления космическими аппаратами;
- Научно-производственный центр по проведению испытаний приборов, комплексов, систем и изделий внутреннего изготовления;
- Научно-технический центр координации программ;
- Научно-технологический центр космического мониторинга Земли;
- Центр по изготовлению сверхбольших интегральных схем (дизайн-центр).

С целью повышения научно-технической и экономической эффективности работ в области космического приборостроения и смежных отраслей в 2006 г. Указом Президента Российской Федерации было предусмотрено создание интегрированной структуры – открытого акционерного общества «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (ОАО «Российские космические системы»), головной организацией которой определен Институт. Реорганизация заняла несколько лет в связи с ее проведением в два этапа. На первом этапе Институт был реорганизован путем присоединения к нему двух расположенных в г. Москве предприятий: ФГУП «Завод точных приборов» и ФГУП «Центр космических наблюдений». На втором этапе Институт был преобразован в открытое акционерное общество, в уставный капитал которого переданы 74,5 % акций шести родственных Институту по тематике предприятий, преобразованных также в акционерные общества:

- Научно-исследовательский институт космического приборостроения (ОАО «НИИ КП»), г. Москва;
- Научно-исследовательский институт точных приборов (ОАО «НИИ ТП»), г. Москва;
- Научно-исследовательский институт физических измерений (ОАО «НИИФИ»), г. Пенза;

- Научно-производственное объединение измерительной техники (ОАО «НПО ИТ»), г. Королев, Московской области;
- Научно-производственное объединение «Орион» (ОАО «НПО «Орион»), г. Краснознаменск, Московской области;
- Особое конструкторское бюро Московского энергетического института (ОАО «ОКБ МЭИ»), г. Москва.

Институтом были созданы два совместных предприятия с участием иностранных компаний. Деятельность этих предприятий была направлена на освоение новых технологий в космическом приборостроении и оказание услуг на базе системы ГЛОНАСС.

В 2013 г. руководство организации изменилось. Должность генерального директора – генерального конструктора была разделена на две. Генеральным директором был назначен Геннадий Геннадьевич Райкунов. Генеральным конструктором стал один из заместителей генерального директора ОАО «Российские космические системы» Сергей Анатольевич Ежов. Затем последовала структурная перестройка организации при сохранении основных тематических направлений, которые в ней были ранее и традиционно развивались в течение многих лет.

В 2014 г. генеральным директором Института стал Андрей Евгеньевич Тюлин. Целью назначения было повышение эффективности руководства организацией, повышение научно-технического уровня разработок и качества продукции, активизация работы Института как головной организации интегрированной структуры – ОАО «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем». Особое внимание было уделено трансферту инновационных технологий и импортозамещению.

Социальная и кадровая политика

На протяжении всей истории существования Института администрация и профсоюзная организация уделяли большое внимание социальным вопросам.

В трудные послевоенные годы решалась проблема обеспечения жильем сотрудников Института и создания приемлемых условий работы, соответствующих тем важнейшим задачам, которые стояли перед Институтом.

В 60-е годы директором Института Леонидом Ивановичем Гусевым было развернуто жилищное строительство, и на территории Института начали появляться новые лабораторные и производственные помещения. Эта работа проводилась и в последующие годы.

Важнейшей задачей социальной политики в последние годы стало обеспечение благосостояния сотрудников и улучшение условий работы в Институте, что способствовало повышению производительности и качества

труда, привлекательности работы для молодых специалистов. Зарплата персонала достигла уровня, близкого к максимальному в отрасли. В Институте продолжается полномасштабный ремонт и реконструкция помещений по современным строительным технологиям. Весь инженерный состав Института был обеспечен персональной компьютерной техникой и средствами автоматизированного проектирования.

Сегодня кадровый научный потенциал в целом соответствует потребностям Института и обеспечивает успешную реализацию уставных целей его деятельности. В настоящее время в Институте работает около пяти тысяч человек. Из них один член-корреспондент Российской академии наук, 36 докторов и 68 кандидатов наук по различным специальностям, 16 сотрудников имеют ученое звание профессора, 37 – доцента или старшего научного сотрудника.

Важнейшим инструментом развития кадрового научного потенциала является подготовка аспирантов и соискателей ученых степеней в аспирантуре Института. Первый набор в аспирантуру был осуществлен на основании приказа от 28 июля 1947 г. № 160. Приемную комиссию, в то время, возглавлял директор Института Максимов Николай Дмитриевич, а в ее составе был главный инженер Рязанский Михаил Сергеевич.

Подготовка научных кадров проводится в соответствии с Лицензией № 2751 от 15.02.2010 г. на право ведения послевузовской образовательной деятельности. В соответствии с этой Лицензией аспирантура готовит научных работников по пяти специальностям, соответствующим основным научно-техническим направлениям деятельности. В настоящее время в аспирантуре обучаются 37 аспирантов и 17 соискателей.

При Институте функционирует Совет по защите докторских и кандидатских диссертаций. За последние 13 лет в Совете было защищено 45 кандидатских и 6 докторских диссертаций. Для повышения эффективности подготовки научных кадров высшей квалификации в Институте приняты меры по материальному стимулированию работников, защищающих кандидатские и докторские диссертации, а также их научных руководителей и консультантов.

Кадровое обеспечение всегда было и остается одной из основных задач деятельности Института. Для решения этой задачи уже исторически сложились и развиваются тесные связи с ведущими техническими вузами страны: МИРЭА, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МЭИ, МЭИС, МАИ, МИИГАиК, МИФИ и МФТИ и др. В Институте восстановлена базовая кафедра МФТИ. Работники Института, имеющие ученые звания доцент и профессор, активно участвуют в преподавательской деятельности. В рамках целевой подготовки студентов в вузах проводится корректировка учебных программ с учетом интересов Института. Совместно с вузами проводятся научно-исследовательские работы.

После длительного перерыва возобновлено проведение ежегодных научно-технических конференций, в которых активно участвуют все сотрудники Института. Особенно поощряется участие молодых специалистов. С 2008 г. конференция Института приобрела статус всероссийской. Параллельно, с 2006 г., Институт проводилась специализированная научно-практическая конференция «Микротехнологии в авиации и космонавтике».

В 2002 г. возобновлено научно-техническое издание «Труды института», опубликовано восемь выпусков в форме сборников и монографий.

С целью мотивации молодых специалистов к инновационному творческому труду в Институте ежегодно проводятся конкурсы молодых ученых, инженеров, рабочих, изобретателей и рационализаторов, а также конкурс «Лучший молодежный инновационный проект».

Большое внимание уделяется повышению уровня профессиональной квалификации. В Институте разработана и реализуется программа подготовки кадрового резерва, осуществляется техническое обучение сотрудников по всем основным направлениям деятельности Института, а также дополнительное обучение в специализированных учебных организациях и учреждениях.

С целью оказания помощи молодым работникам в их профессиональном росте в Институте создана и развивается система наставничества.

На территории Института работает медико-санитарная часть, оснащенная современным оборудованием и укомплектованной высококвалифицированными специалистами.

Первичная профсоюзная организация

Профсоюзная организация образовалась одновременно с возникновением Института. Первым председателем профкома был замечательный организатор и несомненный лидер – Николай Петрович Калинин. Он заложил основы первичной профсоюзной организации Института. Большую помощь

профкому постоянно оказывал генеральный директор – генеральный конструктор Леонид Иванович Гусев. В течение многих лет Леонид Иванович был членом президиума ЦК Профсоюза отрасли.

С момента образования по настоящее время работа профкома была направлена на поддержку и развитие социальной сферы, защиту интересов сотрудников Института. Долгие годы председателем



Председатель профкома К.К. Казаченко. 2010 г.



Спортивно-оздоровительный комплекс «Чайка»

профкома является Клавдия Константиновна Казаченко.

В составе профкома активно работают различные специализированные комиссии: по охране труда и технике безопасности, вопросам труда и заработной платы, физкультурно-оздоровительной работе, работе с молодежью и др. Бесплатные консультации дает правовой инспектор труда. Ежегодно в Коллективный договор вносятся пункты по улучшению условий труда

в цехах и подразделениях, утверждается социальный пакет. Составляется перечень неотложных работ по ремонту и обеспечению Института новым оборудованием.



Празднование 65-летия РКС и 50-летия полета Ю.А. Гагарина в космос.
СОК «Чайка», 2011 г.

Благодаря усилиям профкома был сохранен и активно функционирует спортивно-оздоровительный комплекс (СОК) «Чайка», который превратился в целый оздоровительный центр, где в дни школьных каникул организовывается отдых для детей от 6 до 15 лет и отдых для работников и членов их семей, а также проводится целый ряд мероприятий: научные конференции, корпоративные слеты.

СОК «Чайка» принадлежал ранее опытному заводу «Радиоприбор» и после расформирования завода в 1996 г. был передан Институту. До этого времени у Института был свой лагерь «Заря» в пос. Румянцево Московской области, созданный в 1956 г. и в последующие годы усилиями коллектива Института и лично генерального директора Гусева Л.И. превращенный в образцово-показательное учреждение. В сложившихся обстоятельствах п/л «Заря» в 1996 г. был передан в другую организацию.

В Институте, до начала «перестройки», на правах аренды было организовано несколько туристических баз: для молодежного отдыха в пос. Четет (на Кавказе), на берегу Волги вблизи г. Калинин, а также более комфортабельный вариант – в санатории «Сурож» в Крыму.

Правительственные награды Института и сотрудников

Выдающиеся достижения Института в области создания ракетно-космической техники отмечены высокими правительственными наградами, в том числе в 1956 г. — орденом Трудового Красного Знамени за создание стратегической ракеты Р-5, в 1961 г. — орденом Ленина за обеспечение полета первого космонавта Ю.А. Гагарина. Также полученный СКБ-567 в 1961 г. орден Трудового Красного Знамени за обеспечение полета первого космонавта Ю.А. Гагарина, был передан Институту в 1963 г. при объединении.

В связи с присоединением в 1996 г. к Институту значительной части опытного завода «Радиоприбор», Институту был передан орден Трудового Красного Знамени, полученный в 1969 г. за выполнение совместных работ.

За большой вклад в создание аппаратуры первого ИСЗ и обеспечение полета первого космонавта Ю.А. Гагарина, Институт был награжден медалью Президиума Академии наук СССР.

По состоянию на 2014 г. в Институте работали: Герой Социалистического Труда, шесть лауреатов Ленинской премии, восемнадцать лауреатов Государственной премии СССР, пять лауреатов премии Правительства Российской Федерации.

В числе сотрудников Института — один заслуженный деятель науки и техники, один заслуженный деятель науки, один заслуженный военный специалист РФ.

Пятнадцати сотрудникам было присвоено звание «Заслуженный машиностроитель Российской Федерации», семи — «Заслуженный конструктор

Российской Федерации», девяти — «Заслуженный изобретатель СССР и РСФСР» и трем — «Заслуженный рационализатор СССР и РСФСР».

Всего в Институте высокие государственные награды получили более 1000 человек.

В 2005 г. на космодроме Байконур был установлен бюст Михаила Сергеевича Рязанского (1909-1987 гг.) — основателя и первого главного конструктора Института.



Бюст М.С. Рязанского.
Космодром Байконур



Мемориальная доска в честь 100-летия М.С. Рязанского
на фронте здания Института

В апреле 2009 г. Институт торжественно отметил 100-летие со дня рождения М.С. Рязанского. На фронте здания Института была установлена мемориальная доска.

РУКОВОДИТЕЛИ ИНСТИТУТА



САЛМАНОВ Михаил Евграфович

Специалист в области хозяйственного управления и организации производства, техники вооружений. Инженер-полковник. Участник гражданской войны. Исполняющий обязанности директора НИИСТ (впоследствии НИИ-885) и опытного завода при Институте (05.1946-11.1946). Награжден орденами и медалями.



МАКСИМОВ Николай Дмитриевич

Специалист в области телефонной и телеграфной связи. Директор НИИ-885 (1946-1949) и опытного завода (1947-1949). Награжден орденами и медалями.



КОЗЛОВ Павел Васильевич

Специалист в области связи. Военный инженер-электрик. Директор НИИ-885 (1949-1954).



САВЕЛЬЕВ Гавриил Степанович

Директор НИИ-885 (1954-1955).
Лауреат Государственной премии СССР.
Награжден многими орденами и медалями.



РЯЗАНСКИЙ Михаил Сергеевич

Директор, главный конструктор (1955-1965), член-корреспондент АН СССР, доктор технических наук, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премии СССР. Награжден многими орденами и медалями.



ГУСЕВ Леонид Иванович

Директор (1965-1978), генеральный директор, генеральный конструктор (1978-2001), Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники. Участник ВОВ. Награжден многими орденами и медалями.



УРЛИЧИЧ Юрий Матэвич

Генеральный директор (2001-2004), генеральный директор — генеральный конструктор (2004-2012), доктор технических наук, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, заслуженный деятель науки Российской Федерации. Награжден орденами и медалями.



РАЙКУНОВ Геннадий Геннадьевич

Генеральный директор (2013-2014), доктор технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный машиностроитель РФ, заслуженный испытатель космической техники. Награжден орденами и медалями.



ЕЖОВ Сергей Анатольевич

Первый заместитель генерального директора — генеральный конструктор с 2013 г.; доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского. Имеет ведомственные награды. Награжден медалями.



ТЮЛИН Андрей Евгеньевич

Генеральный директор с 2014 г.; кандидат технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, заслуженный военный специалист РФ. Награжден орденами и медалями.

ГЛАВНЫЕ ИНЖЕНЕРЫ ИНСТИТУТА

1. РЯЗАНСКИЙ М.С. – 1946-1951
2. ПИЛЮГИН Н.А. – 1951-1963
3. ХОДАРЕВ Ю.К. – 1963-1970
4. БОРИСЕНКО М.И. – 1966-1974
5. ДОЛИН Б.Б. – 1970-1986
6. ЗАЙЦЕВ В.А. – 1986-1996
7. ГУРЕЕВ Б.Н. – 1996-1999
8. КАРТАВЫЙ С.В. – 1999-2007
9. МАРИНИН А.Ю. – 2007-2015
10. ВАРГАНОВ А.Ю. – с 2015 г. по настоящее время

ПЕРВЫЕ ЗАМЕСТИТЕЛИ И ЗАМЕСТИТЕЛИ ПО НАУКЕ ДИРЕКТОРОВ ИНСТИТУТА

1. УШАКОВ В.В. – 1946-1953
2. РЯЗАНСКИЙ М.С. – 1953-1955
3. ПИЛЮГИН Н.А. – 1956-1963
4. БОРИСЕНКО М.И. – 1966-1974
5. КОНОПЛЕВ Б.М. – 1950-1965
6. БОГУСЛАВСКИЙ Е.Я. – 1967-1969
7. СЕРГЕЕВ Б.Г. – 1969-1974
8. ДАНИЛИН Н.С. – 1982-1991
9. ГРИШМАНОВСКИЙ В.А. – 1987-1992
10. ЧЕРЕВКОВ К.В. – 1985-1988
11. СЕЛИВАНОВ А.С. – 2001-2003
12. РОМАНОВ А.А. – 2004-2013, с 2014 по настоящее время
13. СУББОТИН В.А. – 2013-2014
14. ЕЖОВ С.А. – с 2013 по настоящее время

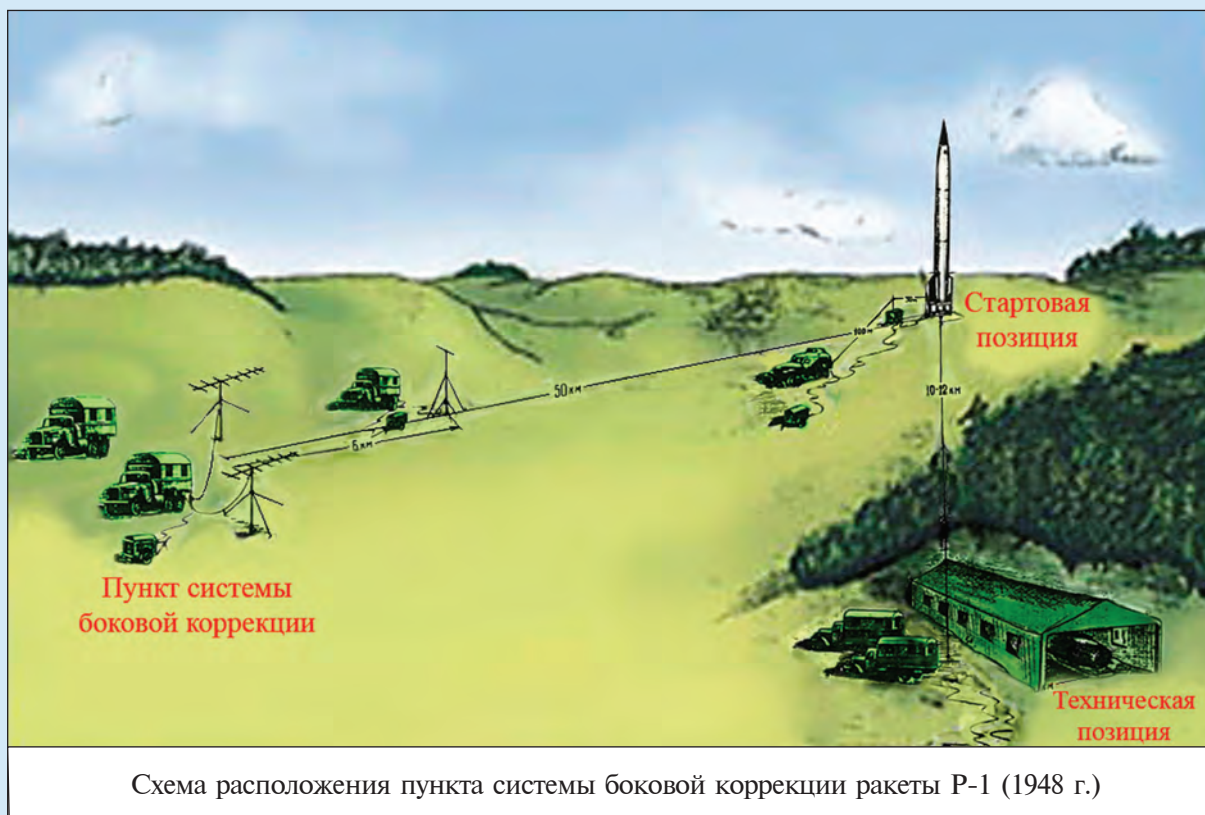
2. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАКЕТАМИ

После 1952 г. основной тематикой НИИ-885 стала разработка автономных и радиотехнических систем управления (СУ) ракетами, которые создавались под руководством выдающихся главных конструкторов С.П. Королева, М.К. Янгеля, В.Н. Челомея.

В то время не удавалось обеспечить точность стрельбы ракет автономными (инерциальными) средствами и реализация высокоточного управления решалась путем совместного применения автономных и радиотехнических СУ.

Разработки автономных СУ в Институте велись под руководством главного конструктора Н.А. Пилюгина, а создание радиотехнических СУ — главного конструктора М.С. Рязанского.

Первоначально при максимальном использовании опыта немецких специалистов, Институт в кратчайшие сроки была воспроизведена СУ немецкой ракеты ФАУ-2, а затем на этой основе разработана СУ отечественной ракетой Р-1 с применением элементной базы и материалов отечественного изготовления.



При этом во многом пришлось идти непроторенным путем: потребовалось разрабатывать, изготавливать и заново отлаживать большую часть приборов и агрегатов СУ. Радиотехническая система для ракеты Р-1 была представлена системой боковой радиокоррекции БРК-1, работающей в метровом диапазоне радиоволн по принципу удержания ракеты в равносигнальной зоне.

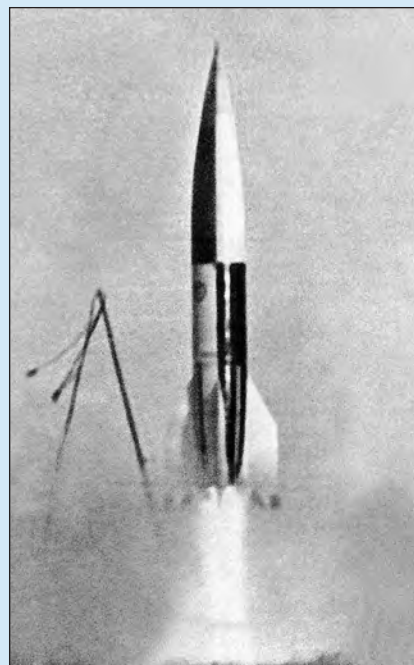
Ракета Р-1 имела более высокие летно-технические характеристики по сравнению с ФАУ-2.

Затем в Институте, благодаря внедрению прогрессивных технических решений, были созданы качественно новые автономные и радиотехнические СУ баллистическими ракетами следующих поколений.

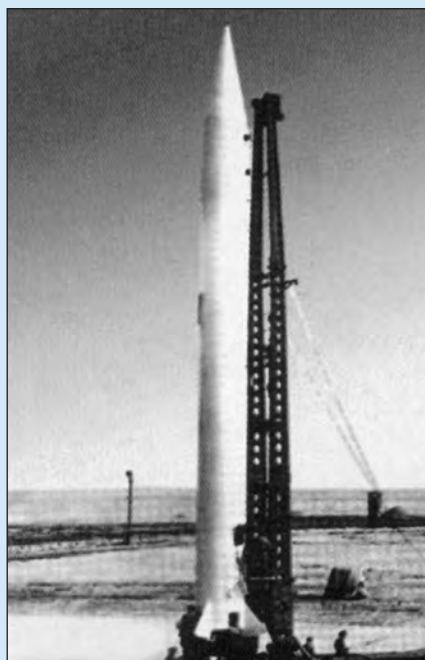
Для ракет повышенной дальности в состав функций автономной СУ были введены и поприборно реализованы управ-

ление дальностью стрельбы, стабилизация движения центра масс ракеты, управление скоростными параметрами с помощью системы регулирования кажущейся скорости, система регулирования опорожнения баков. Была разработана радиотехническая СУ дальностью метрового диапазона волн и система боковой радиокоррекции (БРК) трехсантиметрового диапазона волн.

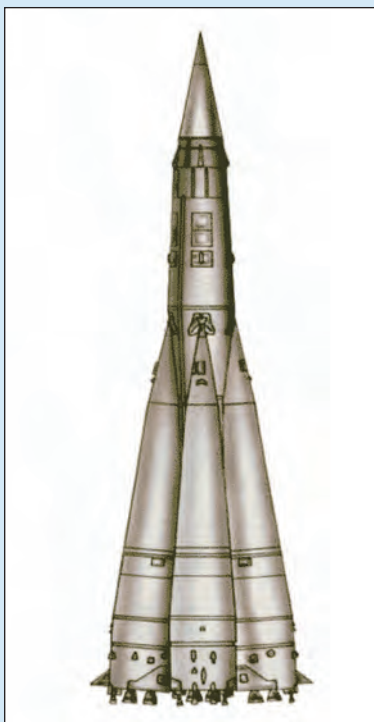
В ходе теоретических исследований и экспериментальных работ были разработаны методы анализа и синтеза сложных отказоустойчивых динамических систем, получившие широкое распространение в дальнейшей практике проектирования СУ. Получила развитие методология оценки функционирования СУ с использованием моделирующих установок, была создана научная основа наземной экспериментальной отработки приборов, подсистем и СУ в целом.



Старт ракеты Р-1 (1948 г.)



Стратегическая ракета средней дальности Р-5 (1956 г.)



Межконтинентальная баллистическая ракета Р-7 (1957 г.)

Особыми достижениями коллектива НИИ-885 стали разработки СУ для стратегической ракеты средней дальности Р-5 (1956 г.) и межконтинентальной баллистической ракеты Р-7 (1957 г.), которые вывели отечественную ракетную технику на мировой уровень и обеспечили опережающее развитие отечественных ракетно-ядерных сил.

В 1956 г. создание ракеты средней дальности Р-5 с комбинированной (автономной и радиотехнической) СУ было отмечено высокими правительственными наградами: Институт был награжден первым орденом Трудового Красного Знамени, главные конструкторы М.С. Рязанский и Н.А. Пилюгин удостоены высокого звания Героев Социалистического Труда, большое число работников Института получило ордена и медали.

Наиболее сложной, с большим числом регулируемых параметров, оказалась СУ ракетой Р-7, знаменитой «Семерки», которая стала в дальнейшем базой для создания космических ракетоносителей «Спутник», «Восток», «Восход»,

«Луна», «Молния», «Союз» и др.

Для ракеты Р-7 с целью обеспечения точности попадания головной части была разработана радиосистема, работающая в сантиметровом диапазоне волн в импульсном режиме. Все траекторные измерения шести параметров движения ракеты в системе осуществлялись на основе использования отработанных принципов радиолокации. Измерение радиальной скорости проводилось оригинальным способом с использованием сложной импульсной последовательности. Информация для передачи команд управления и получения ответа об их исполнении производилась с использованием кодово-импульсной модуляции.

Комбинированная (автономная и радио) СУ ракетой Р-7 предназначалась для обеспечения необходимой точности попадания в цель головной части ракеты при стрельбе на сверхбольшие дальности.



Межконтинентальная баллистическая ракета Р-9 (1961 г.)

Автономная СУ производила управление ракетой на старте и на всех стадиях активного участка полета: на траектории движения первой ступени, при пакетном разделении ступеней, при полете второй ступени и отделении головной части ракеты.

В состав автономной системы управления входили:

- подсистема управления автоматикой движения;
- автомат нормальной и боковой стабилизации центра масс;
- подсистема регулирования кажущейся скорости;
- подсистема опорожнения и синхронизации топливных баков;
- автомат управления дальностью.

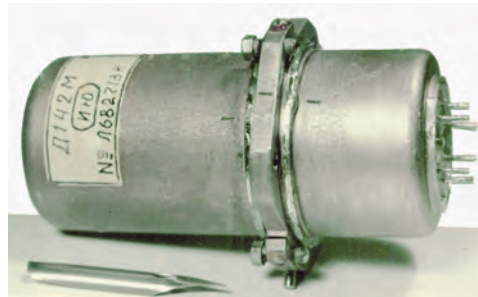
Система радиуправления осуществляла коррекцию движения ракеты в конце активного участка траектории по дальности и в боковом направлении по результатам траекторных измерений наземными средствами. Наземная аппаратура располагалась на главном и зеркальном пунктах, размещаемых на расстоянии 250 км от старта по обе стороны от плоскости стрельбы.

Система включала в себя также бортовую радиоаппаратуру, сопрягаемую с автономными приборами управления.

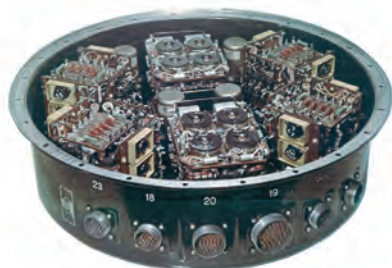
Для управления межконтинентальными баллистическими ракетами (МБР) следующих поколений типа Р-9, УР-100, Р-36 коллектив Института создал



Главный токораспределитель



Измерительно-преобразовательная головка



Прибор нормальной и боковой стабилизации



Генератор программных импульсов

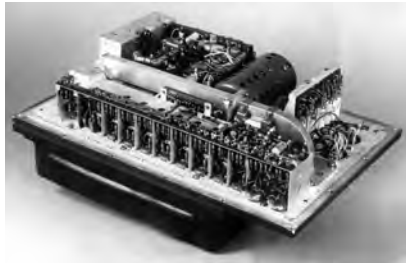
Приборы автономной СУ



Следящая антенна



Усилитель-преобразователь сигналов слежения бортовых антенн



Приемное устройство



Передающее устройство

Бортовые приборы системы радиоуправления

фазовые системы радиоуправления с одним наземным командно-измерительным пунктом, размещенным вблизи старта. Эти системы работали в сантиметровом диапазоне радиоволн, обладали улучшенными характеристиками по помехозащищенности, точности, боеготовности, компактности, эксплуатационной пригодности, не накладывали никаких ограничений на направление стрельбы и обеспечивали возможность проведения залпового пуска ракет из позиционного района расположения стартовых позиций. Наземные средства фазовой системы управления были разработаны как для открытого, так и защищенного вариантов исполнения.

Траекторные измерения в фазовой системе — координаты и скоростные составляющие траектории движения ракеты — производились по несущей частоте излучаемого сигнала, который использовался и для передачи команд управления на борт ракеты, и для приема информации об их исполнении.

Фазовые системы радиоуправления обеспечивали также выдачу оперативного прогноза отклонений точки падения головной части от цели по измерениям траекторных характеристик начала пассивного участка полета.

Создание радиотехнических систем управления МБР явилось важным стимулом для развития в стране вычислительной, полупроводниковой тех-



Радиоприемное устройство



*Пеленгационная антенна
системы локационного наведения
наземных антенн*



Передающая (приемная) антенна



Радиопередающее устройство

Наземные приборы системы радиоуправления

ники, микроэлектроники и самой радиотехники в области освоения новых диапазонов радиоволн. Были исследованы и решены проблемы, связанные с построением высокостабильных генераторов, созданием высокочастотных усилителей большой мощности, построением фазоизмерительных систем высокой точности, изучены вопросы влияния струи ракетного двигателя, создания наземных и бортовых антенн различного класса.

В конце 60-х годов, в связи с достигнутыми к тому времени успехами в области разработки автономных систем управления, дальнейшие работы над системами радиоуправления МБР в Институте были прекращены.

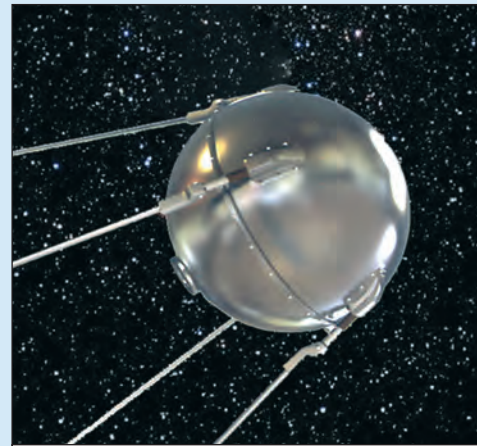


М.И. Борисенко, С.П. Королев, Н.А. Пилюгин, М.С. Рязанский после удачного пуска ракеты Р-1 на полигоне Капустин Яр, 1948 г.

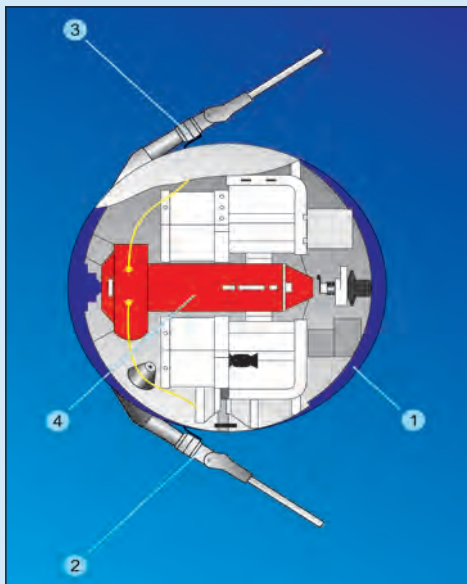
Полученные в ходе этих разработок теоретические и экспериментальные результаты послужили базой для создания радиоэлектронных средств космических комплексов.

3. НАЧАЛО КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ

Создание в Советском Союзе первой в мире межконтинентальной баллистической ракеты Р-7 (8К71) было эпохальным научным и техническим достижением. Ее потенциальные возможности как ракетоносителя позволили 4 октября 1957 г. запустить первый в мире искусственный спутник Земли (ИСЗ). Этот день справедливо считается началом космической эры человечества. Первый ИСЗ был создан и запущен под руководством главного конструктора ОКБ-1 С.П. Королева. Его разработка не была техническим экспериментом, а планировалась заранее с целью запуска в период Международного геофизического года. Первый спутник был функцио-



Внешний вид первого ИСЗ



Разрез конструкции первого ИСЗ
1 — оболочка;
2,3 — антенны;
4 — передатчики

нально законченным и достаточно сложным изделием, хотя и назывался ПС-1 (простейший спутник). Спутник весил 83,6 кг и представлял собой герметичный контейнер сферической формы диаметром 580 мм. В верхней полуоболочке были установлены две антенны, состоящие из двух штырей каждая (длина штырей одной антенны — 2,4 м, другой — 3,9 м).

Внутри спутника размещалась разработанная в Институте радиостанция Д-200 (так она тогда называлась) в составе двух радиопередатчиков и коммутирующего устройства.

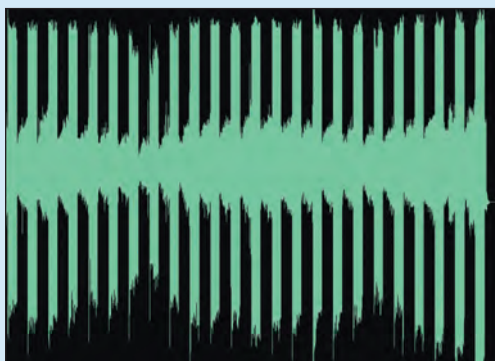
Согласно сохранившимся архивным материалам предварительная проработка радиостанции велась в Институте в течение 1956 г. Основные требования к ней были определены в январе 1957 г. в совместном протоколе НИИ-885 и ОКБ-1, который в дальнейшем заменил техническое задание и был положен в основу разработки аппаратуры.

В протоколе были зафиксированы предложенные в НИИ-885 номиналы частот передатчиков и излучаемые ими мощности.

При разработке схемы и конструкции передатчиков рассматривалось несколько



Передатчики первого ИСЗ



Сигналы с первого ИСЗ

Ордена Трудового Красного Знамени
НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ № 885

Государственного комитета Совета Министров СССР
по радиосвязи

"УТВЕРЖДАЮ"

Главный конструктор
М.А. Рязанский /РЯЗАНСКИЙ/
"2" *апреля* 1958 г.

О Т Ч Е Т
О РАЗРАБОТКЕ БОРТОВОЙ РАДИОСТАНЦИИ ПЕРВОГО
СОВЕТСКОГО ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ
/прибор Д-200/

Начальник отдела № 14 *И. Борисенко* /БОРИСЕНКО/
Исполнители:

Начальник лаборатории 144 *Грингауз* /ГРИНГАУЗ/
кандидат технических наук 30.1.58
Начальник лаборатории *Лаппо* /ЛАППО/
Ведущий инженер *Зиньковский* /ЗИНЬКОВСКИЙ/
30.1.58.

1958

Титульный лист отчета о разработке первого ИСЗ

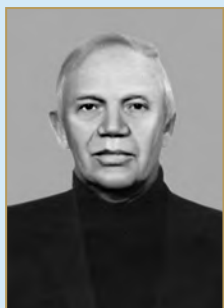
вариантов. Наиболее компактный и экономичный вариант массой 3,5 кг (оба передатчика) был разработан и передан в производство в марте-апреле 1957 г. Приемо-сдаточные испытания радиосистемы включали в себя, в частности, облеты радиопеленгационных станций в различных регионах Советского Союза на самолетах ИЛ-14 и ТУ-16.

Передатчики работали на частотах радилюбительских диапазонов 20 и 40 МГц, выходная мощность каждого — 1 Вт.

Сигналы, излучаемые передатчиками, имели вид телеграфных посылок длительностью 0,2-0,3 с; один из передатчиков работал во время пауз другого.

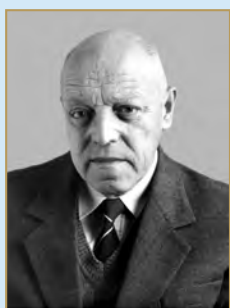
Изменение частоты посылок и пауз между ними характеризовало температуру и давление внутри контейнера спутника. При приеме телеграфные сигналы на слух создавали всем известные позывные первого ИСЗ «бип-бип», которые принимались во всем мире.

Первый ИСЗ позволил оценить плотность верхней атмосферы по изменению высоты орбиты и получить данные о распространении радиосигналов в ионосфере, отработать технологию выведения спутников на орбиту и решить



Лаппо Вячеслав Иванович
(02.03.1921-13.12.1992)

Ведущий разработчик радиостанции Д-200 и наземного устройства для приема сигналов с первого ИСЗ. Начальник лаборатории. Окончил Московский электротехнический институт связи (1948 г.). Участник ВОВ с 1941 г. по 1945 г. Годы работы в Институте: 1955-1986.



Грингауз Константин Иосифович
(05.06.1918-10.06.1993)

Руководил теоретическими и практическими исследованиями распространения радиоволн метрового диапазона, в котором работала радиостанция. Начальник лаборатории. Окончил Ленинградский электротехнический институт (1941 г.). С 1941 по 1945 г. работал инженером на танковом заводе. Годы работы в Институте: 1949-1959.



Зиньковский Абрам Исаакович
(23.06.1915-16.03.1994)

Производил регулировку радиостанции, конструкторско-доводочные испытания и сдачу ее заказчику. Ведущий инженер. Годы работы в Институте: 1952-1959.

Разработчики передатчика первого ИСЗ (1957 г.)

много других технических и организационных задач. Позднее были запущены второй и третий ИСЗ, имевшие большой вес и большие возможности для научных исследований. Передатчики этих спутников также изготавливались в Институте. Кроме того, на третьем ИСЗ был установлен разработанный в Институте прибор для регистрации заряженных частиц.

Для слежения за сигналами первых ИСЗ на территории страны была создана сеть пунктов слежения. На основе этих пунктов в дальнейшем, при решающем вкладе Института, был образован наземный командно-измерительный комплекс для управления всеми запускавшимися в нашей стране КА.

Разработка ракеты Р-7 и запуск первых ИСЗ были отмечены высокими правительственными наградами. М.С. Рязанский и Н.А. Пилюгин стали лауреатами Ленинской премии, а трем сотрудникам Института и двум сотрудникам опытного завода было присвоено звание Героя Социалистического Труда. Всего орденами и медалями в Институте и на опытном заводе было награждено 304 человека. В том же 1958 г. 12 сотрудникам Института была присуждена ученая степень доктора технических наук и 21 сотруднику — ученая степень кандидата технических наук без защиты диссертации.

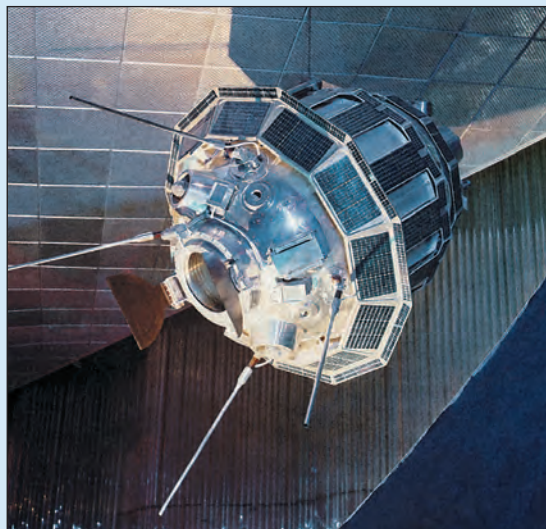
4. ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ

Советский ракетоноситель, использовавшийся для запуска первых ИСЗ, после установки дополнительной ступени смог придать запускаемому аппарату вторую космическую скорость, что позволило приступить к исследованию Луны, а в дальнейшем — Венеры и Марса, с помощью автоматических КА.

Созданием бортовых и наземных радиотехнических средств управления КА Институт обеспечил выполнение отечественной программы исследования Луны. Первая в мире станция слежения была разработана для контроля за полетом КА «Луна-1» и «Луна-2», направленных к Луне при запусках в январе и сентябре 1959 г. (программа E1). Станция, работающая в метровом диапазоне, была установлена в Крыму, вблизи поселка Симеиз. Она определила время и место жесткой посадки на поверхность Луны КА «Луна-2». Впервые в мире изготовленное на Земле тело было доставлено на другую планету.

В дальнейшем эта станция была усовершенствована, с ее помощью проводилось управление КА, осуществившим впервые в мире фотографирование обратной стороны Луны («Луна-3», октябрь 1959 г., программа E2). Фототелевизионная аппаратура станции «Луна-3» была разработана во Всесоюзном НИИ телевидения (г. Ленинград). Радиосистемы для передачи фотоснимков были разработаны в Институте.

На основании полученных данных учеными-астрономами была создана первая карта 40% поверхности невидимой обратной стороны Луны. Полный глобус Луны был создан только после полета в 1965 г. станции «Зонд-3», оснащенной фото-, теле- и радиоаппаратурой, разработанной в Институте.



Станция «Луна-3» (1959 г.)



Первый снимок обратной стороны Луны (1959 г.)

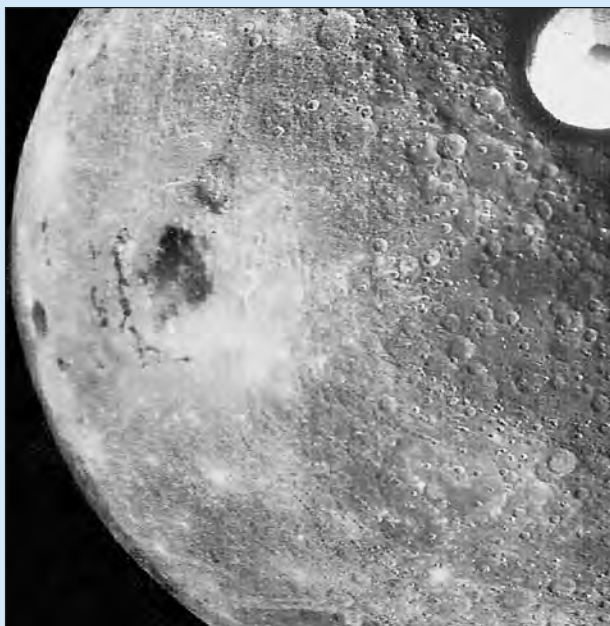
Для управления КА, которые должны были осуществить мягкую посадку на поверхность Луны (программа Еб), были разработаны другие станции слежения, установленные вблизи г. Симферополя и на Камчатке, вблизи г. Елизово.

В качестве приемных антенн в Симферополе использовалась 32-метровая антенна ТНА-400, а на Камчатке — 16-метровая антенна РС 10-2М.

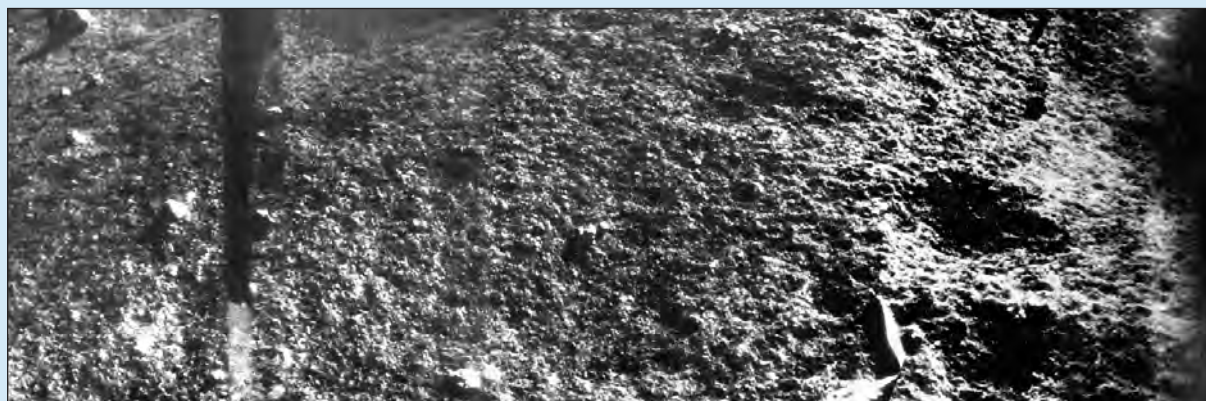
В Институте были также разработаны телевизионная и радиотехническая бортовая и наземная аппаратура для передачи панорам поверхности Луны. После ряда неудач впервые в мире в феврале 1966 г. была осуществлена мягкая посадка на поверхность Луны («Луна-9») и передана на Землю панорама окружающей КА поверхности. Мягкая посадка на Луну была повторена в декабре 1966 г. («Луна-13»).

По программе ЕЗ на орбиту вокруг Луны были выведены три первых спутника: «Луна-10», «Луна-11» и «Луна-12», проводивших исследование Луны и фотографирование ее поверхности также с помощью разработанной в Институте аппаратуры.

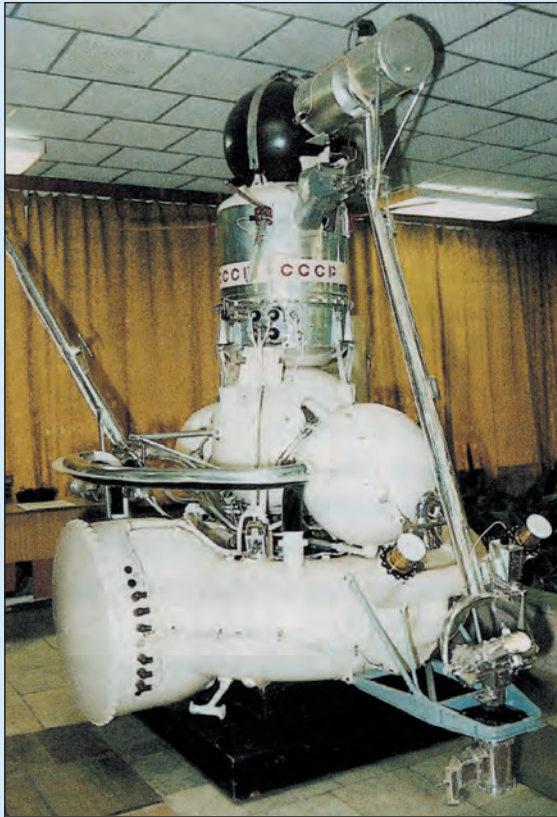
Для управления автоматическими и пилотируемыми лунными КА в 1968 г. были созданы станции наземного комплекса управления (НКУ) на основе нового многофункционального комплекса «Сатурн-МС», работавшие в



Завершение съемки обратной стороны Луны (станция «Зонд-3», 1965 г.)



Фрагмент первой панорамы с поверхности Луны (станция «Луна-9», 1966 г.)



Станция «Луна-16» (1970 г.)

дециметровом диапазоне и размещенные на шести наземных пунктах и трех корабельных пунктах управления.

По ряду причин советская пилотируемая программа исследования Луны не была выполнена. В то же время программа исследования Луны автоматическими КА была продолжена.

По программе E8/5 на Луну была доставлена платформа, оборудованная механизмом для бурения поверхности, забора лунного грунта и упаковки его в герметичный контейнер, а также стартовым устройством с ракетой для автоматической доставки — впервые в мире — лунного грунта на Землю («Луна-16», 12.09.1970 г.).

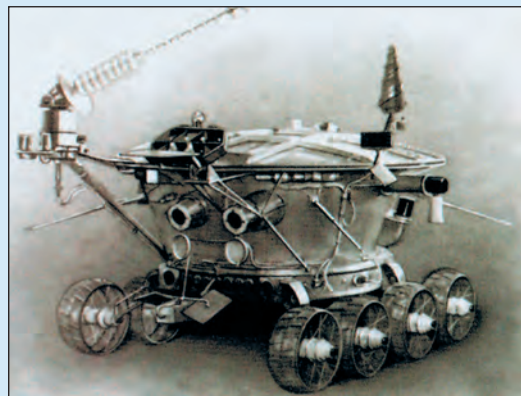
Управление возвратной ракетой производилось с помощью разработанного в Институте радиотехнического комплекса, работающего в метровом диапазоне частот. Таким способом лунный грунт доставлялся на Землю еще дважды: 14 февраля 1972 г. («Луна-20»)

и 9 августа 1976 г. («Луна-24»).

С помощью НКУ была успешно выполнена программа E8, по которой на поверхность Луны были доставлены два лунохода: «Луноход-1» — 17 ноября 1970 г., «Луноход-2» — 8 января 1973 г., а также три исследовательских лунных спутника: «Луна-18», «Луна-19», «Луна-22».



Пункт управления «Луноходом» (1970 г.)



«Луноход-1» (1970 г.)



Фрагмент панорамы Луны, полученный с «Лунохода-1» (1970 г.)

Управление первыми роботами на поверхности другого небесного тела — Луны — велось из размещенного в Симферополе пункта управления, разработанного Институтом. Рабочее место водителя лунохода было оборудовано экраном системы малокадрового телевидения (МКТВ), разработанного в Институте, на котором отображалась поверхность Луны перед луноходом. При его остановке бортовыми панорамными камерами, которые использовались для топографической съемки и прокладки маршрута, передавались изображения местности вокруг лунохода.

«Луноход-1» проработал на поверхности Луны 303 дня и прошел 10,5 км. За 116 сеансов на Землю было передано 200 телефотометрических панорам и около 20 тысяч снимков малокадрового телевидения.

«Луноход-2» проработал 115 дней и по уточненным в 2012 г. топографическим данным прошел 42 км. За это время на Землю было передано 93 панорамы и около 89 тысяч снимков малокадрового телевидения.

В ходе съемки с луноходов были получены стереоскопические изображения наиболее интересных особенностей рельефа, позволяющие провести его детальное изучение.

Бортовой и наземный радиотехнические комплексы для управления лунными КА разрабатывались таким образом, чтобы с их помощью можно было управлять также и орбитальными пилотируемыми КА.



«Луноход-2» (1973 г.)

За участие в лунной программе сотрудникам Института была присуждена Ленинская премия, многие получили правительственные награды.

В настоящее время проводится проработка новых российских программ исследования Луны «Луна Глоб» и «Луна Ресурс», в которых Институт принимает активное участие в части радиотехнического обеспечения.

5. ПРОГРАММЫ ПИЛОТИРУЕМЫХ ПОЛЕТОВ

Первый полет человека в космос стал эпохальным событием и триумфом советской науки и техники.

День 12 апреля 1961 г., когда наш соотечественник Юрий Алексеевич Гагарин совершил первый полет вокруг Земли на корабле «Восток», справедливо хранится в памяти человечества.

В подготовку и проведение первого пилотируемого полета в космос значительный вклад внесли Институт и СКБ-567, которое в 1952 г. выделилось из Института, а в 1963-м вновь вошло в его состав.

На активном участке полета ракетно-носителя 8К71 использовались разработанные в Институте автономная и радиотехническая системы управления. Контроль работы бортовых систем корабля «Восток» осуществляла телеметрическая система РТС, разработанная в СКБ-567.



Первый космонавт Земли Ю.А. Гагарин



Грамота Президиума Верховного Совета СССР (1961 г.)

Эта же система впоследствии использовалась на более совершенных пилотируемых кораблях «Восход».

За успешное выполнение работ по обеспечению полета Ю.А. Гагарина Президиум Верховного Совета СССР наградил Институт орденом Ленина, а СКБ-567 — орденом Трудового Красного Знамени.

Президиум Академии наук



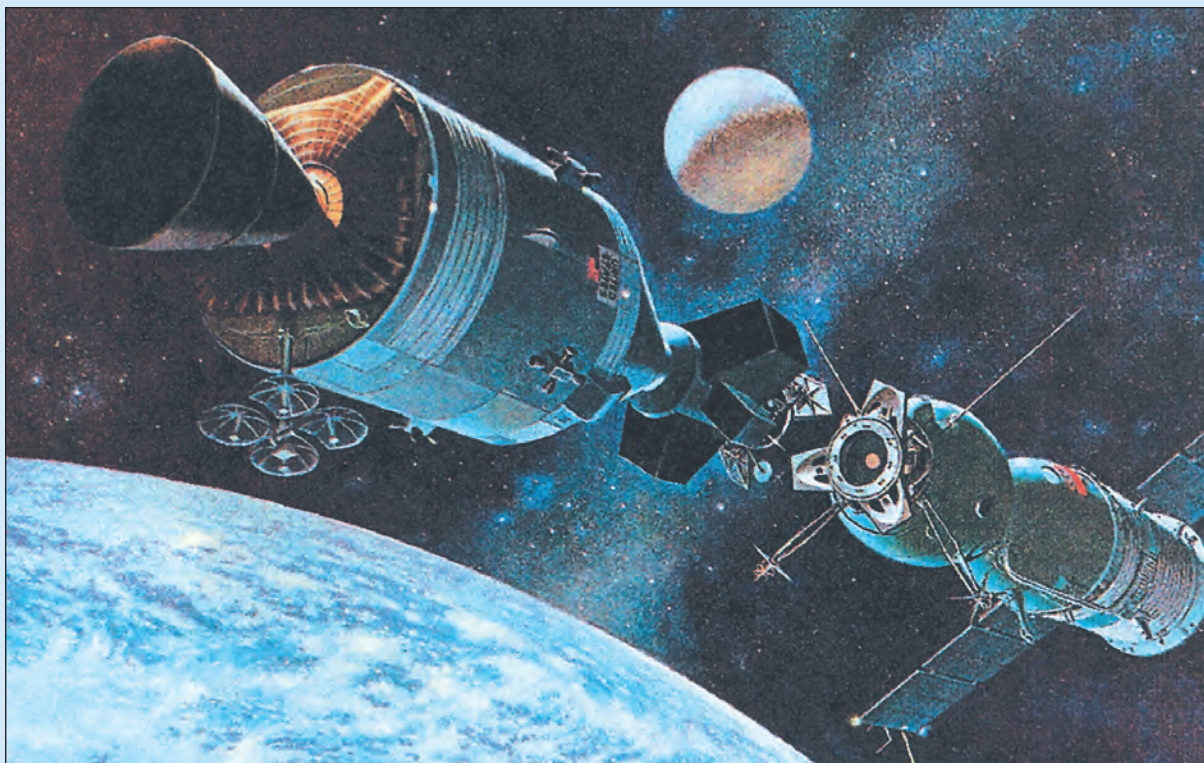
Памятная медаль (лицевая и оборотная стороны) и удостоверение к ней (1961 г.)

СССР вручил Институту памятную медаль в честь первого в мире полета советского человека в космос.

В начале 60-х годов в Советском Союзе началась подготовка программы пилотируемого полета на Луну, активное участие в которой принимал Институт.

Для одновременного и независимого управления несколькими КА лунной экспедиции в 1963 г. в Институте была разработана бортовая аппаратура ДРС («Дальняя радиосистема») и наземный многофункциональный комплекс «Сатурн-МС». Впервые применена единая радиолиния для передачи всех видов информации. В технической документации этот режим получил название «Единый цифровой поток» — ЕЦП.

В 1969 г. советская пилотируемая лунная программа была прекращена. Бортовой комплекс ДРС и наземный комплекс управления, построенный на базе КИС «Сатурн-МС», с успехом были использованы в программе орбитальных



Проект «Союз-Аполлон» (1975 г.)

пилотируемых полетов (корабли «Союз») и в программе исследования Луны автоматическими КА (луноходы, лунные спутники, комплекс доставки лунного грунта на Землю). Пилотируемые КА «Союз» кроме того были оснащены телеметрическим комплексом РТС-9, разработанным в СКБ-567.

Эти же системы использовались для управления долговременными пилотируемыми станциями «Салют» (1971-1987 гг.).



Космический корабль «Буран» (1988 г.)

Для следующего поколения кораблей «Союз» в начале 70-х годов Институтом был разработан усовершенствованный бортовой радиокomплекс «Квант-В». На его базе для советско-американского проекта «Союз-Аполлон» был создан радиокomплекс «Встреча», обеспечивший в 1975 г. успешное выполнение этой программы, предусматривающей стыковку в космосе и совместный полет двух пилотируемых кораблей.

Радиокомплекс «Квант-В» совместно с наземными станциями «Квант-П», размещенными на шести командно-измерительных пунктах, обеспечил управление пилотируемыми кораблями «Союз», грузовыми кораблями «Прогресс», долговременной орбитальной станцией «Мир» и многоразовым транспортным космическим кораблем «Буран».

Основа станции «Мир» — базовый модуль с шестью стыковочными узлами был выведен на орбиту 20.12.1986 г. В окончательной конфигурации станция состояла из семи модулей: базовый, «Квант», «Квант-2», «Кристалл», «Спектр», «Природа», стыковочный модуль с «Шатлом». В состав станции входили следующие радиотехнические системы, созданные в Институте:

- «Квант-В» — система связи с наземными пунктами;
- «Антарес» — система связи через спутник-ретранслятор;
- БР-9-ЦУЗ,4,5 — системы телеметрических измерений;
- система ДЗЗ в составе многозональных сканирующих устройств и радиолинии для передачи информации со скоростью до 128 мбит/с.

Станция «Мир» успешно отработала 15 лет (до 2001 г.).

В ходе работ по программам «Мир» и «Буран» в связи с тем, что наземный комплекс управления имел радиоконтакт с КА в течение не более 10-12% полетного времени и не мог обеспечить сопровождение КА на невидимой стороне орбиты, Институт в период 1980-1985 гг. в дополнение к наземному был разработан спутниковый комплекс управления. Спутниковый комплекс управления базировался на использовании глобальной радиоретрансляционной системы, включающей в себя размещаемую на КА прямо-передающую аппаратуру «Антарес», бортовые ретрансляторы на геостационарных спутниках «Луч» и наземную прямо-передающую аппаратуру «Квант-Р», расположенную на центральном командно-измерительном пункте. В результате время радиоконтакта НКУ с пилотируемыми кораблями было доведено до 85-90% их полетного времени.



Международная космическая станция МКС (2014 г.)

Важным этапом в работе Института является участие в создании и эксплуатации Международной космической станции МКС — крупнейшем научно-техническом проекте современности. Всего в создании МКС участвуют 14 стран.

Построение МКС на околоземной орбите началось в ноябре 1998 г. с запуска первого российского модуля — функционально-грузового блока (ФГБ) «Заря». Российская часть МКС постоянно расширяется путем подстыковки к ФГБ различных модулей. Так, в настоящее время функционируют в составе МКС подстыкованные к ФГБ российские аппараты:

- служебный модуль «Звезда» (2000 г.);
- стыковочный модуль «Пирс» (2001 г.);
- малый исследовательский модуль «Поиск» (2009 г.);
- малый исследовательский модуль «Рассвет» (2010 г.).

Управление полетом МКС осуществляется двумя Центрами — российским ЦУП-М (г. Москва) и американским ЦУП-Х (г. Хьюстон, США).

Радиотехнический сегмент ЦУП-М и аппаратура командно-измерительных пунктов наземного комплекса управления МКС разработаны Институтом.

На российских модулях МКС и транспортных кораблях используется бортовая радиотехническая аппаратура, как ранее разработанная Институтом для станции «Мир» и корабля «Буран», так и разработанная вновь.

Всего в составе российской части МКС и подлетающих транспортных кораблей «Союз» и «Прогресс»

используются 22 радиотехнические системы — разработки Института с общим количеством приборов — более 600.

По состоянию на конец 2014 г. на МКС были доставлены 40 международных экипажей, которые успешно выполнили поставленные перед ними задачи.

В Институте закончена разработка бортовой системы ЕКТС (Единая командно-телеметрическая система), которая соответствует требованиям международных стандартов по структуре используемой информации. Система ЕКТС заме-



нила системы «Квант-В» и «Регул-ОС», а разработанный для нее приборный парк дает возможность комплектования систем для различных типов КА.

ЕКТС совместима с американской системой TDRSS и европейской DRS. Это позволяет расширить возможности международного сотрудничества с зарубежными космическими агентствами (NASA, ESA, JAXA и др.) в области передачи космических данных и оказания взаимной кроссподдержки при выполнении национальных проектов.

В состав ЕКТС входят приемответчик S-диапазона и устройство цифровой обработки сигналов.

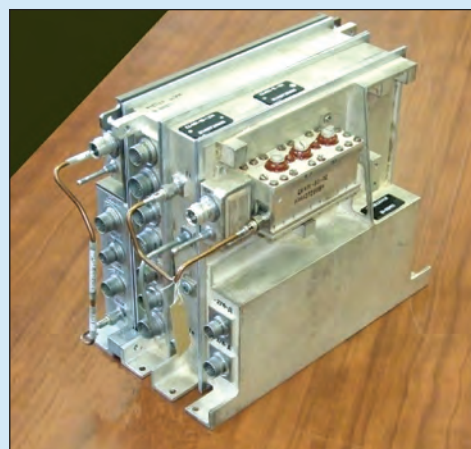
Отличиями приемответчика являются:

- использование принятой в зарубежных системах DSP технологии и методов цифровой обработки сигналов;
- использование технологии расширения спектра сигнала с помощью псевдошумовых последовательностей и совместимость со стандартом NASA SNUG 530, являющимся международным стандартом для систем космической ретрансляции.

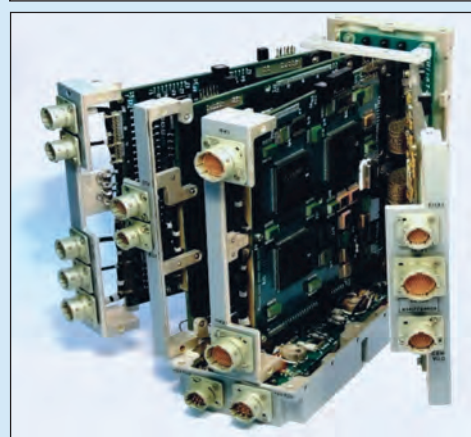
Для отработки и испытаний системы ЕКТС и ее модификаций создана универсальная контрольно-проверочная аппаратура (КПА), которая построена с применением современных стандартных вычислительных средств.

КПА имеет следующие особенности:

- использование базовых модулей, ЭВМ промышленного исполнения и покупного измерительного оборудования с возможностью управления от ЭВМ;
- использование ПМО, имеющего неизменное ядро, обеспечивающее полную автоматизацию процесса испытаний бортовой аппаратуры и самопроверки КПА;
- возможность работы в любых диапазонах стандартизованных частот с любыми струк-



Приемответчик S-диапазона системы ЕКТС (2009 г.)



Устройство цифровой обработки сигналов системы ЕКТС (2009 г.)



Контрольно-проверочная аппаратура системы ЕКТС (2009 г.)

турами и различными интерфейсами, используя модификацию КПА на основе универсального и программного ядра с дополнениями;

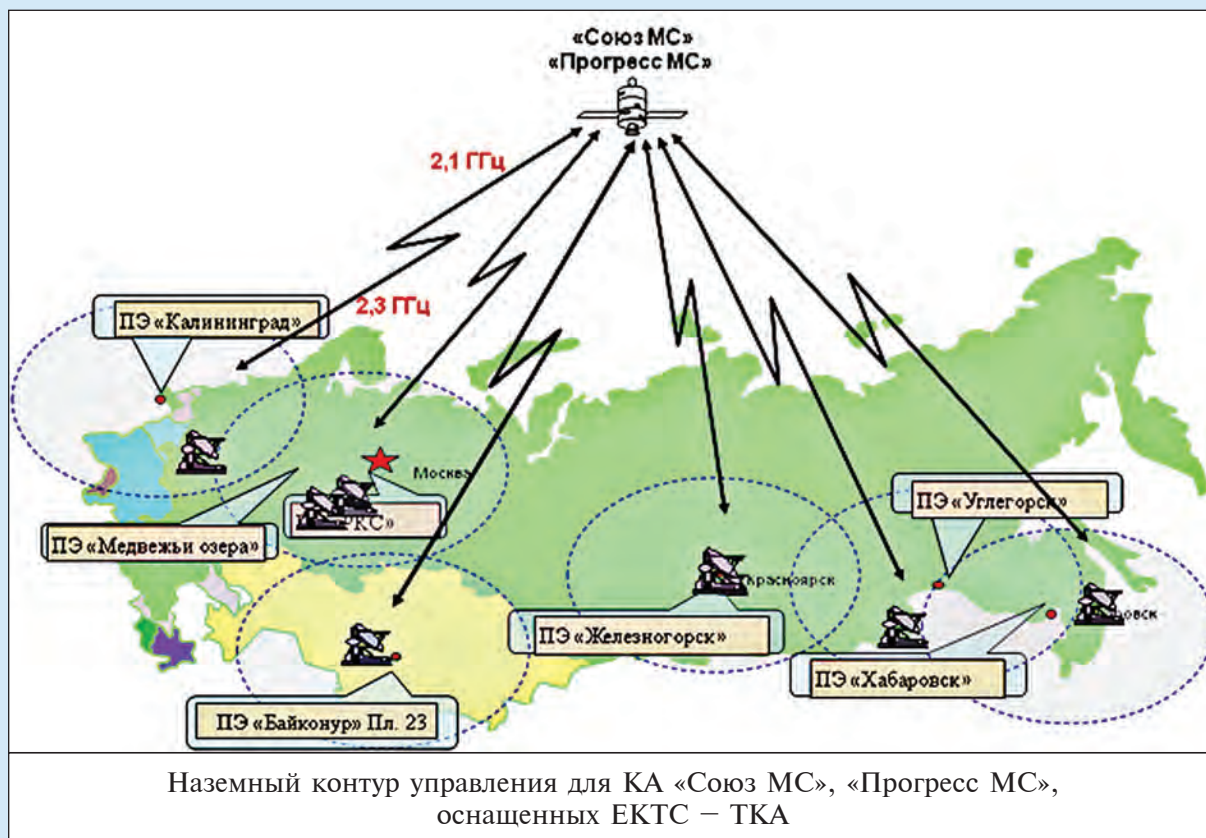
- возможность наращивания аппаратной части КПА с использованием внутренней локальной сети.

В 2011 году была завершена разработка бортовой системы ЕКТС-ТКА (Единая командно-телеметрическая система транспортных космических аппаратов).

Роскосмос и ОАО «РКК «Энергия» приняли решение о замене морально устаревших наземных радиотехнических комплексов (НРТК) «Квант-П», «Квант-СП» и бортовых радиотехнических комплексов (БРТК) «Квант-В», «Квант-ВД» управления и контроля транспортных КА пилотируемой программы на современные наземные радиотехнические станции «Клен» и бортовые радиотехнические системы ЕКТС-ТКА.



Единая командно-телеметрическая система транспортных КА (2011 г.)



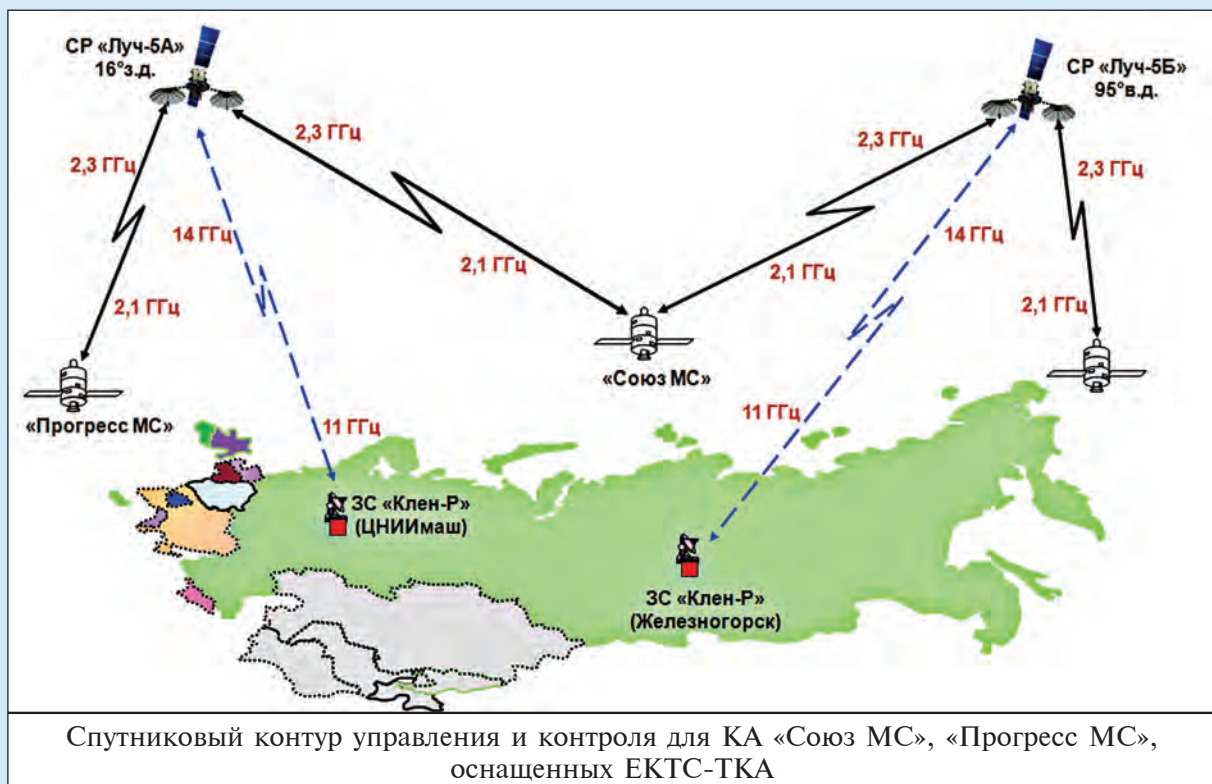
Отличительными особенностями ЕКТС-ТКА являются:

- использование современных цифровых методов передачи информации и обработки сигналов;
- соответствие рекомендациям CCSDS и требованиям международных стандартов;
- обеспечение приема и передачи информации в едином цифровом канале;
- обеспечение управления и контроля КА непосредственно с ЗС «Клен-Н»;
- обеспечение управления и контроля КА по спутниковым каналам ретрансляции через спутник-ретранслятор «Луч».

Система ЕКТС-ТКА прошла полный цикл наземной отработки, изготовлены летные комплекты аппаратуры. Начало эксплуатации системы в составе модернизированных КА «Союз МС» и «Прогресс МС» намечено на 2015 год.

В 2012 году были начаты работы по созданию бортовой радиотехнической системы (БРТС) для перспективной пилотируемой транспортной системы (ППТС), которая включает в себя пилотируемый транспортный корабль (ПТК), состоящий из многоразового возвращаемого аппарата (ВА) и одно-разового двигательного отсека (ДО). Деление корабля на отсеки основывается на принципе функциональности:

- ВА предназначен для размещения до 4 членов экипажа и оборудования, обеспечивающего жизнедеятельность и управление кораблем, спуск в атмосфере и посадку;
- ДО предназначен для размещения приборов и агрегатов, обеспечиваю-



щих выработку электроэнергии, сброс тепла в окружающее пространство, линейные, угловые перемещения и межорбитальные переходы на орбитальном участке полета, а также его гарантированное сведение с орбиты в разрешенных зонах.

Бортовая радиотехническая система (БРТС) в составе ПТК совместно с земными станциями (ЗС) «Клен» и многофункциональной космической системой ретрансляции (МКСР) на базе СР «Луч-5» предназначена для обеспечения радиуправления, радиосвязи и радиоконтроля ПТК на всех этапах полета, включая решение задач межбортовой радиолинии (МБРЛ) при подлете к орбитальной станции (ОС).

БРТС обеспечивает организацию единого радиоканала в S-диапазоне и X-диапазоне частот для управления, связи и контроля ПТК для околоземных полетов и полетов к Луне.

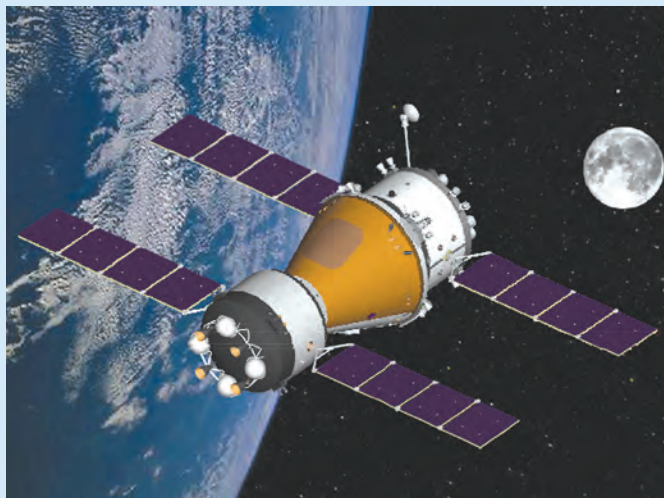
После разделения отсеков корабля БРТС совместно с ЗС «Клен» и МКСР «Луч» обеспечивает:

- радиосвязь и радиоконтроль возвращаемого аппарата (ВА);
- радиуправление и радиоконтроль двигательного отсека (ДО).

В настоящее время идет этап разработки конструкторской документации БРТС. Предполагаемый срок запуска корабля – 2017 год.

В целом пилотируемая программа способствовала научно-техническому развитию Института, поддержанию на высоком уровне технологии производства, обеспечившей высокую надежность работы аппаратуры.

Вклад сотрудников института в пилотируемую программу отмечен многочисленными правительственными наградами.



Перспективный пилотируемый транспортный корабль (Проект)

6. ИССЛЕДОВАНИЯ ДАЛЬНЕГО КОСМОСА

После запуска первого в мире искусственного спутника Земли в СССР была намечена большая программа космических исследований Луны, планет Солнечной системы и околоземного пространства. Институт выполнял радиотехническое обеспечение полетов межпланетных космических станций, впервые в мировой практике решая проблемы по передаче научной информации и управлению КА, находящихся на расстоянии до сотен миллионов километров от Земли.

Исследования в дальнем космосе начались с запусков в 1961 г. КА «Венера-1» и в 1962-м — КА «Марс-1». Установленный на них радиокomплекс первого поколения работал в дециметровом диапазоне радиоволн и обеспечивал командно-измерительные функции, передачу и запоминание телеметрической и научной информации. На КА «Марс-1» было установлено фототелевизионное устройство.



КА «Марс-3» (1971 г.)



Антенна АДУ-1000 Западного центра дальней космической связи (1961 г.)

Эта работа была выполнена в СКБ-567, здесь же была создана и аппаратура наземного комплекса «Плутон», размещенного вблизи г. Евпатории, ставшего основой Западного центра дальней космической связи. Комплекс был оснащен антеннами типа АДУ-1000, самыми современными для того времени передатчиками, приемниками и другой аппаратурой. В своем составе комплекс «Плутон» имел отечественный планетный радиолокатор, с помощью которого были проведены первые сеансы радиолокации Венеры, Марса и Меркурия и уточнены модели их движения. В дальнейшем эта работа была продолжена с использованием более совершенных отечественных планетных радиолокаторов.

В 1967 г. впервые в мире в атмосферу Венеры был доставлен спускаемый аппарат (СА «Венера-4»), который работал на высоте до 20 км от поверхности и передавал информацию со скоростью 1 бит/с. СА станции «Венера-7», запущенной в 1970 г., дал полный температурный разрез атмосферы Венеры, впервые совершил мягкую посадку на ее поверхность и передал уникальную научную информацию: величина температуры у поверхности — 460°C, давление — 90 атм., состав атмосферы — углекислый газ, состав облаков — капли серной кислоты. С запущенных в 1971 г. космических станций «Марс-2» и «Марс-3» была получена информация об атмосфере Марса и его поверхности.



Первый цветной снимок Марса.
КА «Марс-5» (1974 г.)

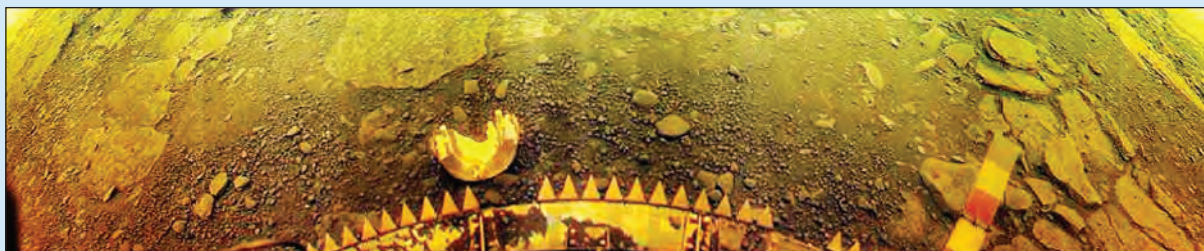
Для управления космическими станциями нового поколения, запускаемыми тяжелым носителем «Протон» и имеющими гораздо больший объем научного оборудования, потребовалось создание новых бортовых (КИК-4В2) и наземных («Сатурн-МСД») радиотехнических комплексов. На базе комплекса «Сатурн-МСД», введенного в г. Уссурийске в 1971 г., был создан Восточный центр дальней космической связи, работающий в дециметровом и сантиметровом диапазонах на прием и в дециметровом — на передачу. В комплекс входила приемная антенна П-400 с диаметром зеркала 32 м.



Антенна П-2500 Восточного центра
дальней космической связи
(1985 г.)

Использование на борту венерианских станций режима ретрансляции научной информации с СА через бортовой радиокomплекс пролетного аппарата позволило увеличить скорость передачи на Землю научной информации до 6 кбит/с при приеме изображений и 3 кбит/с при приеме телеметрической информации. «Плутон» был модернизирован. На нем была установлена аппаратура приема научной информации в сантиметровом диапазоне. В 1973 г. с помощью КА «Марс-4, -5, -6, -7» были исследованы атмосфера и поверхность Марса, получены первые цветные снимки его поверхности.

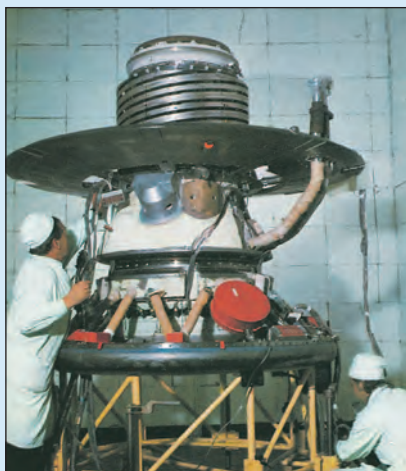
В 1975 г. КА «Венера-9» и «Венера-10» были переданы на Землю не только данные о физи-



Первая цветная панорама поверхности Венеры (Станция «Венера-13», 1982 г.)

ческих параметрах планеты, но и первые изображения поверхности Венеры вблизи места посадки СА (в черно-белом виде).

В 1978 г. Институт разработал новый магистральный бортовой радиокомплекс (МРК) и наземный радиотехнический комплекс «Квант-Д» с высокоэффективной антенной П-2500 с диаметром зеркала 70 м (введен в эксплуатацию в г. Евпатории в 1980 г. и в г. Уссурийске — в 1985 г.). Комплекс отличался двумя взаимодополняемыми радиопередачами дециметрового и сантиметрового диапазонов. В составе комплекса впервые в мире был применен разработанный в Институте цифровой приемник, обеспечивающий рекордные параметры при приеме слабых сигналов.



Подготовка к полету спускаемого аппарата станции «Венера-13» (1982 г.)

Мощность передатчиков в обоих диапазонах составляла 200 кВт, суммарная шумовая температура приемных устройств комплекса (в сантиметровом диапазоне) составляла 23 К, благодаря использованию разработанных в Институте малошумящих мазерных усилителей. Были резко увеличены точность траекторных измерений (по дальности — до 20 м, по скорости — до 2 мм/с) и скорость принимаемой научной информации (до 131 кбит/с).

В 1982 г. на КА «Венера-13» и «Венера-14» скорость принимаемой с СА научной информации за счет использования режима ретрансляции сигналов СА через КА, находившийся на орбите спутника Венеры, была доведена до 64 кбит/с, что позволило передать на Землю цветные панорамы поверхности Венеры.

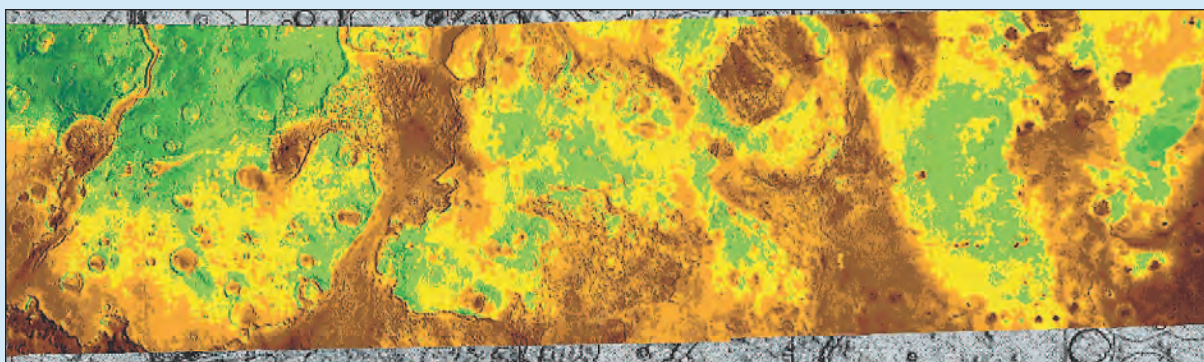
Впервые в мире при радиолокационном картографировании поверхности Венеры на КА «Венера-15» и «Венера-16» скорость приема научной информации комплексом была доведена до 100 кбит/с (1983-1984 гг.).

В рамках программы «Вега» («Венера — Комета Галлея», 1984-1986 гг.) Институтом было решено несколько важных научных и инженерных про-



Тепловой снимок поверхности Марса с КА «Фобос-2» (1988 г.)

блем, из которых следует выделить проблему обеспечения слежения за дрейфующими в атмосфере Венеры аэростатными зондами.



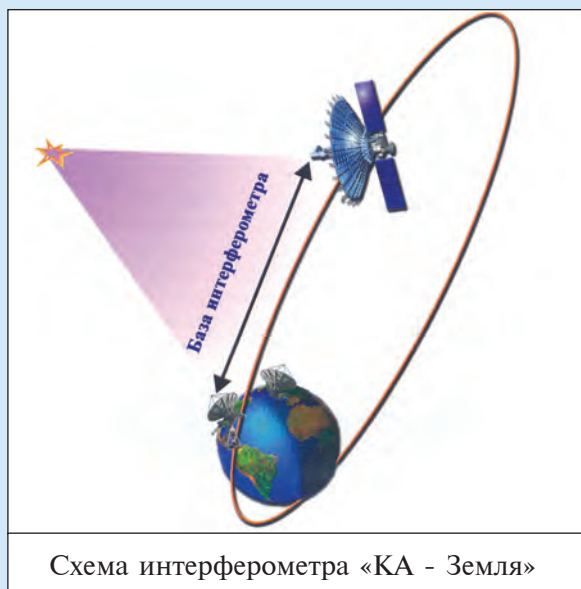
Карта тепловой инерции поверхности Марса, полученная по результатам тепловой съемки с КА «Фобос-2» (1988 г.)

В 1988 г. на КА «Фобос-2» был поставлен научный эксперимент «Термоскан», обеспечивший тепловую съемку экваториальной области Марса. В результате были получены карты тепловой инерции поверхности с высоким пространственным разрешением.

В период с 1972-2000 гг. с космических станций, находящихся на сильно вытянутых (удаление 200 тыс. км) орбитах («Прогноз-1...-10», «Астрон», «Гранат», «Интербол-1», «Интербол-2»), был получен большой объем ценной научной информации. Большая надежность бортовых радиокомплексов позволила обеспечить срок активного существования КА: «Гранат» — 10 лет, КА «Астрон» и «Интербол» — 6 лет.

В 2012 г. были созданы новые бортовые и наземные радиотехнические комплексы для работы с космическими станциями проектов «Спектр», «Фобос-Грунт» и др.

При подготовке проекта «Фобос-Грунт» были разработаны наземные радиотехнические комплексы управления нового поколения «Фобос» и «Спектр X»,



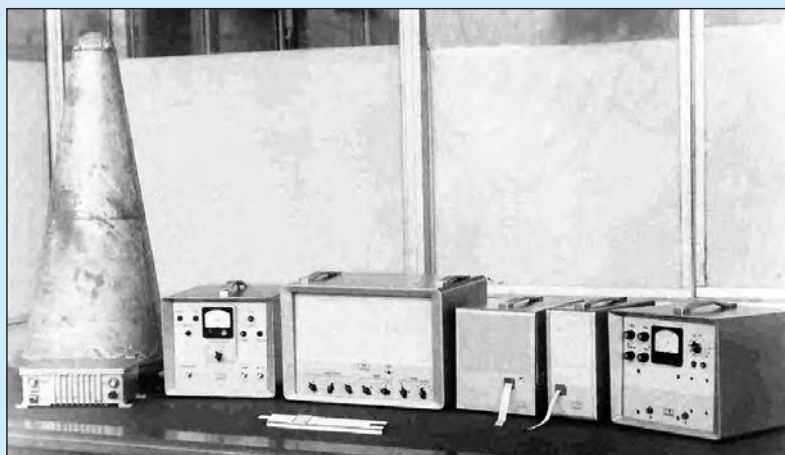
работающие в X-диапазоне радиоволн. Они были установлены в г. Уссурийске, подмосковных Медвежьих Озерах и г. Байконуре.

В 2010 г. в Институте для КА «Радиоастрон» (Спектр-Р) были разработаны бортовая командно-измерительная система (БАКИС), бортовая информационно-телеметрическая система (БИТС) и высокоинформативный радиокomплекс (ВИРК). Цель проекта – проведение астрофизических исследований разных типов объектов Вселенной с рекордно высоким угловым разрешением в СМ и ДМ диапазонах радиоволн. Это достигается с помощью космического радиотелескопа на борту КА, работающего совместно с крупнейшими наземными радиотелескопами в режиме радиоинтерферометра со сверхдлинной базой (более 300 тыс. км), которая образуется за счет вытянутой эллиптической орбиты. Запуск КА «Радиоастрон» состоялся 18 июля 2011 г. Успешная работа аппарата продолжается и в настоящее время. Получено большое количество уникальной научной информации.

7. КОСМИЧЕСКИЕ НАВИГАЦИОННЫЕ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Спутниковые навигационные системы имеют весьма существенные преимущества перед другими навигационными системами, широко используемыми для гражданских и военных целей. Это, прежде всего, глобальность действия, независимость от погодных условий, времени года, суток и высокая точность обсервации.

Работы по созданию первой отечественной низкоорбитальной спутниковой навигационной системы начались в конце 60-х годов после выпуска соответствующего постановления Правительства. Институт был определен головной организацией по радиотехническому комплексу системы, разработке бортовой и наземной радиотехнической аппаратуры, а также аппара-

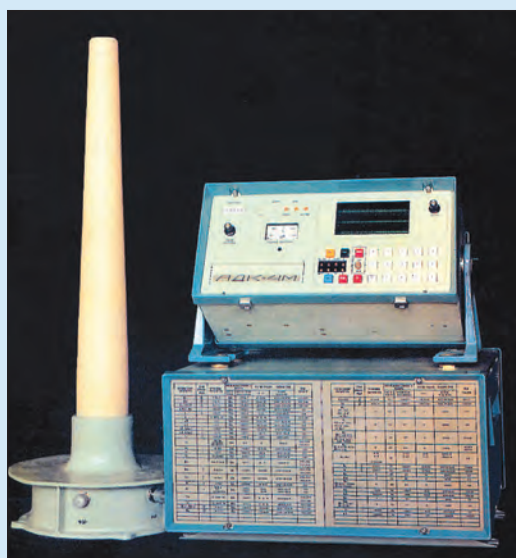


Аппаратура доплеровских измерений «Сфера-Н» (1968 г.)

туры некоторых потребителей (пользователей) навигационной информации.

В результате научно-исследовательских работ был определен основной облик спутниковой навигационной системы. Разработаны структура навигационного радиосигнала, система траекторных измерений, эфемеридного обеспечения, средства командного и программного управления спутниками.

Первый спутник, оснащенный экспериментальной навигационной аппаратурой, был запущен в 1967 г. (КА «Космос-192»). В дальнейшем на этой основе были разработаны и построены низкоорбитальные навигационные системы для нужд военных и гражданских (система «Цикада») потребителей. Системы содержали пять-шесть спутников на круговых орбитах с высотой около 1000 км.



Абонентская аппаратура для морских судов системы «Цикада» (1976 г.)

Определение координат потребителей в этих системах производилось по сигналам одного спутника беззапросным методом — определялись две пространственные координаты в зоне видимости спутника с точностью около 100 м. В силу специфики навигационных определений эти системы получили широкое применение для навигации морских судов. В 70-х годах различными модификациями аппаратуры потребителей, разработанной Институтом, были оснащены практически все крупные отечественные морские суда.

В 70-х годах при активном участии специалистов Института была разработана среднеорбитальная многоспутниковая навигационная система, которая получила название ГЛОНАСС (глобальная навигационная спутниковая система).

Система ГЛОНАСС обеспечивает высокую точность определения местоположения, скорости и поправки к шкале времени аппаратуры пользователей. Система состоит из трех основных сегментов (подсистем): орбитальной группировки космических аппаратов, наземного комплекса контроля и управления, навигационной аппаратуры потребителей.

Спутники системы ГЛОНАСС расположены на орбитах, близких к круговым, с периодом обращения 11 ч 15 мин, высотой 19100 км и наклоном 64,8°. Орбитальная группировка включает в себя 24 рабочих спутника (по 8 в трех орбитальных плоскостях). Спутниками для потребителей постоянно излучаются радиосигналы, несущие навигационные сообщения и позволяющие производить беззапросным методом траекторные измерения и решать навигационную задачу.

Первый спутник системы ГЛОНАСС с 3-летним сроком активного существования был запущен в 1982 г., в 1995 г. система была полностью развернута и принята в эксплуатацию. Однако в период экономического кризиса из-за отсутствия запусков космическая группировка системы практически деградировала.

С целью ликвидации отставания в области спутниковой навигации и координатно-временного обеспечения, а также скорейшего восстановления системы ГЛОНАСС была разработана и утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 20.08.2001 г. № 587 Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система» на 2002-2011 гг. (ФЦП ГЛОНАСС). Согласно этой программе Институт определен головной организацией по созданию, развитию и целевому использованию глобальной навигационной системы (ГНС) ГЛОНАСС.

Основные направления развития системы включали в себя:

- повышение точности и достоверности навигационных определений;
- увеличение информативности навигационных сообщений;
- определение целостности навигационного поля;

- повышение помехозащищенности и устойчивости навигационных каналов;
- повышение надежности и увеличение сроков активного существования космических аппаратов.

Реализация поставленных задач предусматривала создание космических аппаратов нового поколения КА «Глонасс-М», модернизацию наземного комплекса управления и создание комплекса средств функциональных дополнений.

Начиная с 2009 г. орбитальная группировка системы состояла только из КА «Глонасс-М». Эти аппараты обладают по сравнению с КА «Глонасс» первого поколения более совершенными техническими характеристиками: увеличен срок активного существования до 7 лет, повышена стабильность бортового стандарта частоты до $1 \cdot 10^{-13}$.

В рамках дальнейшего развития системы ГЛОНАСС создан КА третьего поколения — «Глонасс-К» с улучшенными характеристиками: срок активного существования — до 10 лет, стабильность бортового стандарта частоты — $1 \cdot 10^{-14}$. Летные испытания «Глонасс-К» начались в 2011 г.

Институтом для КА «Глонасс-К» разработан новый бортовой интегрированный навигационный комплекс (БИНК), выполняющий не только функции прежней бортовой навигационной системы (БИНС), но и задачи межспутниковых измерений. Кроме того, в комплексе БИНК предусмотрено введение новых радиосигналов с кодовым разделением.

В состав бортовой аппаратуры КА «Глонасс-К» включен ретранслятор аварийного сигнала космической системы спасания КОСПАС-САРСАТ. Бортовая радиоаппаратура для КА «Глонасс-К» разработана на новой элементной базе и рассчитана на работу в условиях открытого космоса. Введение новых навигационных радиосигналов на КА «Глонасс-К» позволит обеспечить взаимодополняемость системы ГЛОНАСС с системами GPS и Galileo.

Наземный комплекс управления системы ГЛОНАСС в ходе модернизации претерпел коренную переработку, связанную с переходом на беззапросную технологию измерения параметров движения КА и внедрением новых принципов обработки и формирования информации, закладываемой в бортовую аппаратуру КА. Институтом разработан ряд беззапросных измерительных станций (БИС и БИВС) и закладочно-измерительных станций (ЗИС), которые в плановом порядке устанавливаются на наземных пунктах в России и за рубежом.

Поэтапная реализация мероприятий по совершенствованию навигационных космических аппаратов и модернизации наземного комплекса управления позволят повысить точность навигационных определений с существующего уровня в 7 м по координатам и 0,02 м/с по скорости до 2,8 м по координатам и 0,013 м/с по скорости в абсолютном режиме и до 1 м по координатам в дифференциальном режиме.

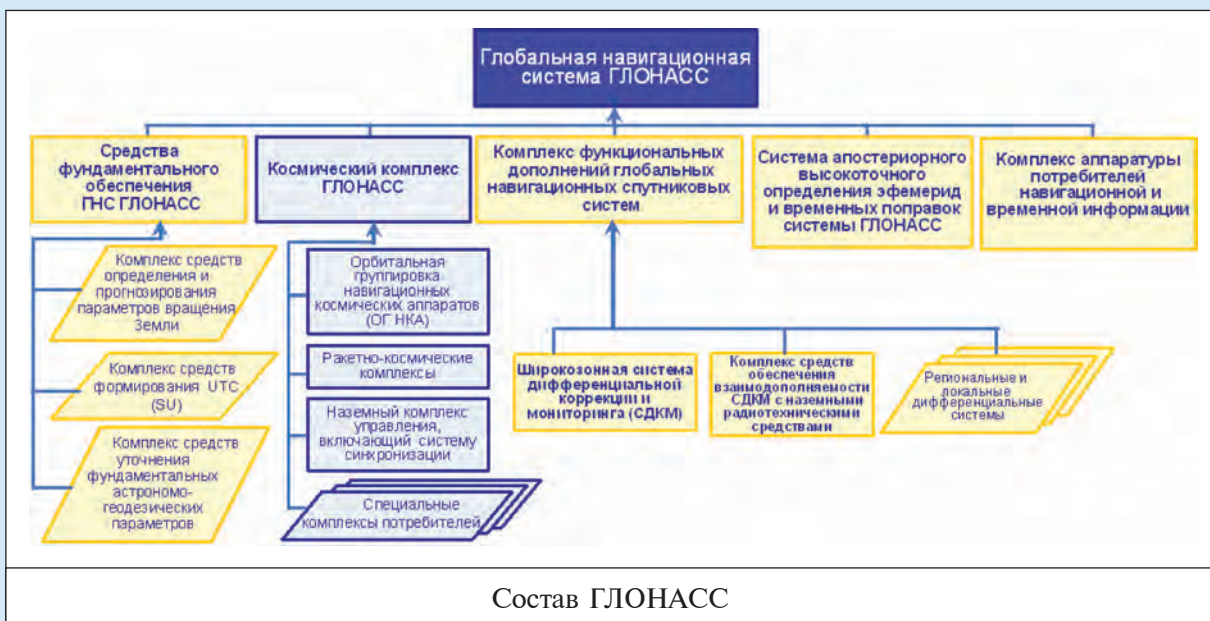
Создание модернизируемой системы ГЛОНАСС должно обеспечить решение широкого спектра пользовательских задач как в интересах безопасности государства, так и в области научного и социально-экономического развития России, в том числе:

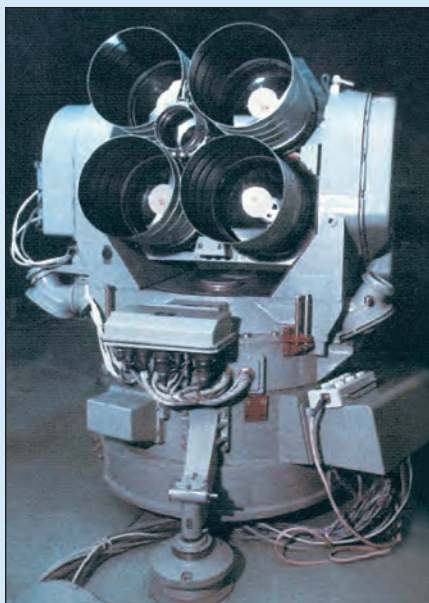
- оптимизация маршрутов движения транспорта;
- обеспечение безопасности судоходства и пилотирования самолетов;
- проведение геологоразведки, мероприятий по землеустройству;
- внедрение новых эффективных методов работы в области геодезии, геодинамики и картографии;
- обеспечение безопасности и сохранности особо опасных и ценных грузов при транспортировке;
- прогнозирование природных катаклизмов.

Помимо работ, связанных с совершенствованием радиотехнической аппаратуры спутников и наземного комплекса управления системы ГЛОНАСС, Институтом проводятся мероприятия по разработке и внедрению комплекса функциональных дополнений системы ГЛОНАСС и аппаратуры потребителей различного класса.

Возможность с помощью спутниковой навигации высокоточного измерения взаимных координат разнесенных в пространстве объектов определило основу создания специальных спутниковых систем для геодезических целей — «Сфера» и «ГеоИК».

Первый КА геодезической космической системы «Сфера» («Космос-203») был запущен на орбиту в 1968 г. Вся радиотехническая аппаратура спутника, наземная измерительная специальная аппаратура и средства управления были разработаны и изготовлены в Институте.





Лазерный дальномер (1981 г.)

В 1981 г. был произведен запуск на орбиту КА второго поколения отечественной космической геодезической системы «ГеоИК». Помимо радиотехнической измерительной аппаратуры ИСЗ и наземных измерительных пунктов, система была оснащена аппаратурой доплеровских измерений и лазерными дальномерами. В 1985 г. геодезическая космическая система «ГеоИК» была принята в эксплуатацию.

С помощью этих систем, помимо геодезических задач, были уточнены важные параметры Земли, которые легли в основу расчета эфемерид и их прогноза в навигационных спутниковых системах.

По навигационной и геодезической тематике 10 сотрудников Института были удостоены Ленинской и Государственной премий и более

100 сотрудников были награждены орденами и медалями СССР.

8. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ДОПОЛНЕНИЯ К ГЛОНАСС

В соответствии с требованиями к глобальной навигационной системе ГЛОНАСС одним из ее основных элементов является комплекс функциональных дополнений (КФД). Исторически системы функциональных дополнений были разработаны для повышения точности и надежности навигационных определений, особенно в условиях, когда система GPS находится в режиме селективного доступа (SA — selective availability), характеризующимся повышенной погрешностью (до 100 м). За прошедшее время круг задач, которые решают системы функциональных дополнений, расширился. Потребителю требуется теперь не только корректирующая информация, ему необходимо оперативно решать задачи контроля целостности навигационно-временного поля, проводить работы по высокоточному относительному позиционированию. Российская Федерация, являясь владельцем собственной глобальной навигационной спутниковой системы (ГНС), а также государством, в котором активно развиваются навигационные технологии, создает весь спектр систем функциональных дополнений, включающий широкозонную систему дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ), локальные и региональные дифференциальные подсистемы.

В Институте к решению задач по созданию первых дифференциальных станций приступили в начале 90-х годов XX века. Были созданы контрольно-корректирующие станции (ККС) морской дифференциальной подсистемы (МДПС). В основу алгоритмов работы станций положены принципы передачи потребителям скалярных поправок к первичным измерениям навигационных параметров (псевдодальности) по радиоканалам. При этом обеспечивается повышение точности навигационных определений до уровня 1 м. Существенным недостатком данной технологии является деградация точности передаваемой корректирующей информации с увеличением расстояния от дифференциальной станции до потребителя. Зона действия одной дифференциальной станции не превышает 200 км.

Для удовлетворения растущих требований потребителей создаются новые системы, работающие в соответствии со стандартами Международной организации гражданской авиации (International Civil Aviation Organization — ICAO) и Международной морской организации (International Marine Organization — IMO).

Одним из наиболее удачных технических решений в области высокоточной навигационной аппаратуры потребителя стало создание в 2007 г. нового поколения геодезической спутниковой аппаратуры (ГСА) и мобильной дифференциальной станции (МДС). Отличительными особенностями данной аппаратуры является уникальное сочетание мобильности и оператив-



Аппаратура ГСА (2007 г.)

ности решения задач высокоточной геодезической привязки объектов. При этом наличие встроенной памяти и модема мобильной связи в стандарте GSM позволяет потребителям осуществлять обработку данных в апостериорном режиме, а также работать в условиях отсутствия прямой радиовидимости между комплектом ГСА и МДС.

Следующим этапом развития функциональных дополнений является создание Институтом СДКМ, которая решает задачи формирования векторных поправок (уточненной эфемеридно-временной информации) и информации о целостности навигационно-временных полей систем ГЛОНАСС и GPS.

В мире уже существуют аналогичные системы, решающие указанные задачи, — WAAS (США), EGNOS (ЕС), MSAS (Япония). Проводимые Институтом работы по развертыванию СДКМ позволят Российской Федерации войти в число стран — владельцев широкозонных систем и упрочить свои

лидирующие позиции в сфере координатно-временного и навигационного обеспечения потребителей.

Работы по созданию составных частей СДКМ начались в 2002 г. Первоначально разработка широкозонной дифференциальной подсистемы



Мобильная дифференциальная станция (2007 г.)



(ШДП) и системы мониторинга (СМ) велась отдельно. В 2006 г. было принято решение об объединении ШДП и СМ и переходе к созданию СДКМ. В состав СДКМ входит комплекс сбора измерений, включающий 23 станции сбора измерений (ССИ), расположенные на территории Российской Федерации (19) и за рубежом (4), центр дифференциальной коррекции и мониторинга (ЦДКМ) и комплекс средств доставки информации потребителям. Первичная измерительная информация (отсчеты псевдодальности и псевдофазы по радиосигналам в диапазонах L1 и L2 ГЛОНАСС и GPS) поступает в центр системы, где обрабатывается с целью уточнения эфемеридно-временной информации (ЭВИ), определения параметров целостности навигационно-временного поля и формирования сообщений для потребителей. В качестве формата передачи данных выбран международный стандарт SBAS, утвержденный Международной организацией гражданской авиации.



Станция ГЛОНАСС в Бразилии (2013 г.)

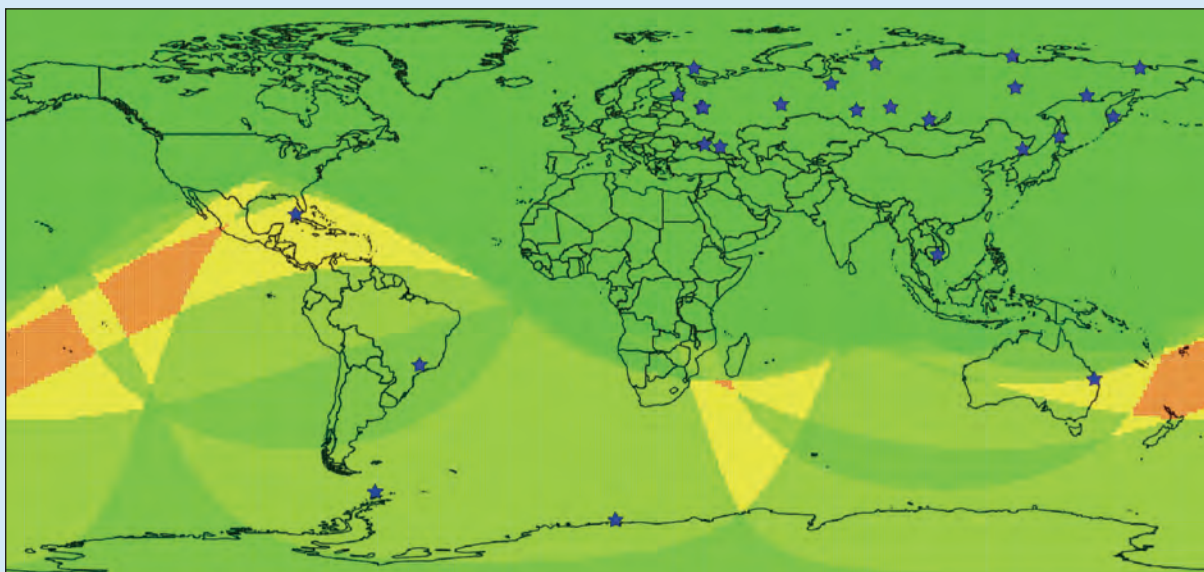


а)

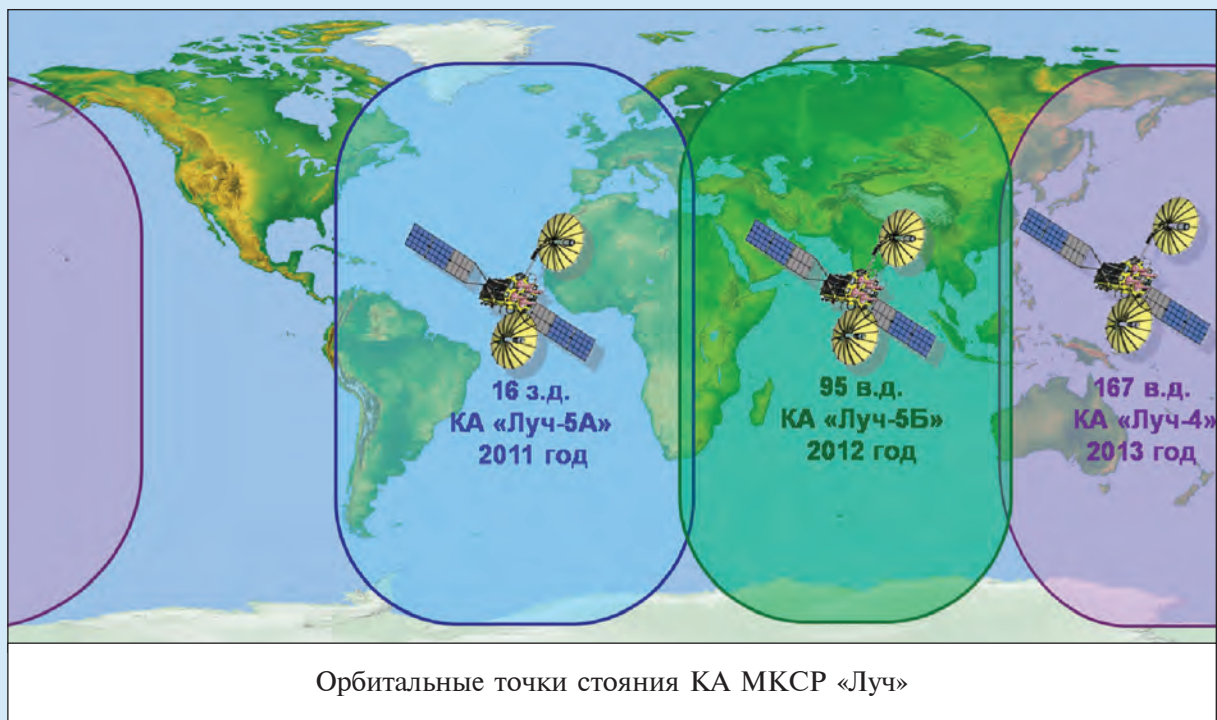
б)

ССИ, установленные на станциях «Беллинсгаузен» (а) и «Новолазаревская» (б) (2012 г.)

В 2010-2012 гг. ССИ были размещены на российских антарктических станциях «Беллинсгаузен», «Новолазаревская» и «Прогресс». С февраля 2013 г. функционирует ССИ СДКМ, размещенная в Бразилии (г. Бразилиа). Эти станции впервые в истории системы ГЛОНАСС позволили осуществить беззапросные измерения навигационных радиосигналов ГЛОНАСС российскими техническими средствами в южном полушарии. Станции оснащены современным 40-канальным навигационным приемником, пассивным водородным стандартом частоты, системой удаленного доступа, позволяющей дистанционно управлять режимами работы ССИ из центра СДКМ. Система термостабилизации позволяет устанавливать станции в любых закрытых помещениях, с температурой внутри от + 5°C до + 40°C.



Расположение ССИ системы СДКМ



Особое место в обеспечении работоспособности системы в целом занимает сбор данных с распределенных ССИ. В максимально короткие сроки была разработана и развернута система сбора данных, использующая защищенные дублированные каналы связи. Данные поступают в ЦДКМ, расположенный на территории Института, не только со станций Российской Федерации, но и из самых отдаленных районов Земного шара.



ССИ на антарктической станции «Прогресс» (2012 г.)

Первая очередь СДКМ введена в эксплуатацию в конце 2008 г. Ключевым элементом первой очереди является система доставки информации СДКМ до потребителя по наземным каналам связи в формате SiSnet. Информация представляет собой поток данных в формате SBAS, передаваемых через глобальную сеть Интернет, что делает услуги СДКМ доступными любому потребителю, в том числе и мобильному.

Вторая очередь развертывания СДКМ включает использование многофункциональной космической системы ретрансляции (МКСР) «Луч» для доставки информации через космические аппараты (КА), расположенные на геостационарной орбите. На КА «Луч» устанавливается бортовой ретранслятор, разработанный

ный и изготовленный Институтом за короткое время в 2009-2010 гг. КА «Луч-5А» занимает точку стояния 167° в.д., КА «Луч-5Б» дополняет группировку и располагается в точке 16° з.д. Завершилось создание геостационарного сегмента комплекса доставки информации СДКМ запуском в 2014 г. КА «Луч-5В» в точку стояния 95° в.д.

В заключение необходимо отметить, что развитие функциональных дополнений глобальных навигационных спутниковых систем в Институте не будет остановлено после создания СДКМ. Проводимые в настоящее время поисковые работы позволяют уверенно говорить о возможности существенного улучшения потребительских свойств функциональных дополнений системы ГЛОНАСС, в первую очередь за счет повышения оперативности оценки частотно-временных параметров.

9. НАВИГАЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ГЛОНАСС

При активной государственной поддержке была разработана и принята нормативная правовая база, предписывающая использовать глобальную навигационную спутниковую систему (ГЛОНАСС) в интересах социально-экономического развития Российской Федерации.

Важным направлением развития системы ГЛОНАСС является разработка и организация серийного производства навигационной аппаратуры потребителей (НАП), обусловленная возросшими за последние годы потребностями в навигационных услугах и требованиями российских потребителей к системе ГЛОНАСС.

Институтом в течение 2004-2007 гг. разработан и создан телематический модуль «Трансмастер», использующий сигнал навигационных систем ГЛОНАСС и GPS.

Телематический модуль, устанавливаемый на транспортное средство (ТС), определяет собственное местоположение и, вместе с тем, получает от подключенных к нему датчиков данные о состоянии перевозимого груза, самого ТС и параметрах его движения.

Однако для эффективного использования системы ГЛОНАСС наличия современной потребительской аппаратуры еще недостаточно. Основной экономический эффект от применения навигационных технологий на базе системы ГЛОНАСС формируется, в первую очередь, при широком использовании НАП при создании навигационно-информационных систем (эта система состоит из НАП, каналов связи, диспетчерских центров со специализированным программным обеспечением и автоматизированных рабочих мест диспетчеров).

Институтом параллельно с созданием телематического модуля в течение 2004-2007 гг. разработана и создана одноименная автоматизированная спутниковая навигационно-информационная система мониторинга и управления ТС — «Трансмастер». Система обеспечивает решение задач мониторинга и управления ТС как в масштабе региона, так и в масштабе муниципального образования. Оперативные службы получают достоверную информацию о местоположении и состоянии ТС, что значительно повышает их эффективность.



Автоматизированные системы типа «Трансмастер» успешно внедряются в интересах крупных корпоративных заказчиков, администраций субъектов Российской Федерации, Федеральных органов исполнительной власти. В качестве примера можно привести реализацию проектов в интересах заполярного филиала ОАО «ГМК «Норильский никель», администраций Ярославской, Калужской областей и Красноярского края, а также национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России (успешно проведена демонстрация работы центра президенту Российской Федерации в феврале 2008 года).

Эксплуатация подобных систем позволяет повысить качество транспортного обслуживания населения, безопасность перевозок, контролировать расход топлива, более эффективно проводить анализ использования бюджетных средств, затрачиваемых на содержание и ремонт дорог на территории региона, уменьшает время реагирования в случаях дорожно-транспортных происшествий.

Однако мониторинг транспорта — не единственная область применения системы ГЛОНАСС.

Институт совместно с Центральной избирательной комиссией Российской Федерации в рамках программы ускоренного технического переоснащения избирательной системы реализует проект создания системы мониторинга местонахождения переносных контейнеров в период подготовки и проведения избирательных кампаний с применением отечественных навигационных технологий на базе ГЛОНАСС. Система, включающая устройство контроля пере-



мещения и учета, предназначена для мониторинга перемещения специально оборудованных контейнеров для голосования в режиме реального времени и принятия решений при возникновении нештатных ситуаций.

В настоящее время в интересах Росрыболовства Институт создает специализированную навигационно-информационную систему на основе НАП ГЛОНАСС, обеспечивающую мониторинг рыбопромысловых судов.

Создание систем высокоточного спутникового позиционирования (СВСП) еще одна из серьезнейших работ, проводимых Институтом.

Такие системы, в первую очередь, предназначены для создания единого координатно-временного поля и информационного обеспечения работ, связанных с высокоточным позиционированием: установление границ административно-территориальных образований, геодезическое обеспечение строительства дорог и трубопроводов, решение задач высокоточной навигации и диспетчеризации наземных, речных и воздушных транспортных средств, геодезическое обеспечение сельскохозяйственных работ, поддержка принятия управленческих решений в задачах управления территориями и т.п.

Предприятие, учитывая возможности и перспективы модернизации отечественной системы ГЛОНАСС, продолжает совершенствовать созданные модели и системы, а также создает новые комплексные услуги, объединяющие возможности навигационных, информационных и коммуникационных технологий, в соответствии с постоянно меняющимся стилем и качеством жизни людей.

На базе ГЛОНАСС-технологий разработана и реализуется концепция федеральной системы мониторинга критически важных и потенциально опасных объектов инфраструктуры РФ и опасных грузов (ФСМ КВО и ОГ). Реа-



Система мониторинга местонахождения переносных контейнеров в период подготовки и проведения избирательных кампаний

лизация этого проекта позволит эффективно управлять техногенными рисками и парировать возможные негативные последствия угроз природного характера.

Институт в 2009 г. стал инициатором одного из крупнейших инновационных проектов федерального значения «ЭРА ГЛОНАСС» (Система экстренного реагирования при аварии). Проект направлен на снижение

тяжести последствий ДТП и реализуется на территории всех субъектов Российской Федерации. Благодаря оснащению транспортного средства телематическими терминалами, передающими службам экстренного реагирования информацию об аварии, включающую координаты транспортного средства, сокращается интервал времени между ДТП и оказанием помощи пострадавшим.

Проводится работа по созданию системы информационно-навигационной поддержки, мониторинга и оказания экстренной помощи инвалидам, больным, престарелым, детям (проект «Социальный ГЛОНАСС»). Речь идет о системе мониторинга, обеспечивающей максимально возможное качество реальной «безбарьерной» среды существования людей с ограниченными возможностями; информирование родственников, медицинских и социальных работников о местоположении данной категории граждан, оказание им информационной поддержки и экстренной помощи.

Разрабатывается автоматизированная система комплексного государственного мониторинга объектов инфраструктуры и ресурсов Российской Федерации (проект «МИР»), которая сможет объединить воедино информацию от всех реализованных ранее и вновь создаваемых систем мониторинга. Система обеспечит централизованный сбор, обработку и анализ информации о состоянии широкого круга экономически и социально значимых объектов инфраструктуры страны, прогнозирование негативных техногенных, природных и социальных процессов и их последствий. Благодаря этому станет возможным своевременное скоординированное принятие управленческих решений с учетом функций органов государственной власти.

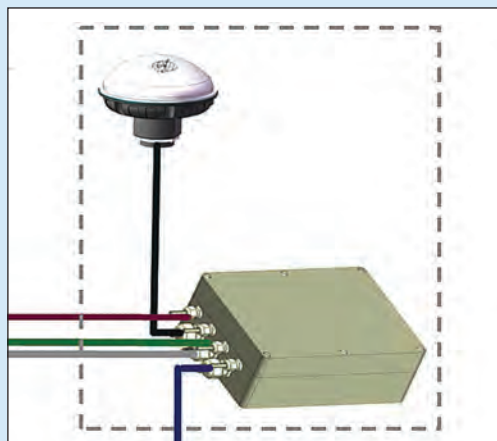
В 2011 году Институт завершил опытно-конструкторскую работу «Пилот-Ф», в составе которой были разработаны:



- в интересах Росрыболовства опытный образец специализированной навигационно-информационной системы (СНИС) «Пилот-Ф-Р» на основе навигационной аппаратуры ГЛОНАСС/GPS отечественного производства;

- совместно с Центральной избирательной комиссией Российской Федерации в рамках программы ускоренного технического переоснащения избирательной системы опытный образец специализированной навигационно-информационной системы (СНИС) «Выборы-НС».

СНИС «Пилот-Ф-Р» предназначена для повышения эффективности работы технических средств контроля, устанавливаемых на суда рыбопромыслового флота. Разработанная система на период испытаний была интегрирована в отраслевую систему мониторинга Росрыболовства.



Судовая НАП ГЛОНАСС/GPS



Блок навигационного приемника

Система «Пилот-Ф-Р» включает в себя, в том числе, устанавливаемое на рыбопромысловые суда специализированное техническое средство контроля (ТСК), которое состоит из: судовой НАП ГЛОНАСС/GPS, терминала спутниковой связи (ИНМАРСАТ-С, «Гонец» и другие), антенно-фидерного устройства. Также возможно подключение дополнительных датчиков и видеокамеры. Ранее в истории Росрыболовства специализированное ТСК, соответствующее его требованиям, в том числе в части защиты от несанкционированного вмешательства в работу оборудования и искажения данных, не разрабатывалось.

Основные функции специализированного ТСК:

- определение навигационных параметров судна по сигналам глобальных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS;
- автоматическое выявление событий (отключение/включение питания, аппаратная неисправность, вскрытие корпуса и прочее);
- подключение различных датчиков для контроля состояния судовых систем и механизмов;
- передача навигационных параметров, данных о состоянии контролируемых систем и событиях в Центр мониторинга рыболовства по запросу, программе, событию;



Навигационно-связной блок



Устройство контроля перемещения и учета внутри переносного ящика для голосования

- накопление в «черном ящике» навигационных параметров, данных о состоянии контролируемых систем и событиях с возможностью считывания по каналам спутниковой связи;

- информационное сопряжение с электронным промышленным журналом.

Судовая НАП состоит из:

1. Блока навигационного приемника, который, будучи выполнен в герметизированном корпусе, предназначен для размещения на мачте. С помощью встроенного акселерометра он позволяет выявлять факты демонтажа блока и воздействия имитатора сигналов спутниковых навигационных систем. Обеспечивает контроль и регистрацию в энергонезависимой памяти фактов отключения питания.

2. Навигационно-связного блока, который размещается в помещении судна и обеспечивает стыковку с сопрягаемым судовым

оборудованием и управление передачей данных по каналам спутниковой связи.

Вторая система, разработка которой была завершена Институтом в 2011 г. – «Выборы-НС», предназначена для информационной поддержки контроля за соблюдением избирательных прав при подготовке и проведении избирательных кампаний различного уровня путем контроля за документами строгой отчетности и другой избирательной документации, повышения безопасности работы участковых комиссий при проведении досрочного и выездного голосования, поддержке принятия оперативных решений в режиме реального времени при возникновении нештатных ситуаций.

3 июля 2011 г. сотрудники Института совместно с ЦИК РФ провели испытания СНИС «Выборы-НС» в период избирательной кампании в Липецкой области, где использовался переносной ящик для голосования, оснащенный устройством контроля перемещения и учета (УКПУ). УКПУ, имея независимый источник питания и навигационный приемник, позволяет контролировать:

- перемещение ящика для голосования;
- факты опускания бюллетеней;
- вскрытие ящика для голосования.

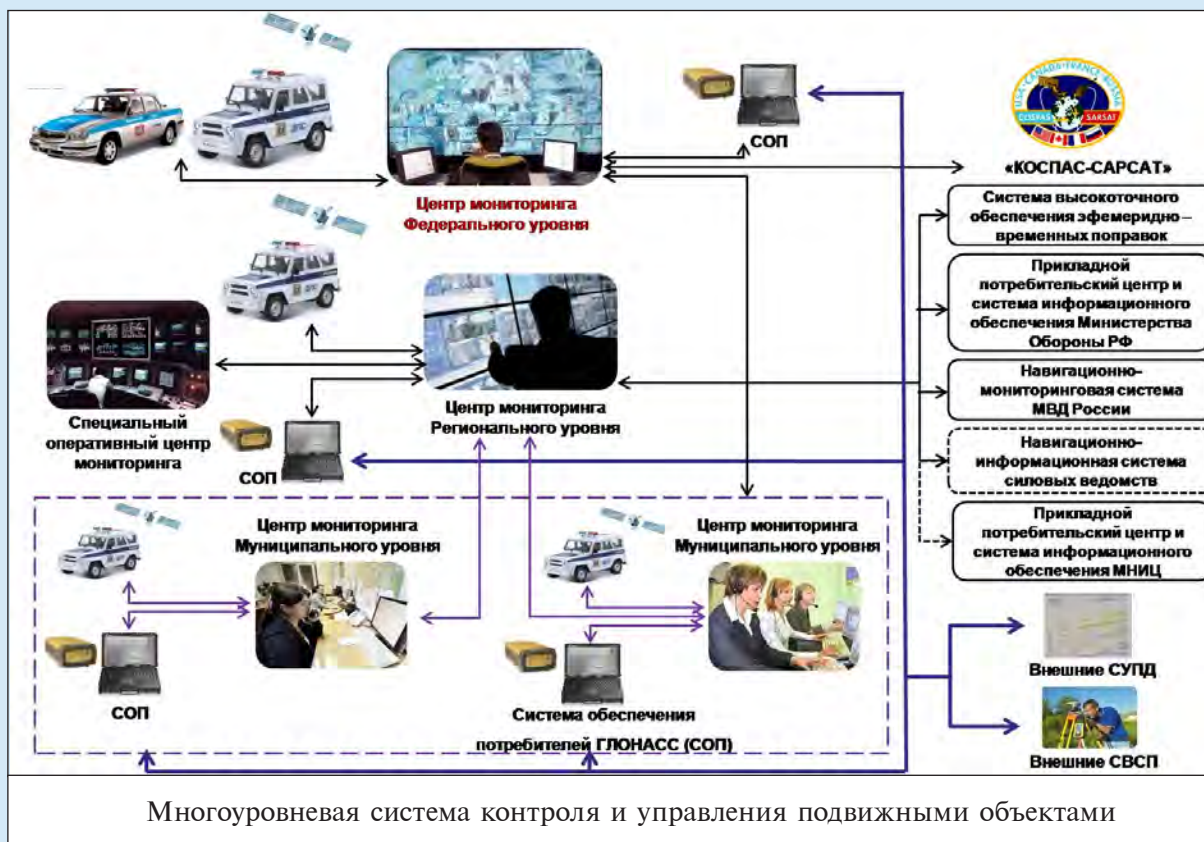
Проведенные испытания системы «Выборы-НС» подтвердили ее полную надежность и соответствие требованиям ТЗ.

В настоящее время Институтом активно проводятся работы в рамках Федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС» на 2012-2020 годы:

1. «Модернизация прикладных потребительских центров Роскосмоса в интересах гражданских потребителей»;

2. «Создание типовых центров многоуровневой системы контроля и управления подвижными объектами и системы информационной поддержки территориальных ОВД и подразделений внутренних войск МВД России» (ОКР «Центр-НМС»).

Модернизация прикладного потребительского центра Роскосмоса на базе МНИЦ (ППЦ-М-МНИЦ) проводится в обеспечение централизованного информационного ресурса системы ГЛОНАСС в целях дальнейшего развития спутниковых навигационных технологий в части предоставления различным пользователям информации о составе и характеристиках навигационного



оборудования потребителей, предлагаемых отечественными и зарубежными производителями; об участниках рынка навигационных систем, технологий, услуг, оборудования; о нормативных и технических актах, регламентирующих применение навигационных технологий в различных областях экономики Российской Федерации. Кроме того, ППЦ-М-МНИЦ демонстрирует и обеспечивает возможность прикладного использования навигационных спутниковых технологий в части предоставления потребителям широкого спектра сервисов координатно-временного обеспечения, в том числе по системам мониторинга транспортных средств, высокоточного позиционирования и другое.

Целью ОКР «Центр-НМС» является создание типовых центров мониторинга, являющихся базовыми элементами многоуровневой системы контроля и управления подвижными объектами и системы обеспечения потребителей МВД России информацией о состоянии навигационных полей, корректирующей информацией и сведениями для актуализации картографической информации.

10. КОМАНДНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Основным элементом радиотехнической системы управления КА являются командно-измерительные системы (КИС), состоящие из взаимосвязанных бортовых и наземных комплексов, которые обеспечивают:

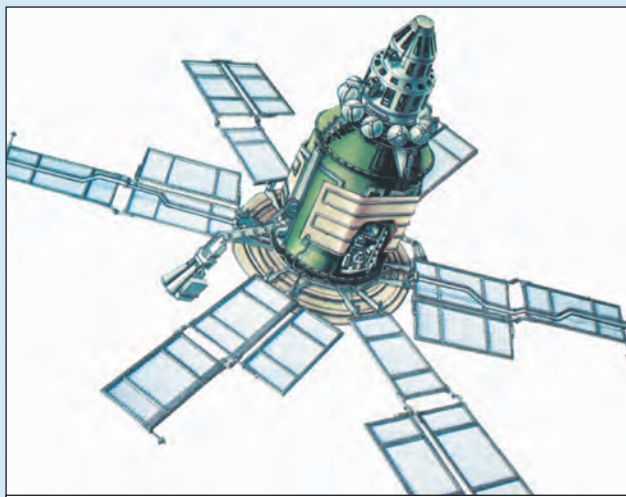
- управление КА разовыми командами, программной и специальной информацией;
- прием с КА телеметрической информации;
- измерение текущих навигационных параметров движения КА;
- сверку, коррекцию и фазирование бортовой шкалы времени.

Наземные станции КИС входят в состав командно-измерительных пунктов (КИП). Работы по созданию КИС в Институте были начаты в конце 50-х годов с появлением первых КА, управляемых с наземных пунктов. В Крыму была развернута первая в мире станция слежения за полетом КА «Луна-1» и «Луна-2». Станция работала в метровом диапазоне. Затем появилась КИС «Сатурн-М», предназначенная для управления полетом первого отечественного спутника связи на высокоэллиптической орбите «Молния-1» (1960 г.), и КИС для управления в дециметровом диапазоне волн низкоорбитальными спутниками. Следующим этапом была разработка КИС для управления в сантиметровом диапазоне волн спутником связи типа «Молния».

В СССР большинство автоматических КА создавались по заказу Министерства обороны. Перед разработчиками была поставлена задача: сделать радиолинии КИС помехозащищенными. Впервые эта задача была решена в Институте в 1974 г. при создании унифицированной двухдиапазонной КИС.

В сантиметровом диапазоне волн с помощью этой КИС управлялись высокоэллиптические и все геостационарные спутники связи, вещания и ретрансляции данных: «Молния», «Экран», «Горизонт», «Радуга», а также геостационарные ИСЗ: «Луч» и др. В дециметровом диапазоне волн обеспечивалось управление низкоорбитальными навигационными и геодезическими КА: «Цикада», «Сфера» и «ГеоИК».

Для определения орбиты КА высокоточной космической навигационной системы ГЛОНАСС нужно было радиотехническими методами обеспечить измерение дальности до КА с предельной погрешностью не более 1 м и радиальной



Спутник связи «Молния» (1960 г.)



Наземная станция КИС (1972 г.)



Наземная станция КИС (2008 г.)

скорости с погрешностью не более 1 мм/с. Указанные высокие требования обеспечила созданная в Институте бортовая аппаратура и наземная станция КИС, работающая в сантиметровом диапазоне волн.

Дальнейшие модификации наземных станций КИС, сохраняя совместимость с бортовой аппаратурой КИС ранее запущенных КА, существенно превосходили своих предшественников по степени автоматизации, габаритам аппаратуры и другим эксплуатационным и тактико-техническим параметрам.

В 2005 г. для перспективного НКУ ГЛОНАСС Институтом была разработана закладочно-измерительная станция (ЗИС), в которой была использована новая элементная база, аналоговые устройства заменены на цифровые, применена трехосная антенна ТНА-4,8ПМ, позволяющая работать без так называемой «мертвой зоны». Погрешность измерения дальности станцией ЗИС не превышает 0,5 м.

В конце 80-х годов началось интенсивное развитие коммерческих спутниковых систем связи. Для управления геостационарными спутниками таких систем, как «Экспресс», «Купон», «Галс», была разработана конверсионная модификация — КИС «Каштан». Наземная станция КИС строилась как аппаратно-программный комплекс, объединенный в локальную вычислительную сеть. Это позволило сделать аппаратуру наземной станции компактной и довести количество операторов в смене до двух (минимально разрешенное по технике безопасности).

В дальнейшем по заказу ФГУП «Космическая связь» (ГПКС) для управле-

ния геостационарными спутниками типа «Экспресс-АМ» Институтом была создана КИС ГПКС, а по заказу Республики Казахстан также для управления геостационарными спутниками типа «КазСат» была разработана КИС «КазСат».

Наземные станции КИС ГПКС и КИС КазСат отличаются малыми габаритами, уменьшенным энергопотреблением, повышенной точностью траекторных измерений, возможностью адаптации к конкретным требованиям по информационному обмену с КА за счет применения в аппаратуре формирования и приема сигналов стандартных покупных электронных модулей и использования программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).



Антенна КИС КазСат г. Акколь Республика Казахстан (2009 г.)



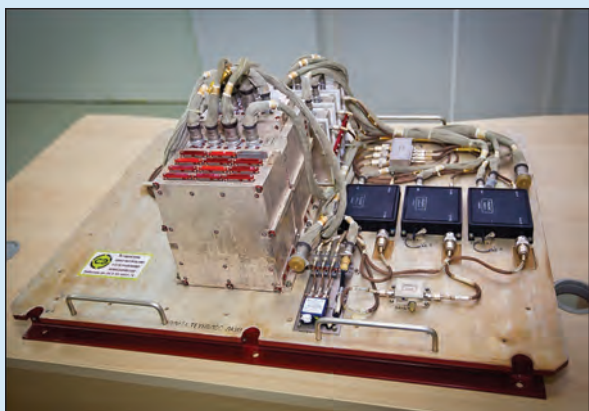
Командно-измерительные станции КИС ГПКС (2003-2006 гг.)



Бортовая аппаратура КИС 90-х годов



Приборы бортовой КИС (2009 г.)



Бортовая аппаратура КИС 2011-2013 гг.

Одновременно с разработкой новых КА и появлением модификаций наземных станций происходило совершенствование бортовой аппаратуры КИС. Ее масса, составлявшая в начале 70-х годов 120 кг, в последних разработках уменьшилась до 20 кг, а энергопотребление снизилось в несколько раз. При этом срок службы бортовой аппаратуры увеличился с 3 до 10 лет.

Для обеспечения управления автоматическими КА в Институте были созданы более 30 модификаций бор-

товой аппаратуры КИС, которые работали более чем на 500 КА.

Самые массовые среди них – среднеорбитальные КА системы ГЛОНАСС, а также КА на высокоэллиптических (ВЭО) и геостационарных (ГСО) орбитах: «Молния», «Экран», «Горизонт», «Радуга», «Луч» и низкоорбитальные навигационные и геодезические КА «Цикада», «Сфера», «ГЕО-ИК», «Электро», а также геоцентрические КА с дальностью связи до 380 000 км – «Спектр-Р».

За прошедшие годы создано три поколения БА КИС, характеризующиеся переходом от ламповой к полупроводниковой технике, от аналоговой к цифровой аппаратуре, от многочисленных приборов к приборам высокой степени интеграции.



Станция КИС-Л (2011 г.)



Аппаратный зал КИС «Клен-Д» (2011 г.)



Антенный комплекс КИС «Клен-Р» (2011 г.)

Аппаратура БА КИС третьего поколения установлена на ряд КА различного назначения: «Глонасс-К», «КазСат», «ГЕО-ИК», «Спектр-Р», «Электро» и др.

Перспективы развития БА КИС связаны с растущей многофункциональностью и сложностью КА и сводятся к следующему:

- освоение структур сигналов, поддерживающих международные стандарты (CCSDS);
- увеличение САС до 15 и более лет;
- управление КА не только непосредственно через НС КИС, но и с использованием связи с НС КИС через КА на ГСО, обеспечивающее непрерывность управления низкоорбитальным КА в течение всего его полета;
- программная интеграция составных частей БА КИС в одной ПЛИС;
- снижение массы до 7-10 кг;
- автоматическое парирование отказов функциональных узлов БА КИС.

В Институте продолжались работы по созданию наземных станций КИС.

В 2011 г. в г. Железногорске, а в 2013 г. на КИП «Хабаровск» введены в эксплуатацию наземные станции КИС-Л. Станции предназначены для автоматизированного управления в С-диапазоне автоматическими КА, находящимися на орбите высотой до 42000 км.

В порядке модернизации КИС сантиметрового диапазона Институт в последние годы создана универсальная КИС «Клен», имеющая целый ряд модификаций, что позволяет при-



Аппаратный зал комплекса «Фобос». Слева — аппаратура автоматизированного управления КА. Справа — аппаратура обмена информацией с КА (2011 г.)



Антенная система ТНА-57КР-02 из состава комплекса «Спектр» (2011 г.)

менять ту или иную модификацию в зависимости от назначения станции. Так в 2011 году введена в эксплуатацию система «Клен-Д» на КИП «Уссурийск». КИС предназначена для круглосуточного автоматизированного управления в С-диапазоне КА «Спектр-Р», оснащенного БА КИС типа «Тамань-База», находящимся на геоцентрической орбите высотой до 380000 км. В 2010-2013 гг. разработаны и изготовлены две наземные станции КИС «Клен-Р» (г. Железногорск, КИП ЦНИИмаш). Станции предназначены для управления и обмена информации

ей через спутник-ретранслятор «Луч» с пилотируемыми космическими комплексами, орбитальными станциями, разгонными блоками и другими КА. КИС «Клен-Р» включает в себя наземную станцию ретрансляции «КЛЕН-Р» (с антенной диаметром 13 м) и контрольную станцию «КЛЕН-Р» (две антенны диаметром 2 м и 4,8 м).

В 2011 г. на КИП «Уссурийск» введен в эксплуатацию радиотехнический комплекс «Фобос», оснащенный антенной П-2500. Он предназначен для автоматизированного управления в X-диапазоне КА «Фобос-Грунт» и перспективными КА дальнего космоса (Луна, Марс, Венера, Юпитер). Разработаны и внедрены технологии повышения энергетических характеристик радиолиний управления КА. В состав антенной системы входит разработанное в Институте новое малошумящее устройство (МШУ), совмещенное в одном криоблоке с облучателем X-диапазона. В разработке аппаратно-программных средств были использованы рекомендации CCSDS (*Consultative Committee for Space Data Systems - международный консультативный комитет по космическим системам передачи данных, разрабатывающий стандарты и рекомендации для космических информационных систем*) в части формирования командно-программной информации, декодирования ТМИ сверточного и турбокодирования со скоростями до 256 Кбит/с. Применены



Аппаратура комплекса КИС «Клен-Р» (2011 г.)

новые методы записи принятой ТМ информации на промежуточной частоте 70 МГц, а также технология дистанционного управления аппаратно-программными средствами комплекса с рабочего места (РМ) оператора комплекса из ЦУПа, стенда главного конструктора, или РМ разработчика.

В 2011 г. в Институте создана модернизированная сеть БИВС в составе трех станций беззапросной измерительно-вычислительной системы БИВС и пяти станций ЗИС. Сеть предназначена для эфемеридно-временного и баллистико-навигационного обеспечения системы ГЛОНАСС, а также для управления системой. Сеть введена в состав наземного комплекса управления (НКУ) ГЛОНАСС. В 2013 г. сеть БИВС принимала участие в государственных испытаниях модернизированного НКУ ГЛОНАСС.

Завершена модернизация центра управления системой ГЛОНАСС (ЦУС-УМ), который является системообразующим элементом НКУ ГЛОНАСС, в задачи которого входит планирование и координация работы всех технических средств НКУ системы ГЛОНАСС по обеспечению управления ОГ КА системы.

Помимо собственно задач управления, ЦУС-УМ также решает задачи эфемеридно-временного обеспечения (ЭВО) и контроля навигационного поля системы. Для этого в целевых комплексах ЦУС-УМ осуществляется сбор и обработка данных для прогноза эфемерид и частотно-временных поправок, анализа баллистической структуры, точностных пространственных и временных характеристик системы навигационных КА ГЛОНАСС-М и ГЛОНАСС-К, анализ и расчет исходных данных для планирования работы средств НКУ системы ГЛОНАСС. ЦУС-УМ принимал участие в проведении государственных испытаний модернизированного НКУ ГЛОНАСС.



Антенная система НСКУ БАМИ
(2011 г.)

Завершено создание НКУ КА «Канопус-В», в составе вновь созданного ЦУП КА «Канопус-В» и спутниковой системы передачи данных (ССПД). Введен режим управления в наземной станции (НС) КИС «Клен» в структурах сигналов CCSDS. НКУ обеспечивает управление низкоорбитальным КА «Канопус-В», предназначенным для дистанционного зондирования Земли.

Завершено создание наземного специального комплекса космической геодезической системы «ГЕО-ИК-2», включая полигон калибровки высокоточного радиовысотомера (ПК ВРВ), наземную аппаратуру (НА) доплеровской систе-

мы (ДС) и НА доплеровской запросной системы (ДЗС). ПК ВРВ позволяет, в частности, проводить высокоточную калибровку бортового высотомера, что дает возможность наземному комплексу вести картографирование с разрешением менее 90 см. Как следствие точность навигационных определений системы «ГЛОНАСС» может быть увеличена до 2-х раз.

В 2011 году созданы и введены в состав НКУ ГЛОНАСС два комплекта наземного специального комплекса управления (НСКУ) бортовой аппаратуры межспутниковых измерений (БАМИ). Комплексы были введены в состав НКУ ГЛОНАСС и принимали участие в государственных испытаниях модернизированного НКУ ГЛОНАСС.

В 2011 году завершено создание НКУ «Экспресс-АМ 4,8», в том числе, НС КИС АМ-4, СП ТМИ-МК, ЦУП «Экспресс-АМ 4», ЦУП «Экспресс-АМ 5,6,7,8», ССПД для обеспечения управления КА «Экспресс-АМ 4, 5-8». НКУ предназначен для непрерывного автоматизированного управления КА связи и вещания «Экспресс-АМ 4-8» на ГСО на дугах обслуживания: от 21,5° з.д. до 102,5° в.д. – для западного региона, от 32,0° в.д. до 154,0° в.д. – для восточного региона. В КИС-АМ-4,8 впервые введен режим управления французскими КА, реализовано баллистическое обеспечение процесса управления КА на ГСО с использованием измерений наклонной дальности только с одного пункта управления.

В 2011 году в г. Евпатории введена в строй приемо-передающая аппаратура планетного радиолокатора, предназначенного для формирования запросного радиосигнала, приема и предварительной обработки принимаемого отраженного сигнала при проведении радиолокации Марса в интересах проекта «Фобос-Грунт» и других космических экспедиций с целью уточнения орбиты и местоположения планеты непосредственно в период полета межпланетной станции для коррекции ее траектории.

В рамках международного сотрудничества с Республикой Беларусь в 2012 году завершено создание и ввод



КИС «Экспресс-АТ» (2011 г.)

в эксплуатацию НКУ Белорусским КА (БКА), в составе КИП, ЦУП БКА и ССПД.

В 2013 году завершено создание НКУ «Экспресс-АТ № 1,2», в составе: КИС-АТ, КИС-АТР, двух станций приема телеметрической информации (СП ТМИ-АТ), ЦУП КА «Экспресс-АТ № 1,2», ССПД.

В рамках международного сотрудничества с ЮАР в 2013 г. завершено создание НКУ космической системы «Кондор-Э», в том числе КИС, ЦУП КА «Кондор-Э» и ССПД. НКУ предназначен для обеспечения управления низкоорбитальным «Кондор-Э» дистанционного зондирования Земли.

Дальнейшие перспективы развития КИС связаны с обеспечением управления в международном диапазоне волн, унификацией аппаратуры и увеличением информативности и гибкости управления КА, уменьшением габаритно-массовых характеристик бортовой аппаратуры до 7-10 кг, снижением ее энергопотребления, увеличением помехозащищенности, надежности работы и срока службы.

11. НАЗЕМНЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ КА И ИЗМЕРЕНИЙ

Наземный автоматизированный комплекс управления КА и измерений (НАКУ КА и измерений) — совокупность технических систем, средств и сооружений, предназначенных для формирования наземных комплексов, обеспечивающих реализацию автоматизированных процессов контроля параметров полета КА и управления их функционированием, а также сбора измерительной информации о полете ракетносителей.

При решении этих задач используется система связи и передачи данных, базирующаяся на проводных и спутниковых каналах связи.

Технические средства НАКУ являются средствами коллективного пользования. На их основе образованы устойчивые формирования — наземные комплексы управления (НКУ) отдельными космическими группировками, в т.ч. НКУ ГЛОНАСС, НКУ пилотируемых КА, НКУ КА систем спутниковой связи и т.д. Обособленными средствами в составе каждого НКУ являются центры управления полетом (ЦУПы). Как правило, ЦУПы размещаются на территории Главного испытательного космического центра имени Г.С. Титова (ГИКЦ) и ФГУП ЦНИИмаш.



Общий вид командно-измерительного пункта КИП-1 на космодроме Байконур (1970 г.)

История НАКУ неразрывно связана с созданием и запуском первых искусственных спутников Земли. Создание первого искусственного спутника Земли послужило основанием для начала работ по формированию в 1957 г. специального комплекса наземных средств наблюдения, измерения, контроля и управления первыми ИСЗ, впоследствии названного «Командно-измерительным комплексом» (КИК).

Практические работы по созданию КИК начались с организации при 4-м ЦНИИ МО Центра по руководству и координации работ комплекса измерительных средств, средств связи и службы единого времени.

На территории СССР первоначально функционировали семь наземных КИП.

С 1959 по 1960 гг. состав, размещение и оснащение КИПов менялись в соответствии с требованиями к обеспечению полетов КА ближнего космоса (в том числе пилотируемых), автоматических межпланетных станций и лунных КА.

К 1960 г. в состав КИК были введены восемь новых наземных КИПов. Появились первые плавучие измерительные пункты.

Развитие КИК с 1962 по 1970 гг. было вызвано быстрым ростом типов и количества КА. Этот этап характеризовался созданием Главного центра в Голицыно-2 (ныне г. Краснознаменск) и передачей ему функций, ранее выполнявшихся Координационно-вычислительным центром (КВЦ) при 4-м ЦНИИ МО.



Общий вид КИС «Клен-П» (2009 г.)

В связи с началом освоения полигона «Плесецк» для контроля КА, запускаемых с этого полигона, в составе КИК в 1966-1967 гг. были дополнительно созданы два КИПа — в г. Якутске и г. Воркуте.

В состав НАКУ вошли плавучие КИПы, в том числе «Космонавт Владимир Комаров», «Академик Сергей Королев», «Космонавт Юрий Гагарин». В 1975-1976 гг. были построены 4 самолетных измерительных пункта СИП-20РТ на базе самолета ИЛ-18 для приема телеметрии от ракет, запускаемых с территорий сопредельных государств. Позже были построены корабли плавучего измерительного комплекса «Маршал Неделин» (1987 г.) и «Маршал Крылов» (1989 г.), которые предназначались для обеспечения испытаний ракетной и космической техники нового поколения. Радиотехническая аппаратура на кораблях — измерительный комплекс «Зефир-А» и телеметрический комплекс «Зефир-Т» — разрабатывалась, поставлялась и вводилась в эксплуатацию при головной роли и непосредственном участии специалистов Института.

С помощью этой аппаратуры решались следующие задачи:

- измерение траекторий движения и определение координат точек падения ракет при экспериментальных пусках на предельную дальность — в акваторию Тихого океана;
- получение траекторной и телеметрической информации и обеспечение связи с космонавтами при полете пилотируемых космических аппаратов над невидимой с территории СССР стороной Земли;
- осуществление, при необходимости, поисково-спасательных операций в акватории океана.

Для расширения возможности работы НАКУ по стационарным связным КА были созданы дополнительно КИП-19 (г. Дунаевцы) и КИП-20 (г. Комсомольск-на-Амуре), кроме того, создается КИП-21 (г. Майданак) и КИП-16 (г. Евпатория). В состав НАКУ включаются 4 плавучих измерительных пункта проекта «Селена-М» — «Космонавт Владислав Волков», «Космонавт Павел Беляев», «Космонавт Георгий Добровольский», «Космонавт Виктор Пацаев».

С 1979 г. Институт стал головной организацией по НАКУ КА (постановление Правительства от 13.09.1979 г.). При этом он является головным разработчиком более 80% систем и средств НАКУ.

После распада СССР из состава НАКУ был исключен ряд КИПов.



Судовой измерительный комплекс «Маршал Крылов» (1989 г.)



Судовой КИК
«Космонавт Юрий Гагарин» (1971 г.)



Судовой измерительный комплекс
«Космонавт Виктор Пацаев» (1979 г.)



Самолетный измерительный пункт
СИП 20РТ (1976 г.)

Для восстановления пропускной способности НАКУ в его состав вводились новые КИПы, создавались гражданские комплексы управления для работы с КА — «Купон», «Ямал», «Экспресс» и др.

Таким образом, сложилась структура НАКУ, состоящая из гражданской и военной компонент. Их взаимосвязь, обусловленная историческими, техническими и организационными причинами, настолько велика, что попытка их разделить оказалась несостоятельной. Поэтому в 1999 г. было принято решение о создании Единого государственного наземного автоматизированного комплекса управления КА и измерений (Единый ГосНАКУ КА и измерений).

Единый ГосНАКУ КА и измерений способен осуществлять управление до 180 КА и информационное обеспечение запусков РН, РБ, МРБ, БРПЛ.

Ежедневно средства Единого ГосНАКУ и измерений проводят более 500 сеансов управления КА различного назначения и пусков ракетносителей.

С 1986 г. в Институте были начаты работы по автоматизации сбора и оперативной обработке измерительной информации с РКН, упорядочиванию перевода на современные аппаратно-программные решения средств измерительных комплексов космодромов, созданию

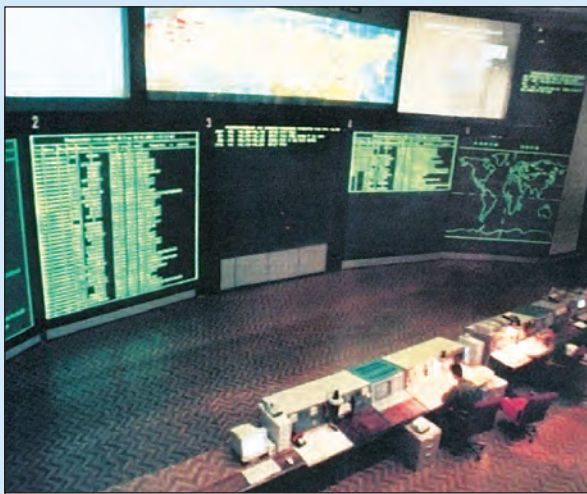
Центра сбора, обработки и анализа информации (ЦСОАИ), а также единого центра управления полетом разгонных блоков (ЕЦУП РБ). Это, а также введение в 1982 г. в эксплуатацию автоматизированной системы информационно-технического обеспечения управления КА (АСИТО), значительно усилило роль Института в организации работ по НАКУ КА в подготовке и проведении пусков изделий РКТ, информационном обеспечении управления КА и РБ в последующие годы.

В 2002 году Институт был назначен головной организацией по военной и гражданской составляющим Единого ГосНАКУ КА и измерений.





Базовые средства аппаратно-программного комплекса сбора и обработки измерительной информации в ВЦ космодрома «Байконур» (2003 г.)



Аппаратный зал командного пункта Главного испытательного центра НАКУ КА (1978 г.)



Типовые сооружения для размещения аппаратуры ИП

В 2010 г. приказом Роскосмоса № 95 Институт определен головной организацией по созданию, развитию и поддержанию в готовности к применению элементов и систем НАКУ КА НСЭН и ИКК. В 2013 г. была утверждена разработанная совместно с ФГУП ЦНИИмаш концепция развития НАКУ КА НСЭН и измерений до 2025 г.

В последние годы интенсивно ведется формирование гражданской компоненты Единого ГосНАКУ и измерений — НАКУ КА НСЭН и измерений, предназначенного для управления орбитальными группировками автоматических КА научного и социально-экономического назначения, пилотируемые космическими комплексами, разгонными блоками, зарубежными КА по программам международного сотрудничества, а также для траекторных и телеметрических измерений ракетносителей при пусках КА.

Перспективы развития Единого ГосНАКУ КА и измерений связаны с внедрением унифицированных эконо-

мичных средств управления КА (малогобаритной командно-измерительной системы (КИС), малогобаритного радиотелеметрического комплекса (МРТК), мобильного измерительного пункта (МИП) и др.), созданием мультисервисной цифровой системы связи и передачи данных с использованием спутниковых и волоконно-оптических линий. Внедряются новые технологии управления КА на базе космических навигационных систем, многофункциональной космической системы ретрансляции, интеграции траекторного и телеметрического контуров. Намечены пути оптимизации наземной инфраструктуры, рационального сокращения наземных средств измерений и управления.

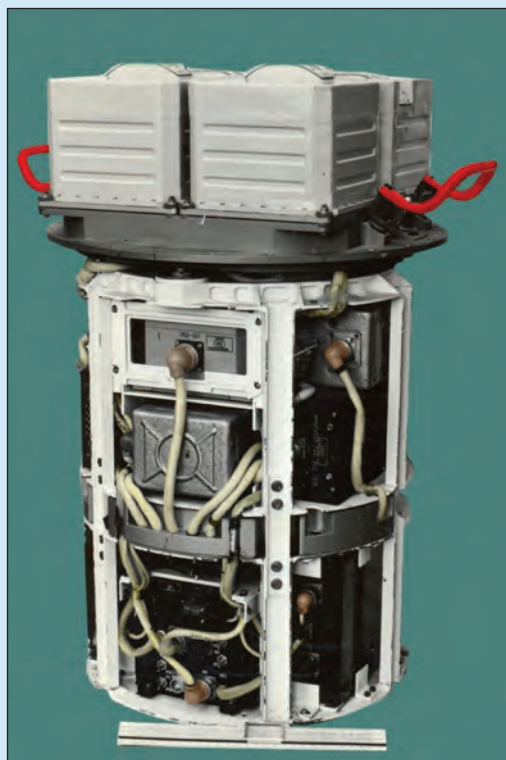
12. СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Системы наблюдений Земли из космоса, называемые системами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), сегодня широко востребованы для использования в хозяйственных и научных целях для исследования природных ресурсов, экологического мониторинга, картографии и океанографии. Такие системы строятся на основе комплексного подхода, включающего все элементы получения, передачи, регистрации и обработки больших потоков видеoinформации.

Наиболее труднореализуемую с инженерной точки зрения часть этой технологической цепочки составляют устройства наблюдения: оптико-электронные системы, работающие в нескольких диапазонах, от видимого до теплового диапазона оптического спектра, а также радиолокационные системы. Разработка устройств оптического диапазона в Институте производилась на основании успешного опыта создания приборов для исследования Луны, что дало толчок развитию направления ДЗЗ в Институте.

Другие элементы системы ДЗЗ, кроме радиолокационных, разрабатывались в Институте в соответствии с основным направлением работ, хотя это и потребовало значительных новых разработок, например специализированных бортовых запоминающих устройств на магнитной ленте, отличающихся повышенным объемом памяти и скоростью записи/воспроизведения информации.

Первый советский КА для ДЗЗ, у которого передача многоспектральных изображений осуществлялась оперативно по радиоканалам, получил название «Метеор-Природа» (запущен в 1974 г.). КА разрабатывался в тесном творческом сотрудничестве со Всесоюзным научно-исследовательским институтом электромеханики (ВНИИЭМ, г. Москва). Наземные станции — также разработки Института — в городах Обнинске, Новосибирске и Хабаровске обеспечивали прием, обработку и распространение информации по многочислен-



Бортовой радиотелевизионный комплекс
РТВК системы
«Метеор-Природа» (1974 г.)

ным потребителям. Эксплуатацию системы осуществляло НПО «Планета» Госгидромета. Бортовой радиотелевизионный комплекс КА «Метеор-Природа» состоял из двух типов многоспектральных сканирующих устройств, приборов запоминания и передачи информации. Всего было запущено семь КА «Метеор-Природа».

В дальнейшем направление ДЗЗ в Институте активно развивалось, росла его актуальность для данной области.

В 1977 г. постановлением Правительства Институт был назначен головной организацией по общегосударственной космической системе ДЗЗ «Ресурс» в целом и по наземно-бортовым информационным комплексам входящих в нее двух оперативных подсистем: «Ресурс-О» (для наблюдения суши) и «Океан-О» (для наблюдения акваторий).

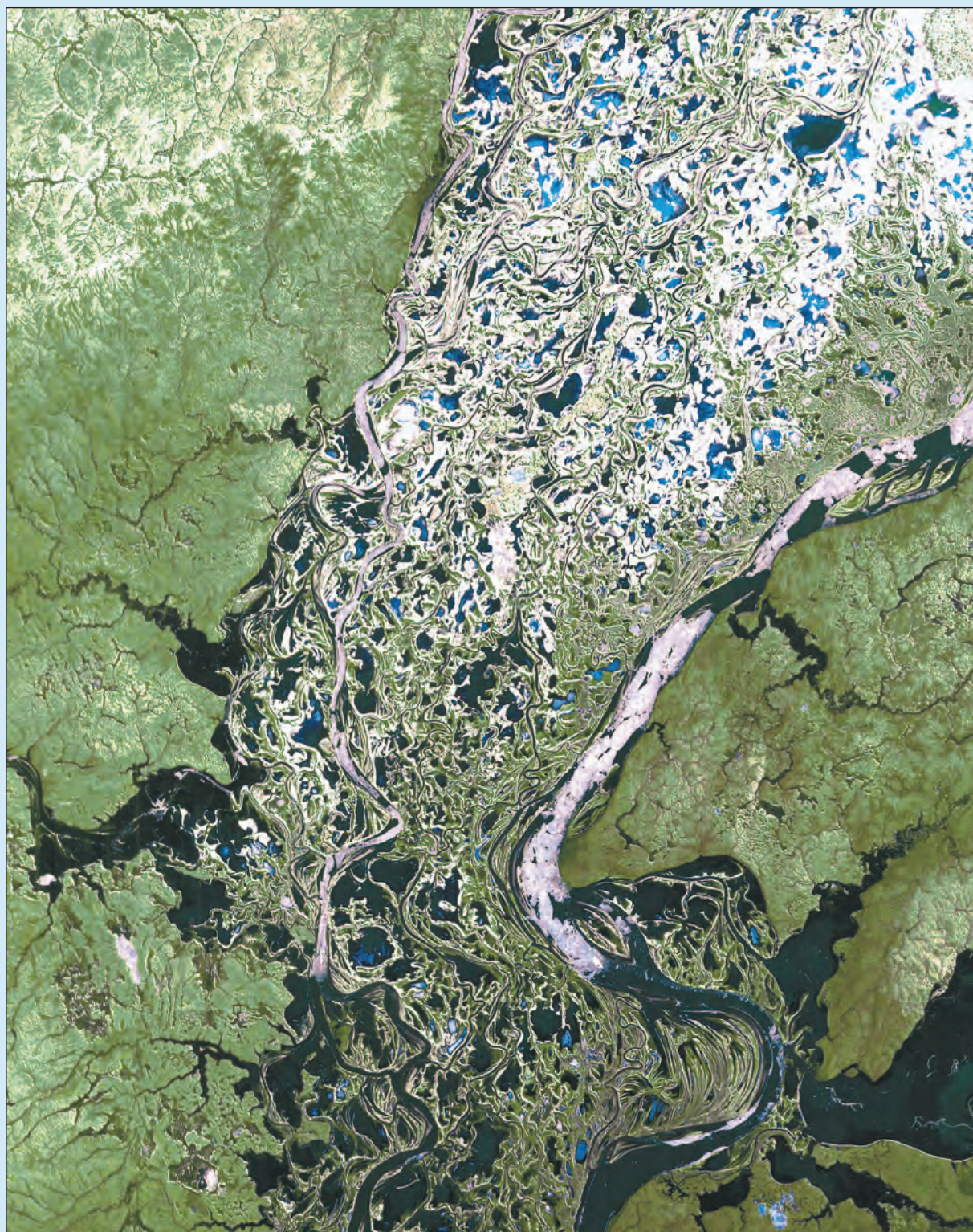
Третья подсистема — «Ресурс-Ф», фотографическая, — входила в систему «Ресурс» функционально и давала возможность потребителям неоперативно получать информацию высокого пространственного разрешения и картографические данные.

Задачей Института была разработка унифицированной радиоэлектронной аппаратуры для передачи, приема и регистрации информации со скоростью до 128 Мбит/с, обеспечение работы в международном сантиметровом диапазоне радиоволн и создание наземного комплекса приема и обработки информации. Были разработаны новые оригинальные многоспектральные оптико-электронные устройства наблюдения.

В результате была создана БИСУ-П — бортовая информационная система, унифицированная и перепрограммируемая, которая впоследствии неоднократно использовалась. Спутники подсистемы первого этапа «Ресурс-О1» (разработки ВНИИЭМ) запускались четыре раза до 1998 г. Подсистема для наблюдения океана и ледовой обстановки «Океан-О1» (КБ «Южное», г. Днепрпетровск) также создавалась поэтапно. Ее спутники запускались 10 раз с 1983 по 1989 г. Первый этап был сдан в эксплуатацию в 1985 г. Коллектив, создавший систему, включая сотрудников Института, был отмечен правительственными наградами.



Пункт приема информации ДЗЗ в г. Ханты-Мансийске (2004 г.)



Нормализованный снимок района Оби,
полученный с КА «Метеор-3М» (27.05.2004 г.)

В 1996 г. был запущен разработанный ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева» модуль «Природа» пилотируемой станции «Мир», предназначенный для решения экспериментальных задач ДЗЗ и международного сотрудничества. Для него Институт был создан пункт приема информации в Германии (г. Нойстрелиц). До этого, в 1995 г., в Швеции (г. Кируна) также был создан приемный пункт. Эти работы были выполнены на основании разработок больших пунктов приема и обработки данных для системы «Ресурс», построенных в гг. Обнинске и Новосибирске, работающих после ряда модернизаций и в настоящее время.

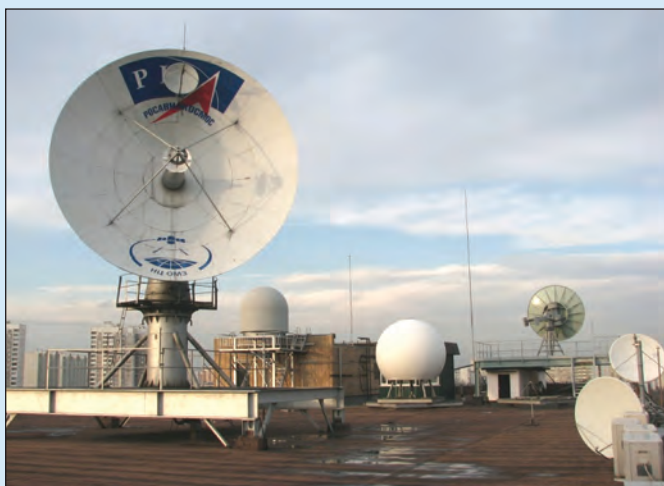
В годы перестройки общегосударственная система «Ресурс» перестала существовать, но аппаратный задел еще длительное время использовался для запуска КА и эксплуатации наземной инфраструктуры. В 2001 г. был запущен КА «Метеор-3М» с многозональными сканирующими системами высокого (МСУ-М) и среднего (МСУ-СК) разрешения, которые успешно эксплуатировались в течение 4-х лет (до окончания работы КА). Аналогичная аппаратура была установлена и на КА «Океан-О» №1, запущенном в 1999 г.

Комплексы следующего поколения для КА «Метеор-3М», «Сич-1М», «Монитор» и других аппаратов отличаются, в частности, более скоростным каналом передачи информации (до 250 Мбит/с) и новыми бортовыми запоминающими устройствами.

В последние годы было создано несколько новых наземных пунктов приема, более совершенных по аппаратному исполнению, в городах Ханты-Мансийске, Минске и Москве (два комплекса). Всего со времени организации в Институте направления ДЗЗ на территории СССР и стран СНГ Институтом было создано 15 наземных станций приема и обработки информации с антенными системами, имеющими различные диаметры, от 3,5 до 12 м.

Многоспектральные изображения, передаваемые с КА, проходят общую для всех потребителей обработку, так называемую «нормализацию», технология которой разрабатывалась в Институте.

«Нормализация» включает в себя картографическую привязку снимков, их геометрическую и фотометрическую коррекцию. Аппаратный комплекс и программное обеспечение для системы нормализации разрабатывались в Институте около тридцати лет в кооперации с Рязанским государственным радиотехническим университетом (РГРТУ).



Антенный комплекс НЦ ОМЗ

В последние годы направление ДЗЗ в Институте расширилось. В 2006 г. к Институту присоединилось ФГУП «Центр космических наблюдений». Центр стал филиалом Института под названием «Научно-технологический центр космического мониторинга Земли (НТЦ КМЗ «Космонит»». Кроме общих вопросов центр занимается самостоятельной разработкой бортовых приборов, среди которых следует выделить многоканальный СВЧ-радиометр МТВЗА, установленный, в частности, на КА «Метеор-3М» и не уступающий по параметрам мировому уровню. Центр является также главным разработчиком по созданию КА ДЗЗ «Канопус-СТ».

Другой организацией, длительное время работавшей в области ДЗЗ и в 2006 г. вошедшей в состав Института, стал Научный центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ). На НЦ ОМЗ Роскосмосом возложены функции оператора космических систем ДЗЗ, отраслевого информационного центра ДЗЗ Роскосмоса и центра ЕСИМО (Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане) Роскосмоса.

Задачей НЦ ОМЗ является комплексное планирование космических съемок (КС), прием, регистрация, обработка (в том числе частично тематическая) космической информации от многих КА ДЗЗ, российских и зарубежных, обеспечение данными ДЗЗ и информационными продуктами, созданными на их основе, федеральных и региональных органов государственной власти и других заказчиков.

Разработанные и реализованные в центре технологии тематической обработки позволяют осуществлять мониторинг землепользования, лесной растительности, водной поверхности, нефтяных запасов, и многих других явлений природного и антропогенного происхождения.



Микроволновый сканирующий радиометр температурного и влажностного зондирования атмосферы (МТВЗА)

Особое место в работе НЦ ОМЗ занимает информация, получаемая с российского КА высокого разрешения (1-2м) «Ресурс-ДК», запущенного в 2006 г. Эти работы будут продолжены в ближайшие годы.

* * *

Современные разработки информационных систем в области ДЗЗ построены на высоко интегрированной радиоэлементной базе. В результате информационные системы на КА «Сич-1М», «Монитор-Э», «Метеор-М» стали более компактными, экономичными и имеют значительные преимущества по эксплуатационным характеристикам относительно предыдущего поколения БИСУ-П, которые устанавливались на КА «Ресурс-О», «Океан-О» и КС «Мир».

В 2010 г. на КА «Метеор-М» №1 была впервые испытана новая разработка Института — БИС-МВ система беззапросной передачи метеоинформации в метровом диапазоне радиоволн в новом международном цифровом стандарте LRPT (Low Rate Picture Transmission). Предполагается, что такая система в дальнейшем будет использоваться на всех российских и зарубежных метеоспутниках.

В 2011-2013 гг. в Институте в области ДЗЗ успешно проводились работы по следующим основным направлениям:

- создание бортовых средств и систем X-диапазона для оснащения современных КА ДЗЗ, в том числе КА «Канопус-В» №1, БКА, «Метеор-М» №2 и др.
- модернизация наземной инфраструктуры ДЗЗ, в том числе разработка, изготовление и развертывание средств для оснащения новых центров и проведения модернизации существующих центров.
- повышение скорости передачи целевой информации с КА ДЗЗ в освоённом сантиметровом диапазоне (X-диапазон 8,025-8,4 ГГц) и освоение для высокоскоростной передачи целевой информации с КА ДЗЗ нового миллиметрового диапазона (Ka-диапазон 25,5-27 ГГц).

В июле 2012 г. осуществлен запуск нового КА ДЗЗ «Канопус-В» №1, предназначенного для оперативного мониторинга чрезвычайных ситуаций и оснащенного оптической съемочной аппаратурой белорусского производства: панхроматической съемочной системой (разрешение около 2 м) и многозональной съемочной системой (разрешение около 10 м). Одновременно был произведен запуск созданного в РФ однотипного белорусского КА — БКА, оснащенного такой же съемочной аппаратурой.

Передача целевой информации с каждого из этих КА осуществляется по двум разнесенным частотным каналам X-диапазона со скоростью передачи в каждом канале до 122,88 Мбит/с. В создании этих КА и обеспечивающей наземной инфраструктуры Институт принял широкое участие.

В том числе для этих КА были созданы бортовая информационная система (БИС) сбора и передачи целевой информации, бортовая телеметрическая система, бортовая командно-измерительная система.

Для приема информации с КА «Канопус-В» №1 специалистами Института модернизированы приемные комплексы ПК-7, ПК-9 и ПРИ-ПМ с 7-ми, 9-ти и 12-ти метровыми антеннами в главном центре Роскосмоса (НЦ ОМЗ г. Москва), резервном центре (в «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»), центрах НИЦ «Планета» (гг. Обнинск, Долгопрудный, Новосибирск, Хабаровск). Помимо этого для приема БКА был модернизирован ранее созданный Институт белорусско-российский высокоинформативный приемный комплекс – БРВПК (г. Минск), а также приемный комплекс ПК-7 в НЦ ОМЗ.

В центре Роскосмоса и центрах НИЦ «Планета» были созданы и введены в действие аппаратно-программные комплексы обработки, архивации и распространения целевой информации «Канопус-В» №1.

В 2011-2013 гг. Институт выполнил большой объем работ по развитию первой очереди Единой территориально-распределенной информационной системы ДЗЗ (ЕТРИС ДЗЗ), создание которой осуществляется в рамках ОКР «Прием» ФКП-2015.

В состав выполненных работ по ЕТРИС ДЗЗ входят оснащение Сибирского регионального центра (РЦ) Роскосмоса в г. Железногорске и изготовление комплекта средств для второго РЦ Роскосмоса, создание которого первоначально планировалось в г. Мирный.

При оснащении Сибирского РЦ Институт разработал, изготовил, поставил и ввел в действие в этом РЦ:

- приемный комплекс ПК-9 (с 9-метровой полноповоротной трехосной антенной), обеспечивающий прием целевой информации с КА «Метеор-М» №1, «Канопус-В» №1 и «Ресурс-П»;

- многофункциональный аппаратно-программный комплекс обработки целевой информации КА «Метеор-М» №1 и «Канопус-В» №1 (МКО-КМ);



Полноповоротная 9-ти метровая антенна приемного комплекса ПК-9 в Сибирском РЦ



Техническое здание комплекса ПК-9 с 9-ти метровой антенной на территории зарубежного заказчика

- аппаратно-программный комплекс оперативной архивации целевой информации КА «Метеор-М» №1 и «Канопус-В» №1 (КА-КМ).

Для оснащения второго РЦ Роскосмоса ОАО «Российские космические системы» в 2011-2013 гг. изготовило и подготовило к поставке технические средства примерно того же состава, что и для Сибирского РЦ: приемный комплекс ПК-9 и аппаратно-программные комплексы МКО-КМ и КА-КМ.

Кроме того в 2013 г. были завершены работы по вводу в действие приемного комплекса ПК-9 на территории зарубежного заказчика.

В качестве первоочередных работ по освоению миллиметрового диапазона в части наземного сегмента Институт в 2011-2013 гг. с участием кооперации провел разработку, изготовление и испытания опытных образцов приемной антенны и приемной аппаратуры.

Работы проводились в основном в рамках ОКР «Прием». В связи с требованиями ТЗ на эту ОКР опытный образец антенны ТНА-4,8 Ка-Х создавался как двухдиапазонный: Ка- и Х-диапазонов с участием соисполнителя ЗАО НПП «АТС».

Для обеспечения минимально-необходимой эффективности антенны в этих диапазонах и с учетом технологических возможностей зеркало антенны (с прецизионным профилем отражающей поверхности) было выполнено диаметром 4,8 м. При ширине диаграммы направленности в Ка-диапазоне такого зеркала около 9 угл. мин. потребовалась реализация режима автосопровождения КА, а для вхождения в связь с КА – оснащение антенны антенной-гидом Ка-диапазона диаметром 0,8 м.

Для обеспечения двухдиапазонности, приема в Х-диапазоне радиосигналов КА с двумя направлениями круговой поляризации, а также режима автосопровождения в обоих диапазонах Институт разработал уникальный двухдиапазонный облучатель ВУ798, а также облучатель ВУ797 для антенны-гида.



ТНА-4,8 Ка-Х
Двухдиапазонная антенна с зеркалом
диаметром 4,8 м.

В состав разработанного и изготовленного с привлечением кооперации опытного образца приемной аппаратуры Ка-диапазона входят:

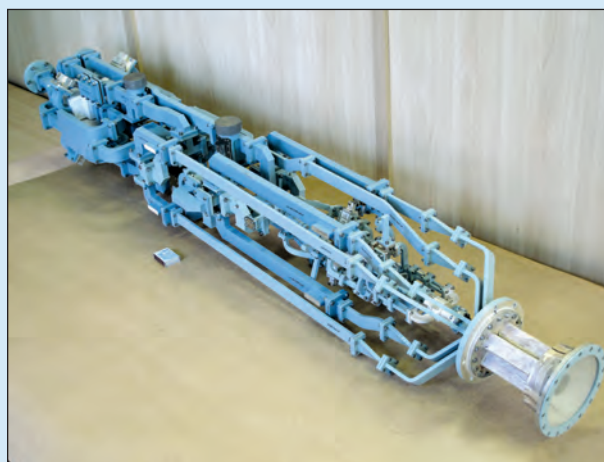
- малошумящий широкополосный усилитель-конвертер – МШУ-К, обеспечивающий перенос сигнала Ка-диапазона с полосой 1 ГГц на промежуточную частоту 2 ГГц;
- переносчик спектра контрольного сигнала промежуточной частоты 2 ГГц в Ка-диапазон;
- малошумящий усилитель-конвертер канала обнаружения сигнала Ка-диапазона для антенны-гида – МШУ-КО с переносом принимаемого сигнала на промежуточную частоту 2 ГГц;
- многоканальный усилитель промежуточной частоты 2 ГГц – ПРМ-К;
- прибор управления модуляторами облучателей ВУ797 и ВУ798 и

выделения сигналов ошибки сопровождения КА в Ка- и Х- диапазонах – ЯУ267.

Проведенные испытания опытных образцов приборов МШУ-К, МШУ-КО, ПРМ-К дали положительные результаты и подтвердили правильность выбранных технических решений.

В 2014-2015 гг. Институт планирует продолжить работы по дооснащению приемного комплекса Ка-диапазона последующей аппаратурой:

- скоростным демодулятором (со встроенным декодером помехоустойчивого турбокода) для видов модуляции QPSK, 8PSK, 16APSK и скоростью приема до 800 Мбит/с и более;
- кадровым синхронизатором и имитатором цифрового контрольного сигнала, системой регистрации.



ВУ798
Двухдиапазонный облучатель



Рис 7.
Приборы МШУ-К и МШУ-КО.

МШУ-К, МШУ-КО
Малозумящие усилители-конверторы
диапазона 27 ГГц

Перспективные работы Института направлены на создание гигабайтных каналов для приема и передачи информации ДЗЗ, терабайтных энергонезависимых запоминающих устройств. Предусматривается передача данных на наземные пункты приема непосредственно или через спутники-ретрансляторы в X- и Ka-диапазонах. Разработано новое много-

спектральное сканирующее устройство МСУ-ГС для геостационарного метеоспутника «Электро-Л».



Снимок с КА «Канопус». Пролив Босфор. Бухта Золотой Рог.
Синтезированное изображение. Обработка НЦ ОМЗ. Дата съемки: 29.09.2012 г.

13. КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОИСКА И СПАСАНИЯ

Система КОСПАС (Космическая система поиска аварийных судов) разрабатывалась для обнаружения судов и самолетов, терпящих бедствие в любой точке земного шара. Сигнал от аварийного радиобуя (АРБ), включаемого на судне, терпящем бедствие, через спутники-ретрансляторы попадает в систему, где с заданной точностью определяются координаты места бедствия. Цель КОСПАС — существенно (до 10 раз), по сравнению с традиционными методами, сократить время проведения поисковых операций.

Быстрое определение координат места бедствия повышает шансы на выживание потерпевших бедствие, значительно сокращает расходы на поисковые работы, а также снижает риск аварий для экипажей самих поисковых судов и самолетов.

Для России, обладающей большими малонаселенными территориями суши и большими площадями акваторий, создание эффективной системы поиска и спасания имеет большое социальное и хозяйственное значение.



КА КОСПАС («Надежда») (1982 г.)



Эмблема международной космической системы КОСПАС-САРСАТ

Система КОСПАС, получившая в официальных документах название «Надежда», создавалась на основе использования элементов навигационной системы «Цикада». Одновременно разрабатывалась американско-канадо-французская система САРСАТ (Search And Rescue Satellite-Aided Tracking), аналогичная КОСПАС. В то же время обе системы разрабатывались как взаимодействующие по единым согласованным требованиям, что позволило обеспечить их полную техническую совместимость и, в конечном счете, создать единую глобальную международную систему КОСПАС-САРСАТ.

Работы по проекту начались на основании Межправительственного соглашения между СССР и США, подписанного в Москве 24 мая 1977 г. Затем к этой програм-

ме присоединились Франция и Канада. В СССР работы были начаты в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР № 13-15 от 12.01.1978 г.

Летные испытания системы КОСПАС начались 30 июня 1982 г. с запуска отечественного спутника КОСПАС-1 (КОСМОС-1383). Уже 10 сентября 1982 г. с его помощью был спасен экипаж канадского самолета.

В 1984 г. система КОСПАС была принята в опытную, а в 1987-м — в штатную эксплуатацию в СССР. За эту работу группа сотрудников Института была отмечена правительственными наградами.

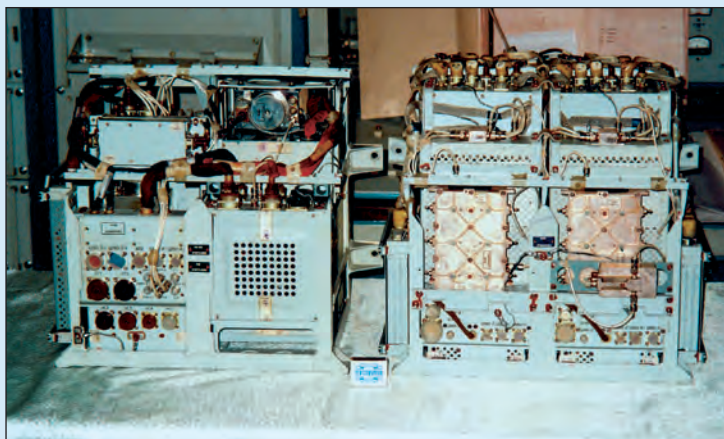
В июле 1988 г. было подписано новое, действующее и поныне, Межправительственное соглашение о сотрудничестве СССР, США, Канады и Франции и использовании системы КОСПАС-САРСАТ в качестве международной в интересах всего мирового сообщества.

Международные морская и авиационная организации (ИМО и ИСАО) приняли решение об обязательном оснащении аварийными буями системы КОСПАС-САРСАТ всех судов с 1995 г. и самолетов с 2005 г.

Основная кооперация российских участников разработки, внедрения и эксплуатации системы КОСПАС в целом возглавляется Институтом, им же создавалась бортовая и наземная радиоаппаратура системы.

Ракетно-космический комплекс разрабатывался в ПО «Полет», г. Омск. Оператор системы — ГП «Морсвязьспутник». Эта кооперация действует и в настоящее время.

В системе КОСПАС-САРСАТ используются несколько спутников, расположенных на круговых околополярных орбитах высотой



Бортовой комплекс КОСПАС первого поколения (1982 г.)



Контрольная станция системы КОСПАС-САРСАТ на территории Института (1990 г.)



Различные типы аварийных радиобуев (АРБ) системы КОСПАС-САРСАТ

800-1000 км и оснащенных радиоаппаратурой для обнаружения сигналов бедствия, передаваемых АРБ, и ретрансляции их на наземные станции приема и обработки информации (СПОИ). В соответствии с Межправительственным соглашением как минимум два из нескольких спутников, находящихся на орбите, должны быть российскими.

АРБ представляет собой малогабаритное радиопередающее устройство, работающее в диапазоне частот (406,01-406,09) МГц и на частоте 121,5 МГц. На частоте 406 МГц передается импульсный сигнал, содержащий в закодированном виде идентификационный номер радиобуя и ряд других вспомогательных сигналов, повышающих надежность связи. На частоте 121,5 МГц непрерывно излучается маломощный сигнал приводного маяка для обеспечения работы пеленгационной аппаратуры поисково-спасательных служб. Такие радиобуи называются АРБ-406.

На СПОИ, с использованием эффекта Доплера, определяются координаты места бедствия, которые передаются в национальные центры системы (в России — в международный координационно-вычислительный центр (МКВЦ) и затем — в соответствующие поисково-спасательные службы).

Аппаратура российских СПОИ в гг. Москве, Архангельске, Новосибирске и Находке, а также Московская контрольная станция создавались в Институте.

В соответствии с техническими требованиями к системе КОСПАС-САРСАТ точность определения координат составляет 5 км в 95% случаев.

Этого достаточно для наведения спасательных средств по пеленгатору, в конечном счете, с метровой точностью. По мере развития системы во многих странах были созданы «национальные» СПОИ.

Поскольку покрытие земных территорий системой с небольшим числом низкоорбитальных спутников КОСПАС-САРСАТ не непрерывно, то остается актуальной задача сокращения времени доставки аварийного сообщения от АРБ-406 на СПОИ. В связи с этим еще в 1998 г. ретрансляторы сигналов АРБ-406 были установлены на трех зарубежных геостационарных ИСЗ, что сократило время обнаружения аварийных сигналов до 5 минут на всей планете для широты $\pm 75^\circ$.

На российском метеоспутнике ГС КА «Электро-Л» в 2011 году был установлен ретранслятор КОСПАС. Для находящихся в эксплуатации АРБ-406 первого поколения, не имеющих приемников навигационных сигналов GPS или ГЛОНАСС, через геостационарные спутники оперативно определяется только идентификационный номер и страна терпящего бедствие судна. Эта информация, дополненная данными приемников навигационных сигналов, имеющихся в новом поколении АРБ-406, имеет большое значение для организации поисково-спасательных операций. Геостационарный сегмент системы развивается путем установки ретрансляторов сигналов радиобуев АРБ-406 на российских геостационарных метеорологических КА типа «Электро-Л» и «Луч-5».

Для приема достоверного сообщения от АРБ-406 ретранслированный сигнал, который имеет мощность ниже порога, на СПОИ накапливается за несколько принятых посылок, что обеспечивает прием сообщения с вероятностью 95%.



Наземные станции приема и обработки ретранслированных сигналов АРБ-406 через геостационарные КА устанавливаются в гг. Москве, Красноярске, Хабаровске.

Стремление уменьшить время доставки аварийного сообщения в глобальном масштабе стимулировало начало работ в России, США и Европе в 2000 г. по размещению ретранс-

ляторов сигналов АРБ-406 на спутниках глобальных навигационных систем ГЛОНАСС, GPS и Galileo.

Среднеорбитальный сегмент системы КОСПАС создается с использованием ретрансляторов сигналов аварийных радиобуев АРБ-406, устанавливаемых на навигационных КА «Глонасс-К». Первый КА «Глонасс-К» был запущен в 2011г. Наземные станции приема и обработки ретранслированных через КА «Глонасс-К» сигналов АРБ-406 будут установлены в гг. Москве и Находке. Среднеорбитальный сегмент в перспективе станет основным космическим сегментом КОСПАС-САРСАТ, так как он обеспечивает полную глобальность, время задержки не более 5 минут, самоопределение местоположения АРБ-406 с точностью не хуже, чем у низкоорбитального сегмента. Самоопределение координат АРБ-406 в среднеорбитальном сегменте осуществляется триангуляционным методом. Для этого ретранслируемый через 3-6 КА ГНСС сигнал АРБ-406 принимается на специальном СПОИ, состоящем из 3-6 приемных стволов с целью измерения времени задержки и доплеровского смещения частоты каждого ретранслированного сигнала. В перспективе модернизированные АРБ-406, имеющие в своем составе приемник сигналов глобальных навигационных системы ГЛОНАСС/GPS, позволят владельцу АРБ-406 получить «квитанцию» о приеме службами поиска и спасения аварийного сообщения от данного АРБ-406, что оказывает положительное психологическое воздействие на терпящего бедствие.

С 2013 г. в космической группировке системы КОСПАС имеется один КА «Глонасс-К», а 24 КА «Глонасс-К» планируется запустить к 2018 г.

В 2009г. была проведена модернизация созданной ранее на территории Института контрольной станции системы КОСПАС-САРСАТ. Это обеспечило мониторинг состояния бортовых радиокomплексов спасания на низкоорбитальных, среднеорбитальных и геостационарных КА.

В последние годы производится модернизация СПОИ и МКВЦ. На декабрь 2013 г. в космическом сегменте системы КОСПАС-САРСАТ бортовые комплексы приема, обработки и ретрансляции установлены на 6 низкоорбитальных КА, ретрансляторы сигналов АРБ-406 имеются на 6 геостационарных КА. Сигналы АРБ-406 принимаются и обрабатываются с целью самоопределения координат АРБ на 58 наземных станциях от низкоорбитальных КА. На 22 наземных станциях от геостационарных КА принимаются только данные, содержащиеся в посылках АРБ-406.

Наземная система обмена аварийными сообщениями использует 31 Координационный центр. На судах, самолетах и у персональных потребителей имеется более 1,4 млн АРБ-406.

Система КОСПАС-САРСАТ за 33 года эксплуатации обеспечила спасение более 50 тысяч человек, только за 1 год с января по декабрь 2012 г. было спасено 2029 человек (72% на море, 15% на суше, 13% в авиакатастрофах).

В 2010 г. по результатам анализа эффективности системы КОСПАС-САРСАТ с использованием низкоорбитальных и геостационарных КА, поисково-спасательные службы стран-участниц проекта под руководством ИМО и ИКАО разработали проект требований ко второму поколению системы КОСПАС-САРСАТ на базе ретрансляторов на КА глобальных навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo.

В перспективе точность координат, полученных приемником навигационных сигналов в радиобуях, должна быть около 30 м, а содержание посылки АРБ-406 должно включать дополнительный набор данных, необходимых поисково-спасательным службам.

Реализация этих требований требует разработки нового АРБ-406 (АРБ 2), необходима также существенная модернизация аппаратуры и программного обеспечения СПОИ и Координационных центров системы при готовности системы КОСПАС-САРСАТ второго поколения к эксплуатации в 2018 г.

В системе КОСПАС используются многие новые технические решения и технологии, обеспечившие мировой уровень разработки. Создано большое количество типов АРБ не только морского, авиационного, но и персонального применения.

Необходимо особо отметить, что система КОСПАС-САРСАТ по своей целевой направленности, методам создания и эксплуатации является ярким примером международного сотрудничества в космосе и проверенной моделью организации такого сотрудничества, пригодной для решения других задач, например предупреждения о стихийных бедствиях, антропогенных катастрофах и т.п.

За разработку и испытания системы КОСПАС в 2002 г. коллектив разработчиков, из которых трое сотрудники Института, был удостоен премии Правительства Российской Федерации.

В 2010 г. произведен запуск низкоорбитального экспериментального мало-размерного специализированного спутника «Стерх» для системы КОСПАС, на котором была проверена работоспособность нового бортового радиокомплекса в реальных условиях космического полета.

В начале 90-х годов по заданию Министерства морского флота СССР был разработан неаварийный вариант системы КОСПАС, получивший название «Курс» и работающий на частоте 405 МГц. Система «Курс» предназначена для контроля местоположения и скорости движения морских судов и других объектов в мониторинговом регионе. Первый спутник «Курс» был запущен в



Антенный комплекс СПОИ, расположенный на территории РКС, 2014 г.

1996 г. и с этого момента началась его штатная эксплуатация. В дальнейшем система «Курс» не получила развития. В последующие годы она слилась с системой сбора и передачи данных (ССПД) Госгидромета и была испытана на КА «Стерх» и «Метеор-3М» в 2010 г.

14. МОРСКОЙ СТАРТ

В начале 1993 г. в США состоялось совещание специалистов компании «Боинг» с ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева» по нескольким направлениям сотрудничества, включая международную космическую станцию (МКС) «Альфа».

По инициативе ОАО «РКК «Энергия» им. С.П.Королева» был поставлен на обсуждение и вопрос о возможности создания плавучего комплекса «Морской старт» как международного коммерческого проекта. Предложение получило поддержку.

Для разработки данного проекта имелись достаточно обоснованные предпосылки:

- обеспечение старта ракетносителя с морской плавучей платформы, расположенной в районе экватора, позволяло на 20% увеличить массу выводимой полезной нагрузки;
- существенно упрощались вопросы с полями падения ступеней ракеты, а также таможенные проблемы;
- технология автоматизированного, так называемого «безлюдного старта», разработанная в Советском Союзе для запуска ракеты «Зенит», позволила оптимальным образом обеспечивать все стартовые операции;
- технология создания транспортабельных морских платформ достаточной грузоподъемности, освоенная в Норвегии, давала возможность обеспечить практическую реализацию данного проекта.

В апреле 1995 г. состоялось заседание Совета главных конструкторов по рассмотрению концептуального проекта ракетного сегмента комплекса морского базирования.

Решением Совета Институту было поручено создать радиотехнический комплекс для сборочно-командного судна (СКС) и стартовой платформы, а также подготовить Соглашение о совместном предприятии и предварительный бизнес-план. В результате согласования была создана международная компания «Морской старт» («Sea Launch»). В состав учредителей вошли «Боинг» (США) — полезные нагрузки, ОАО «РКК «Энергия» им. С.П.Королева» (Россия) — ракетно-космический сегмент, КБ «Южное» (Украина) — ракетноситель и «Кварнер» (Норвегия) — морской сегмент.

Это был первый большой коммерческий международный проект, в котором с самого начала были определены размер финансирования, объем и сроки порученных работ.

Институт переживал в эти годы далеко не лучший период: больших заказов не было, состав разработчиков неуклонно сокращался. В этих условиях выполнить полностью новую разработку не представлялось возможным и

поэтому было принято решение максимально использовать ранее разработанное изготовленное оборудование.

Удалось использовать корабельный измерительный комплекс «Протон», антенную систему «Ромашка» и комплект контрольно-проверочной аппаратуры для бортовой системы «Квант-ВД».

После существенной модернизации и необходимых доработок указанные системы были поставлены на сборочно-командное судно и введены в эксплуатацию.

Заново разрабатывалась Система радиоконтроля, управления и связи (СРКУС), а также станция приема телеметрической информации разгонного блока. СРКУС предназначалась для организации широкополосного канала связи и управления между стартовой платформой и сборочно-командным судном.

При разработке СРКУС впервые в Институте была создана система телеметрического контроля, связи и управления системами подготовки и осуществления пуска со стартовой морской платформы в режиме «безлюдного старта».

Первый запуск с «Морского старта» был произведен 28 марта 1999 г., и уже к началу 2010 г. было выполнено 32 успешных запуска.

Хорошо отработанная и весьма экономичная технология запуска с морской платформы и выполненная под эту задачу модернизация ракетносителя послужили основанием для рассмотрения возможности переноса этой технологии для реализации на космодроме Байконур (проект «Наземный старт», с помощью которого было осуществлено 4 запуска). Последние годы «Морской старт» переживает значительные финансовые трудности из-за сокращения объема заказов, но в перспективе разработанные технологии запуска могут быть успешно использованы.



Плавающая платформа «Морского старта»

15. БОРТОВЫЕ ПРИЕМНЫЕ И ПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Как уже было отмечено, первым космическим радиопередатчиком, разработанным в Институте, был передатчик первого в мире ИСЗ. Для последующих, более сложных космических аппаратов, требовалась установка не только передающих, но и приемных устройств. Такая приемо-передающая система решала задачи, ставшие «классическими» для командно-измерительных комплексов и систем космической связи и приема информации.

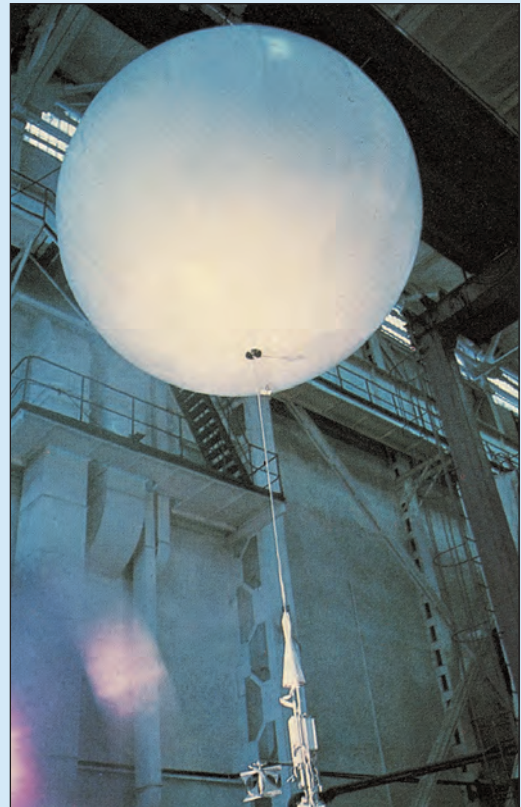
Первые бортовые приемопередатчики были созданы в Институте для реализации программы исследований Луны — Е1. Они обеспечивали контроль полетов станций «Луна-1» (пролет Луны, январь 1959 г.), «Луна-2» (попадание в Луну, сентябрь 1959 г.) и «Луна-3» (фотосъемка обратной стороны Луны, октябрь 1959 г.)

Приемопередатчики работали в диапазоне частот 102-183,6 МГц, для которых в те годы имелась элементная база — первые высокочастотные транзисторы и стержневые радиолампы.

Следующей задачей было обеспечение посадки на Луну. Необходимо было создать легкий и экономичный приемопередатчик, выдерживающий большие механические перегрузки и большой температурный диапазон. Весь бортовой радиокomплекс, включая программно-временное и командное устройства, весил около 8 кг. Он работал в том же метровом диапазоне. В 1966 г. на Землю была передана первая панорама с поверхности Луны. Впоследствии на осно-



Бортовой радиокomплекс для систем дальнего космоса (1988 г.)



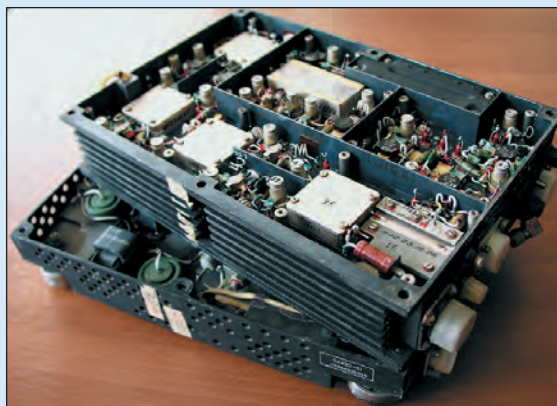
Радиокomплекс аэрoзoнда для полета в атмосфере Венеры (1984 г.)

ве этого радиокомплекса была создана аппаратура для контроля полета возвратной ракеты по доставке на Землю лунного грунта.

Новые задачи возникли при обеспечении полетов к Марсу и Венере. Необходимо было увеличить точность траекторных измерений и скорость передачи информации, что требовало перехода в дециметровый и сантиметровый диапазоны волн. Перед этим в 1963 г. произошло объединение Института с СКБ-567, что привело к расширению коллектива разработчиков приемопередающей аппаратуры и стало основой для создания специализированного подразделения в Институте.

За короткое время был освоен дециметровый диапазон волн (770-930 МГц), ставший на многие годы основным в отечественных системах дальней космической связи. В 1963 г. был создан работающий в когерентном режиме приемопередатчик этого диапазона. Совместно с наземным комплексом управления он обеспечивал точность траекторных измерений по дальности 100 м и по скорости 1 см/с на расстояниях до 400 млн км.

Впоследствии, в 1970 г., в состав радиокомплекса был включен когерентный передатчик сантиметрового диапазона волн, а в 1975 г. — сантиметровый приемник. Для измерения дальности впервые в дальнем космосе была использована псевдошумовая фазовая модуляция. Точность измерения дальности была повышена до 20 м. Бортовой



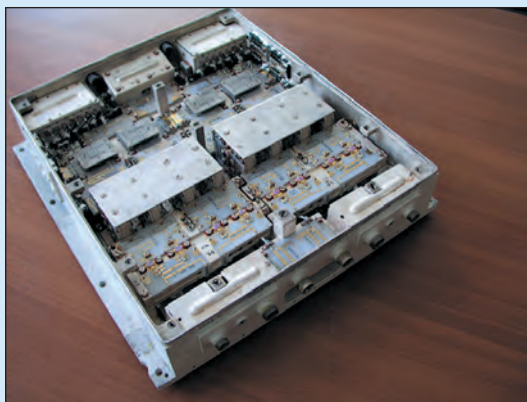
Радиосистема для пилотируемых кораблей (1965 г.)



Радиопередатчик КА «Горизонт» (1978 г.)



Радиокомплекс КА «Стерх» (2005 г.)



Радиоаппаратура КА ГЛОНАСС

радиокомплекс такого состава использовался в дальнем космосе до 1988 г.

В 80-е годы велись интенсивные исследования планеты Венера. Для передачи панорамы с ее поверхности было необходимо создать радиолинию Венера — Земля с информативностью несколько кбит/с. Задача решилась только с помощью ретранслятора сигналов, впервые установленного на спутнике Венеры.

На спускаемом аппарате был установлен передатчик мощностью 30Вт,

работающий в условиях больших механических (до 400g) и тепловых (до 600°C) перегрузок. Для исследования атмосферы Венеры в рамках программы «Вега» (1984 г.) с помощью аэростатного зонда был создан легкий малогабаритный радиокомплекс, содержащий передатчик мощностью 5 Вт на частоте 1610 МГц и высокостабильный генератор.

Другое направление в бортовой приемопередающей аппаратуре возникло в 1965 г. в процессе создания многофункциональной широкополосной радиолинии для пилотируемых КА «Восток» и «Союз», а затем — корабля «Буран» и станции «Мир».

Кардинальным решением по увеличению продолжительности сеансов связи со станцией «Мир» было создание при активном участии Института спутника-ретранслятора «Луч». С того времени ретрансляторы стали самым обширным классом приемопередающих устройств.

Значительной вехой в истории предприятия стал ретранслятор КА «Горизонт» (1978 г.). Для качественного спутникового телевизионного вещания необходимо было создать приемопередающие стволы с очень малой неравномерностью амплитудной и высокой линейностью фазовой характеристик. Первый КА «Горизонт» функционировал более 10 лет.

В дальнейшем были созданы и продолжают создаваться ретрансляторы для других систем связи на базе космических платформ, разработанных ФГУП «НПО ПМ им. М.Ф. Решетнева».

Важным этапом было освоение бортовых цифровых приемников. Первый такой приемник был создан в Институте в 1980 г. для бортового радиокомплекса системы КОСПАС («Надежда»). В дальнейшем разработка цифровых приемников потребовалась для спутниковых навигационных систем и других новых радиокомплексов.

Значительно участие Института в создании бортового и радиотехнического оборудования для двух поколений систем спутниковой навигации: низкоорбитальной («Цикада») и среднеорбитальной — ГЛОНАСС.

Отдельное направление в Институте представляют устройства для передачи информации со скоростью несколько сотен Мбит/с, необходимые для систем ДЗЗ «Ресурс-О», «Океан-О» (1980-1996 гг.), «Метеор-3М» (2002 г.), «Монитор» (2005 г.), «Стерх» и др.

За последующие годы шла активная работа по созданию связной радиоретрансляционной бортовой аппаратуры нового поколения для космических систем связи социально-экономического и двойного назначения. Усилия разработчиков были направлены на улучшение массогабаритных и энергетических показателей ретрансляторов, а также на увеличение срока активного существования (САС) до 10-15 лет.

В основу этих разработок была положена концепция модульного построения ретрансляторов, позволяющая поэтапно совершенствовать их характеристики и проводить квалификационные испытания, в том числе в условиях реального космического полета.

Модернизируется радиоаппаратура для космических аппаратов системы ГЛОНАСС с целью повышения надежности работы и увеличения САС. Разработана и успешно прошла испытания межспутниковая радиолиния, предназначенная для улучшения точностных характеристик системы ГЛОНАСС.

С 2004 по 2009 гг. в Институте велась разработка бортового радиотехнического комплекса (БРТК) стационарного метеоспутника «Электро-Л». Комплекс обеспечивает:

- передачу данных от бортовой системы сбора данных;
- передачу гелиогеофизических и метеорологических данных;
- прием сигналов с платформ сбора данных (ПСД) и ретрансляцию на наземные станции;
- обмен цифровыми данными между наземными станциями;
- прием сигналов от аварийных радиобуев системы КОСПАС-САРСАТ и передачу их в центры обработки информации.

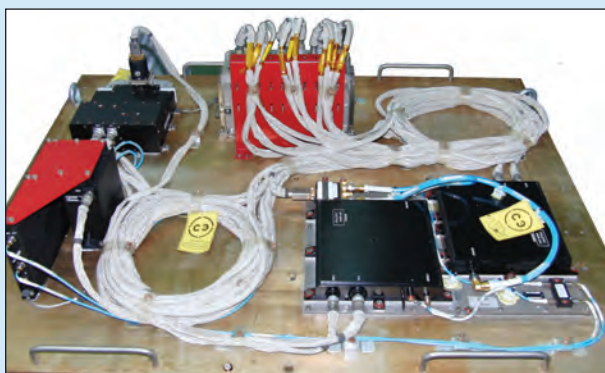
БРТК включает в себя 2 ствола (8 каналов) и состоит из: двух входных устройств, двух конвертеров, 5-ти формирователей ответного сигнала, блока коммутируемых фильтров на 30 субканалов, 4-х передатчиков, задающего генератора, прибора кодового управления и командно-распределительного устройства.

Первый комплект БРТК выведен на штатную орбиту в 2011 г. в составе КА «Электро-Л» №1 и в настоящее время успешно эксплуатируется. В 2012-2014 гг. изготовление летных комплектов БРТК было продолжено.

В 2009 году в Институте было закончено изготовление бортовой ретрансляционной системы КОСПАС-САРСАТ (БРКС). Система обеспечивает



БРТК «Электро-Л» на технологической плате



БРТР СДКМ на технологической плате

прием сигналов цифровых данных от аварийных радиобуев системы КОСПАС-САРСАТ и передачу их в центры обработки информации. БРКС установлена на борту КА «Глонасс-К», который в 2010 году был выведен на орбиту и в настоящее время продолжает успешно функционировать.

В Институте продолжают работы по повышению точности навигационных измерений системы ГЛОНАСС. Изготовлены бортовые ретрансляторы системы дифференциальной коррекции и мониторинга (БРТР СДКМ) для КА «Луч», предназначенные для ретрансляции радиотехнических сигналов из диапазона Ku в L с целью передачи дифференциальных поправок потребителям ГЛОНАСС/GPS сигналов, позволяющие существенно повысить точность измерений. Ретранслятор состоит из: блока питания и управления, конвертора, линейного тракта, стандарта частоты и усилителя мощности.

Изготовлены и запущены три геостационарных КА «Луч»: «Луч-5А» в декабре 2011 г., «Луч-5Б» в ноябре 2012 г. и «Луч-5В» в апреле 2014 г.

С 2003 г. по 2006 г. в Институте разрабатывалась контрольно-проверочная аппаратура (КПА) для проверки параметров космических ретрансляторов. Впервые была создана аппаратура, позволяющая измерять характеристики многоствольных ретрансляторов как без обработки сигналов, так и с обработкой сигналов на борту. Максимальное количество стволов для измеряемой аппаратуры – восемь.

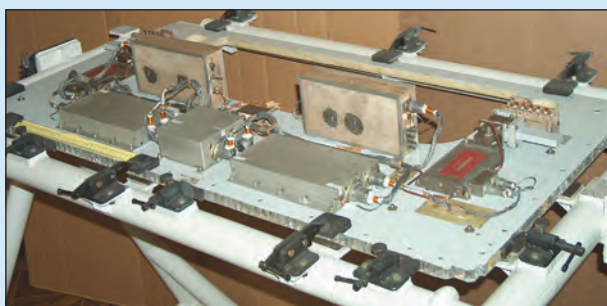
Отличительная особенность КПА – возможность проведения большинства проверок бортовой аппаратуры (БА) ретрансляторов в автоматизированном режиме. Управление БА, составными частями КПА и проведение проверок осуществляется с центрального поста КПА.

В 2010 г. была разработана КПА БРКС, в 2011 г. – КПА СДКМ, в 2012 г. – КПА ДЗС.

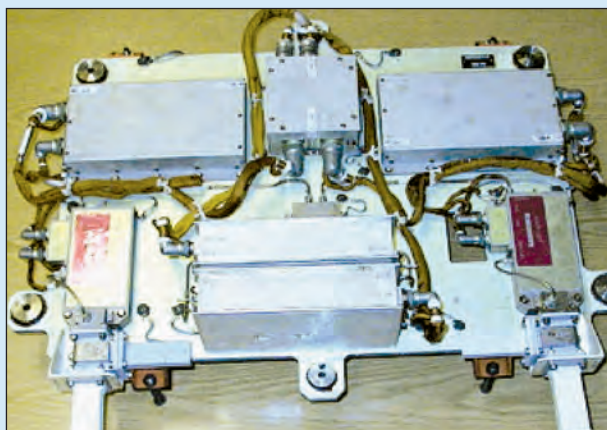
В 2012 г. Институтом была изготовлена бортовая аппаратура дальномерно-запросной системы (БА ДЗС), предназначенная для установки на КА ГЕО-ИК-2. Система предназначена для измерения дальности между фазовыми центрами антенн БА ДЗС и наземной аппаратуры дальномерно-запросной системы (НА ДЗС) с высокой точностью в реальном масштабе времени.

Особенностью БА системы является то, что структура сигналов в запросной и ответной радиопереходах одинакова, так как линейный широкополосный ретранслятор не производит обработки принятого сигнала, а лишь ретранслирует его с переносом на ответную частоту. Структура принимаемого сигнала определяется НА ДЗС.

В 2003 г. в Институте было открыто новое направление по созданию бортовых и наземных реконфигурационных цифровых платформ для космических систем различного назначения. Освоена технология разработки и изготовления бортовой и наземной аппаратуры цифровой обработки сигналов с использованием современных аппаратных и программных средств, позволяющих на основе единой унифицированной аппаратной реализации вносить изменения в процесс решения задач в ходе эксплуатации спутника.



Передающее устройство X-диапазона на софитной панели КА «Монитор-Э» (2004 г.)

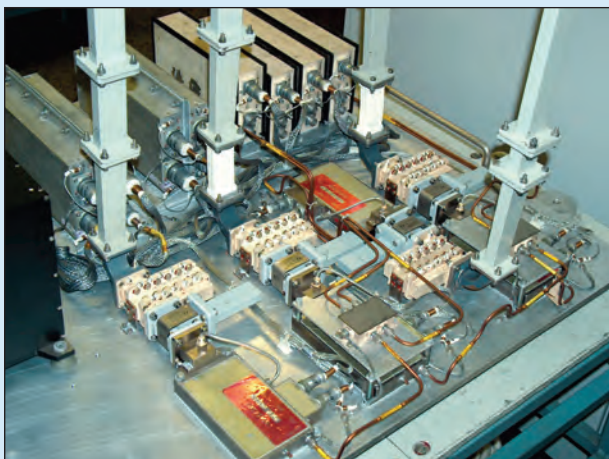


Передающее устройство системы БИС-С для КА «Сич-1М» (2004 г.)

на основе единой унифицированной аппаратной реализации вносить изменения в процесс решения задач в ходе эксплуатации спутника.

Разработаны автоматизированные рабочие места и программное обеспечение для проверки составных частей спутниковой реконфигурируемой платформы на этапах регулировки и проведения испытаний.

Разработка первого бортового передающего устройства X-диапазона с полупроводниковым усилителем мощности (УМ) $P=10$ Вт началась при создании бортовой информационной системы сбора, накопления и передачи информации (СНИПИ) для КА «Монитор-Э», запуск которого был произведен в августе 2006 г. Это передающее устройство стало «родоначальником» семейства передающих устройств для КА «Сич-1М» (2004 г.), «БелКА» (2006 г.), «Коронас-Фотон»



Передающее устройство системы РЛЦИ для КА «БелКА» на имитаторе сотованели (2006 г.)



Передающее устройство L-диапазона системы БИС-С для КА «Сич-1М» (2006 г.)



Передающее устройство L-диапазона системы БИС-СМ для КА «Метеор-М» №3 (2012 г.)

(2009 г.), «Метеор-М» №1 (2009 г.), «Канопус-В» (2012 г.), «БКА» (2012 г.). Модификации передающего устройства планируется разместить на КА: «Метеор-М» №2, №2-1 и №2-2, «Ломоносов», «Ионосфера» №1...№4 и «Зонд».

Продолжалась разработка передающих устройств L-диапазона (1700 МГц) с полупроводниковыми усилителями мощности. Скорость передачи данных составляет 665,4 кбит/с, формат данных – HRPT. Такого типа передающие устройства включены в состав систем БИС-С для КА «Сич-1М» и БИС-М для КА «Метеор-М» № 1, № 2, № 2-1 и № 2-2.

В настоящее время в Институте идет работа над созданием передающих устройств нового поколения X- и Ka-диапазонов на базе полупроводниковых усилителей. Скорость передачи информации составляет 800 Мбит/с, виды модуляции – QPSK, 8PSK, 16APSK. В 2013 г. были проведены стыковочные испытания с наземной станцией приема в ходе которых была подтверждена работа радиолинии со скоростью передачи данных 800 Мбит/с. Такие передающие устройства планируется использовать на перспективных КА «Метеор-М» №3 и «Метеор-МП». В них реализуются следующие ключевые особенности:

- цифровая фильтрация («приподнятый косинус») с целью обуздания спектра сигнала;
- линейный усилитель мощности;
- резервирование основных узлов с перекрестными связями.

Продолжается разработка передающего устройства L-диапазона нового поколения, которое будет обеспечивать непрерывную передачу данных в новом формате АНРПТ. Передающее устройство планируется использовать в перспективной разработке БИС КА «Метеор-МП». Скорость передачи данных – 3,5 Мбит/с, вид модуляции – QPSK, несущая частота – 1700 МГц.

Для нового поколения телеметрических систем разработаны передающие устройства ЦА252, ША1152, предназначенные для передачи телеметрической информации с борта КРН, РБ или КА на наземные станции приема и обработки информации.

В отличие от ранее применявшихся передающих устройств, созданных на аналоговой элементной базе, они реализованы на основе цифровых схемотехнических решений, которые в свою очередь при перепрограммировании позволяют реализовать разные виды модуляции, работу с разной информативностью входного сигнала. Данные передающие устройства могут быть легко интегрированы в практически любую радиотелеметрическую систему.

Передающее устройство ЦА252 входит в состав телеметрических систем РТСЦ, РТСЦ-3, БИТС-М, БИТС2Ц-7, БИТС2Ц-7М. Модуляция – ЧМ, информативность – до 512 кбит/с. Выходная мощность – до 10,5 Вт. Рабочие частоты – 620-650 МГц. Масса – 2,6 кг.

Передающее устройство ША1152 входит в состав телеметрической системы РТСЦМ-2. Модуляция – КИМ/ЧМ (CPFSK), информативность – 1024 кбит/с. Выходная мощность – до 12,5 Вт. Рабочая частота – 2200-2300 МГц. Масса прибора – 2,25 кг.

Важным направлением работ в Институте была разработка автономных радиосистем, решающих задачу управления движением КА с помощью бортовых средств. Работы в этом направлении были начаты в Институте в конце 50-х годов прошлого столетия. Одним из первых был создан импульсный радиовысотомер для обеспечения автономного управления мягкой посадкой на Луну автоматических станций типа Е-6.

Следующей важной разработкой Института явилось создание высотомера и измерителя скорости для СА автоматической межпланетной станции (АМС) «Венера-7».

В 70-х годах в Институте были развернуты работы по созданию орбитального лазерного высотомера. Эта работа была успешно завершена запуском в 1981 г. на орбиту КА космической геодезической системы «ГеоИК». Помимо радиотехнической измерительной аппаратуры ИСЗ и наземных измерительных пунктов, система была оснащена лазерными дальномерами. В 1985 г. геодезическая космическая система «ГеоИК» была принята в эксплуатацию.

16. РАЗРАБОТКА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Начало развития цифровой, а затем и вычислительной техники было стимулировано теми задачами, которые встали перед Институтом, начиная с 1957 г.: обеспечение существенного повышения точности, надежности и эксплуатационных характеристик наземных радиотехнических комплексов (РТК) управления первыми советскими дальнобойными ракетами.

Вплоть до 1967 г. вместе с совершенствованием РТК развивалась и цифровая техника: от ламповых монстров конца 50-х годов до достаточно компактных СЦВМ на транзисторах с широким применением специализированных субблоков (АЛУ, ЗУ, УЕВ) и узкофункциональных модулей. Коллектив разработчиков СЦВМ вырос до большого отдела специалистов.

Растущие потребности оборонных отраслей и народного хозяйства вместе с новыми технико-технологическими возможностями дали дальнейший мощный толчок развитию вычислительной техники в Институте.

Так, с 1968 г. начинается активное развитие и внедрение разнообразных цифровых устройств и СЦВМ в наземные, а затем и бортовые системы управления, контроля, связи и навигации космических аппаратов различного назначения: «Союз», «Циклон», «Янтарь» и др. Из подчиненных вычислительные структуры стали подчас ведущими в РТК, а в дальнейшем стали играть и самостоятельную роль.

В 1972 г. впервые в Институте в наземной системе управления РТК для предварительной обработки траекторной информации была применена цифровая аппаратура, целиком выполненная на микросхемах и субблоках с печатным монтажом.

В 1975 г. по программе «Союз-Аполлон» в Центре управления полетом, в 6-ти пунктах наблюдения на территории страны и 2-х кораблях была впервые задействована цифровая автоматизированная система выдачи команд и программ на борт «Союза». С этих пор новое поколение такой системы — один из основных компонентов наземной системы управления и контроля космических кораблей «Союз-ТМ», «Прогресс».

Применение этой системы полностью изменило методику управления и, что самое главное, дало принципиально новые возможности для управления пилотируемыми КА.

Основным элементом этой цифровой системы была мини ЭВМ собственной разработки (внутренний шифр — «КОД»). Ее широкое использование в наземной аппаратуре управления КА самого различного назначения в качестве интеллектуальных пультов, устройств предварительной обработки информации, контроллеров каналов связи, а также в составе контрольно-

испытательной аппаратуры, позволило существенно повысить эффективность управления.

В это же время для решения задач морской навигации в интересах обороны страны и народного хозяйства для КА «Циклон» был разработан программно-вычислительный комплекс на основе СЦВМ повышенной точности со специфическими требованиями ее использования на борту кораблей и других плавучих средств.

Новые поколения таких СЦВМ, выполненных на самой современной (для того времени) элементной базе по новой технологии, – важнейшая составная часть первых поколений аппаратуры потребителя навигационной системы ГЛОНАСС.

Вехой в использовании ЦВМ на борту КА является разработка и внедрение (первыми в Союзе) специализированных бортовых вычислителей и соответствующего СМО особо высокой надежности, позволивших принципиально решить задачи космической топографии (КА «Янтарь», 1979 г.) и космической навигации (КА «Ураган», 1985 г.).

Так для бортового вычислителя (БВ) КА «Ураган» были приняты особые меры для обеспечения его работоспособности в течение всего срока существования КА, а именно: использование трех автономно и синхронно работающих в реальном масштабе времени СЦВМ с взаимными интерфейсными связями и аппаратно-программными мажоритарными узлами.

В качестве показателя зрелости и квалификации разработчиков вычислительной техники в Институте, можно привести пример создания (1985 г.) вычислительной сети из 48 спецконтроллеров для передвижного (в автофургоне) пункта РТК управления КА.

Безусловно, этот первый в Союзе передвижной вычислительный центр в составе РТК придал новое качество управлению КА в первую очередь оборонного назначения.

Параллельно развитию вычислительных средств для решения целевых задач РТК происходило активное внедрение цифровых средств и методов для обеспечения собственных нужд РТК: цифровых приемников, цифровых синтезаторов частот, цифровых систем частотной и фазовой подстройки и т.п. Примером таких разработок является бортовой цифровой приемник для международной космической системы поиска и спасания КОСПАС – первый в мире приемник такого типа. Хорошим примером является разработанная в Институте бортовая ЭЦВМ 200 для ГЛОНАСС.

Это далеко не полный перечень разработок вычислительной техники в Институте, но он дает представление об уровне, масштабах и направлениях ее развития от далеких 50-х годов до 70-80-х гг.

В дальнейшем в развитии вычислительных средств в Институте появились и новые тенденции, характеризующиеся:

- необходимостью и возможностью широкого применения готовых компонентов и узлов внешней, в основном зарубежной поставки, в том числе: микропроцессоров, микро-ЭВМ, перестраиваемых БИС и т.п., а также использования мировых стандартов в конструктивах, интерфейсах, матобеспечении.

- объективной необходимостью перехода, главным образом, к комплексированию вычислительных средств из уже ранее опробованных приборов и узлов под требуемую архитектуру заказчика, оставляя для разработки, в основном, средства специальных интерфейсных связей, спецматобеспечение и некоторые особые требования заказчика.

В дальнейшем произошли существенные изменения в технике и технической политике в области разработок вычислительных средств в Институте.

Широкое внедрение разнообразных вычислительных средств, приобретаемых без особых ограничений на мировом рынке, позволило подразделениям разработчиков института создавать такие средства (комплексы, системы и блоки) собственными силами. С другой стороны головные организации, создающие КА, сами стали разрабатывать бортовые ЭЦВМ, максимально адаптированные к задачам своих КА, отказываясь от разработок бортовых приборов такого типа в других организациях.

В целом это привело к ликвидации в институте специализированного отделения по созданию средств вычислительной техники различного назначения. Но многие разработки Института еще значительное время изготавливались серийно и использовались для решения поставленных ранее перед ними задач.

17. ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Телеметрические системы предназначены для контроля и анализа функционирования разнообразного бортового оборудования на ракетах и КА путем получения достоверных и точных данных из многих сотен и тысяч источников информации — датчиков различного типа.

Эта информация передается по радиоканалу на наземные приемно-регистрирующие станции, затем на комплексы обработки и далее по каналам связи в центры управления полетом КА, где она используется для анализа состояния и принятия решений по управлению или в центр сбора и анализа результатов пусков ракетоносителей (РН).

В Институте было создано несколько поколений бортовых и наземных телеметрических систем (бортовых телеметрических приборов и информационных систем, приемных станций, комплексов обработки), которые обеспечили информационную поддержку и управление большинством созданных в стране КА, разгонных блоков (РБ) и ракетоносителей.

В 1948-1949 гг. Институтом была разработана новая отечественная система телеконтроля СТК-1 (Дон) метрового диапазона волн, которая широко применялась при отработке и эксплуатации баллистических ракет Р-1, Р-2, Р-5 и Р-7. В 1950 г. группе разработчиков системы была присуждена Сталинская премия.

Это была первая премия государственного уровня, которой в последующем неоднократно удостоивались сотрудники Института за успешное выполнение правительственных заданий.

В 1961 г. телеметрическая система БР-8, разработанная в СКБ-567, обеспечила исторический полет Ю.А. Гагарина на КА «Восток».



Внутренний вид станции МА-9. Видны магнитные накопители 17С06/07 (1974 г.)



Станция МА-9
с антенной Б-529 «Ромашка» (1971 г.)

В 50-70-е годы прошлого столетия в СКБ-567 и в Институте были созданы многофункциональные телеметрические системы с «жесткой логикой», построенные на базе телеметрической системы знаменитой «королевской семерки» для тяжелых ракет типа Н-1, «Протон», космических пилотируемых кораблей «Союз», «Прогресс», а также для межпланетных автоматических станций по программам освоения Луны, Марса, Венеры и КА других космических программ. Были созданы наземные приемно-регистрирующие станции РТС-5, РТС-6, РТС-8, РТС-9 и унифицированные станции МА-9, МА-9 МКС, 17ПРС для приема телеметрических структур РТС-5, РТС-6, РТС-8, и универсальная станция МА-9МК, модификации которой и сейчас находятся в эксплуатации. В 1960-1970 гг. одновременно находилось в эксплуатации до 350 станций разных модификаций.

В конце 60-х годов появилась возможность ввода полного потока ТМ информации, принимаемой в сеансе связи с КА ТМ станцией непосредственно в широкополосный (телевизионный) канал кабельных линий дальней связи и в канал спутниковой системы «Связка». Аппаратура ввода в широкополосный канал (ВШК) — стойка Р323 изготавливалась на заводе «Радиоприбор». Этот режим использовался в пилотируемых программах, в работах с долговременными орбитальными станциями (ДОС) в период 1965-1970 гг.

Первоначально в аппаратуре использовались аналоговая структура обработки и передачи информации, а также дискретная транзисторная элементная база с применением разнообразных бортовых электромеханических запоминающих устройств на магнитных носителях собственной разработки.

В 70-90-е годы были разработаны и успешно эксплуатировались:

- телеметрические системы для пилотируемых КА, в том числе по международной программе «Союз-Аполлон» для долговременных станций типа ДОС, ОПС, «Мир», корабля «Буран», аппаратов ДЗЗ, связи и навигации;
- бортовые системы и наземная аппаратура для ракет морского базирования;



Унифицированный блок на модулях М3 аппаратуры СТИ-90М. 1970 г.



Бортовое запоминающее устройство ЭА-025 (80-е годы)



Мобильный измерительный пункт (МИП) (2004–2006 гг.)

- базовая система типа БИТС-2, модификации которой устанавливались на КА десятков наименований, эксплуатирующихся в настоящее время;
- средства обработки телеметрической информации: первая в стране специализированная машина послеполетной обработки на полупроводниках, ТМИ МО-9М (1961 г.);
- комплекс обработки и передачи с КИП результатов во время сеанса связи с КА в ЦУП - СТИ90М – ЭВМ М222(ЕС1045) – 1971-1980 гг.;
- модернизированный комплекс обработки Крым 2М(ПЭВМ) – 1988 г.;
- система обработки для предприятий-изготовителей телеметрических бортовых систем, технических позиций космодромов – СОИ-1 (АСВТ М6000, М6010) – 1974 г.

В 1963 г. была выпущена установочная партия машин обработки информации МО-9М и началось освоение машины на предприятиях-изготовителях бортовых телеметрических систем и в вычислительных центрах космодромов Плесецк, Капустин Яр, Байконур.



Комплект бортовой аппаратуры для пилотируемых КА (1970-1990 гг.)



Бортовая телеметрическая система (2003 г.)



Аппаратный зал машины обработки ТМ информации МО-9М (1964 г.)



Аппаратный зал СОИ-1 для технических позиций (1974 г.)

Для приема и обработки данных телеметрии при полетах КА в зонах, невидимых с территории СССР, в 1961-1966 гг. были построены морские корабельные измерительные пункты: «Моржовец», «Боровичи», «Кегостров», «Чажма», «Чумикан», «Чукотка», «Долинск»; в 1978-1979 гг. — «Космонавт Владислав Волков», «Космонавт Павел Беляев», «Космонавт Георгий Добровольский», «Космонавт Виктор Пацаев».

В дальнейшем построение телеметрических систем было связано с переходом на цифровые методы обработки и передачи данных, увеличением объемов и скоростей передаваемой информации, включением системы информационно-телеметрического обеспечения (ИТО) в контур управления КА, использованием в необходимых случаях режима телесигнализации и сжатия информации.

Бортовая аппаратура стала строиться на использовании бескорпусной элементной базы при изготовлении интегральных сборок собственной разработки.

В последние годы был создан сложный многофункциональный телеметрический комплекс для международной космической станции (МКС), где применяются около 600 телеметрических приборов разработки Института. В 2004-2005 гг. прошли испытания системы РТС-Ц для новой космической ракеты «Союз-2». Проведена модернизация телеметрической системы БИТС-2Ц-7, применяемой на КА дистанционного зондирования Земли разработки ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ «Прогресс».

В рамках модернизации грузовых и транспортных кораблей «Прогресс-М» и «Союз-ТМА», проводимой предприятием ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева», Институтом взамен ранее применявшейся системы БР9ЦУ-3 разработана новая малогабаритная бортовая информационная телеметрическая система МБИТС-ТК, обладающая значительно сниженными массогабаритными и энергетическими характеристиками.



Аппаратура СТИ-90 и СТИ-95 (1971 г.)

В новых разработках используются: магистральная структура построения бортовой аппаратуры с мультиплексным каналом обмена данных, многократное увеличение программной составляющей на этапах создания и эксплуатации аппаратуры, повсеместное применение ПЭВМ в составе рабочих мест для регулировки и приемосдаточных испытаний приборов и комплексов.

Проведена миниатюризация аппаратуры за счет применения современной высокоинтегрированной импортной и отечественной элементной базы.

В результате массогабаритные и энергетические параметры бортовой аппаратуры снижены в 3-5 раз при одновременном увеличении срока активного существования до 10-12 лет. Создан перспективный научно-технический задел по разработке аппаратуры с учетом международных стандартов и рекомендаций, в том числе с использованием технологии «система на кристалле». Разрабатывается специализированная аппаратура защиты информационных ресурсов от несанкционированных воздействий, подсистема видеонаблюдения с передачей видеоинформации в едином телеметрическом потоке по линиям телекоммуникационных систем.

В 2008-2013 гг. в Институте был успешно разработан, испытан и передан в эксплуатацию ряд новых телеметрических бортовых и наземных программных устройств и комплексов.

Завершены летные испытания бортовой телеметрической системы РТСЦ-М2 в составе космического ракетносителя типа «Союз-СТ для международной программы запусков с космодрома «Куру».

Проведены несколько успешных пусков в составе РН «Союз-2» при выводе на орбиты КА «Метоп», «Меридиан», «Коронас».

Основными преимуществами системы являются:

- одновременный сбор и передача информации в радиоканал медленно и быстро меняющихся параметров;
- передача информации по двум каналам повышенной информативности с временной задержкой для исключения влияния «факела» при разделении ступеней ракеты;
- построение телеметрического кадра в соответствии с рекомендациями CCSDS;
- использование S-диапазона для радиоканалов (2200-2290) МГц.

Разработана, испытана и с июля 2012 г. эксплуатируется в составе КА «Канопус-В», «БелКА» новая бортовая телекомандная система ТКС-ВА, предназначенная для обеспечения непосредственного взаимодействия с наземными командно-измерительными системами (НКИС) с целью радиоуправления и радиоконтроля КА. Данная ТКС позволяет:

- обрабатывать и передавать в виде закодированного пакетного сообщения информацию с температурных, аналоговых и цифровых датчиков систем КА;
- принимать, расшифровывать и передавать на другие системы КА команды управления с НКИС, используя собственный массив диагностической информации (ДИ) выбирать, в зависимости от работоспособности отдельных узлов, рабочую конфигурацию состава ТКС;
- дистанционно осуществлять перезагрузку программного обеспечения (ПО), находясь в режиме активного функционирования.

В период 2005-2010 гг. в Институте проводились работы по созданию наземного малогабаритного радиотелеметрического комплекса (МРТК), удовлетворяющего современным требованиям по универсальности и тактико-техническим характеристикам.

В МРТК осуществляется перенос основной части функциональных задач со схемных решений на специальное программно-математическое обеспечение, использование ПЛИС с улучшенными интегральными характеристиками и применение современных цифровых алгоритмов обработки сигналов, что позволило в несколько раз уменьшить массогабаритные и энергетические (по питанию) характеристики аппаратуры приема, регистрации, обработки и представления информации.

МРТК обеспечивает прием и регистрацию ТМИ всех существующих отечественных телеметрических систем: РТС-9, БРС-4, «Орбита» и др.

Со времени создания первых телеметрических систем в Институте особое



Общий вид пункта приема информации
(2008 г.)

внимание уделяется вопросам совершенствования процессов обработки и представления телеметрической информации, получаемой с борта ракет и космических аппаратов. Пройдено несколько этапов аппаратурной реализации наземных и автоматизированных комплексов обработки, основанных на использовании освоенных в стране элементах полупроводниковой, интегральной и вычислительной техники. Поэтапно созданы: машина

обработки ТМИ МО-9М; система обработки ТМИ СОИ-1 (с ЭВМ М6010, М6000); комплекс обработки СТИ90М (с ЭВМ М222, ЕСЭВМ), который в период 1970-1980 гг. широко использовался для развертывания создаваемых в этот период времени центров управления КА и космических систем различного назначения; комплекс Крым 2М (ПЭВМ).

В 1982 г. была внедрена созданная в Институте автоматизированная система информационно-телеметрического обеспечения управления КА, РБ (АСИТО) с центром обработки (ЦСИТО), находящимся в г. Краснознаменске и взаимодействующим с рядом центров управления КА различного назначения. Разработаны мобильные измерительные пункты для приема измерительной информации – МИПы, позволяющие заменять в некоторых случаях дорогостоящие судовые пункты или отказаться от создания стационарных ИП.

В период с 2007 по 2010 годы в Институте в кооперации с другими предприятиями был разработан, изготовлен и испытан новый перебазируемый измерительный пункт приема телеметрической информации, передаваемой с РН и КА.

Впервые для информационно-телеметрического и навигационно-баллистического обеспечения были интегрированы:

- средства геодезической привязки и наведения антенн наземных ТМ систем по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS;

- средства приема и регистрации ТМИ от любых существующих отечественных бортовых телеметрических систем в рабочих диапазонах М, Д1, Д2, а также привязки измерений к единому времени по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS;

- аппаратно-программные средства оперативной обработки информации, формирования сжатых и сокращенных потоков ТМИ, выделения из телеметрического кадра навигационно-баллистической информации от аппаратуры спутниковой навигации РН и КА;

- средства передачи полных и сокращенных потоков ТМИ со скоростью 2048 кбит/с, обмен технологической и оперативно-командной информацией с вышестоящими органами управления по спутниковым каналам связи;

- средства автономного электропитания.

Комплекс позволяет автономно (в отрыве от места постоянной дислокации) организовать временный измерительный пункт и выполнять задачи информационно-телеметрического и навигационно-баллистического обеспечения запусков изделий РКТ.

Примером выполнения целевой задачи комплексом является информационно-телеметрическое и навигационно-баллистическое обеспечение запусков на солнечно-синхронную орбиту изделий РКТ вне зон радиовидимости стационарных средств НАКУ и средств космодрома.

18. ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

При полете ИСЗ, автоматических научных станций, пилотируемых кораблей и других КА имеются такие участки траекторий, с которых затруднительно, а в некоторых случаях невозможно осуществить непосредственную передачу информации по радиоканалу об их функционировании на наземные приемные телеметрические станции. В этих случаях необходимо использовать специальные запоминающие устройства (ЗУ), способные производить запись телеметрической и научной информации, ее хранение, а также воспроизведение в отведенное для этого время, в том числе с трансформацией скорости.

В период с 1954 по 1957 гг. до запуска первого ИСЗ в Советском Союзе и за рубежом еще не было разработано подобных устройств, пригодных для работы в режиме записи информации в течение полета спутника по орбите (100-120 мин.) и воспроизведения ее за 2-3 минуты.

Решение этой проблемы взял на себя коллектив СКБ-567, выделившийся в 1952 г. из НИИ-885, которому было поручено телеметрическое обеспечение запусков ИСЗ.

Сотрудниками СКБ-567 в 1955 году был разработан механизм для магнитной записи, позволяющий с высокой надежностью осуществлять транспортировку магнитной микропровода диаметром 0,05 мм, намотанной в один слой на цилиндрический вращающийся барабан, с необходимыми скоростями при малом времени пуска и реверса.

В дальнейшем этот первый механизм нашел применение в специальных бортовых и наземных старт-стопных и непрерывных ЗУ, разработанных Институтом, ОКБ МЭИ и другими организациями, для регистрации телеметрической информации, записи программ работы КА и других целей. Одновременно с созданием бортовых ЗУ проводились работы по созданию самолетных и наземных регистраторов на магнитной ленте.

Учитывая перспективность и важность развития бортовых и наземных ЗУ, в СКБ-567 в 1958 году была создана лаборатория ЗУ, а в 1961 году – специализированный отдел. За время существования лаборатории и отдела магнитной записи было разработано более 50 типов бортовых и наземных ЗУ, получено 30 авторских свидетельств, подготовлено более 100 научно-технических публикаций.

Образцы ЗУ, разработанные в этот период, широко представлены в Историко-техническом музее Института (раздел «Ракетная и спутниковая телеметрия»). За успехи, достигнутые в области создания ЗУ, сотрудники отдела получили правительственные награды и стали лауреатами ВДНХ.

Работы в области магнитной записи проводились в подразделениях СКБ по следующим основным направлениям:

1. Бортовые ЗУ для радиотелеметрических систем большой, средней и малой информативности.
2. Бортовые старт-стопные ЗУ.
3. Статические и динамические ЗУ для бортовых вычислительных машин, устройств управления и программирования работы КА.
4. Бортовые ЗУ большой информативности для космических телевизионных систем.
5. Наземные многоскоростные ЗУ для телеметрических систем.
6. Наземные ЗУ для прецизионной преддетекторной записи сигналов.
7. Исследования и разработка средств точной магнитной записи — магнитных головок и носителей.

Таким образом, начиная с 1955 года в СКБ-567 и затем в Институте, (с которым СКБ 567 воссоединилось в 1963 г.), отделом запоминающих устройств было создано несколько поколений бортовых ЗУ.

К *первому поколению* относятся приборы, которые решали комплексные задачи. Они осуществляли сбор, коммутацию и выполняли многие другие функции, не свойственные ЗУ. К этим устройствам можно отнести приборы: ЗКУ-П, ЗКУ-ПЭ, ЗКУ-ПК, АЗУ-1, ЗКУ-М, ЗКУ92 и ЗКУ928, разработанные в 1957-1962 годах.

Ко *второму поколению* относятся приборы типа ЗУ91, ЗУ96, Э112, Э103, ЭА016, разработанные в период с 1964 по 1969 год. В них не было коммутирующих устройств, но кроме запоминания информации производились преобразование сигнала и выборка информации. К ним были разработаны статические оперативные ЗУ (ОЗУ) для сопряжения сигнала, считываемого с ЗУ, с синхронной радиолинией.

Приборы *третьего поколения* были универсальными ЗУ, осуществляющими запись и воспроизведение сигнала в цифровой форме, и не имели жесткой привязки к структуре сигнала. К этим приборам относятся разработки после 1970 г.: 15П27, 19П27У, Э122, Э137, Э124, ЭА008, ЭА017, ЭА024, ЭА035, ЭА037.

Для широко распространенных радиотелеметрических станций РТС-9 в 1962 году были созданы более совершенные наземные регистраторы на магнитной ленте шириной 25,4 мм типа 17С06, 17С07. Приборы имели 5 скоростей транспортировки ленты, позволяли регистрировать информацию максимального объема, передаваемого системой РТС-9 в течение 15 мин. Они устанавливались также на самолетах, кораблях и подводных лодках и нашли применение для регистрации научной информации как самостоятельные устройства.

Новая и сложная задача встала перед разработчиками ЗУ для *преддетекторной регистрации* телеметрических сигналов на наземных станциях дальней космической связи с КА типа «Марс» и «Венера», где требовалось производить аналоговую магнитную запись с коэффициентом колебания скорости $K < 0,1\%$.

В 1965 году был разработан и изготовлен первый аппарат магнитной записи, который позволил осуществить преддетекторную запись и последующую обработку информации с КА.

В 1968-1969 гг. была разработана более совершенная аппаратура магнитной регистрации «Сатурн», которая имела высокие показатели стабильности линейной скорости магнитносителя ($K < 0,01\%$ на $f = 10000$ Гц). Относительно малая величина временных искажений в этой системе достигалась за счет применения в лентопротяжном механизме (ЛПМ) ведущего вала большого диаметра ($\varnothing = 800$ мм) и использования в качестве привода шести идентичных одновременно работающих двигателей.

Повышение требований к точности записи-воспроизведения информации выше 1%, которое трудно было обеспечить при записи аналогового сигнала и наличии нестабильности скорости транспортировки носителя, потребовало перехода на кодово-импульсную модуляцию (КИМ) сигнала, при которой точность записи-воспроизведения информации не зависит от нестабильности линейной скорости носителя.

Создание ЗУ для записи КИМ-сигнала во многом способствовал разработанный в отделе новый лентопротяжный механизм, использующий для натяжения магнитной ленты предварительно заведенную стальную пружину.

Разработанный в 1959 году прибор первого поколения ЗКУ11К с успехом использовался в составе бортовой телеметрической системы РТС11К при пусках КА «Восток-1К». Прибор производил регистрацию параллельного 7-разрядного двоичного кода на магнитную ленту шириной 3/4 дюйма, осуществлял коммутацию датчиков в режиме запоминания и преобразовывал сигнал АИМ-КИМ.

Новые задачи встали перед разработчиками ЗКУ М для межпланетных автоматических станций «Венера» и «Марс» (1960 г.). Необходимо было воспроизводить сигнал с очень низкой частотой следования — до 4 дв. зн./с при сравнительно большой емкости памяти до $0,5 \cdot 10^6$ дв. зн. Для обеспечения превышения сигнала над помехой при весьма малой скорости считывания информации (менее 1 мм/с) была применена однокорректная запись сигнала на тонкую (0,013 мм) металлическую магнитную ленту.

Проведенные исследования в области считывания низкочастотных сигналов и повышения плотности записи информации позволили создать ЗУ 15П27 и 19П27, имеющие весьма малые вес, габариты и потребление. Подобные характеристики были получены после разработки новой потокочувствительной магнитной головки, которая обеспечивала надежную работу при скорости транспортировки носителя до 0,1 мм/с и уменьшение ширины и длины носителя. Приборы, разработанные в 1962 г., с успехом использовались на КА «Марс», «Венера», «Зонд», «Молния».

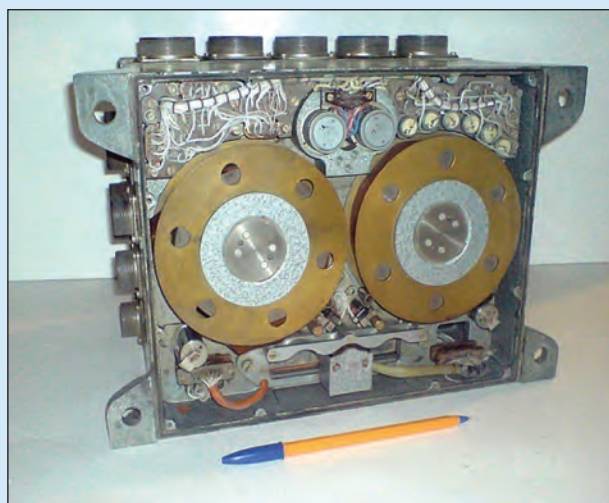
В 1961 г. на основе ряда оригинальных технических решений было разработано ЗКУ92 для работы на низкоорбитальных КА «Полет», «Наука», «Метеор» и многих других в течение длительного времени.

Другие группы приборов, относящиеся ко второму поколению, были созданы на основе базовой конструкции ЗУ91 – многорежимного прибора с емкостью памяти $50 \cdot 10^6$ дв.ед. Приборы успешно работали на КА Л-1, «Союз», «Салют» и многих других.

Для корабля ЛК был разработан прибор ЭА017/019, в котором скорость транспортирования магнитной ленты можно изменить в 5 раз. Для КА ЛОК и ряда других было разработано также многоскоростное ЗУ, ЭА024.

Дальнейшим шагом была разработка в 1969 г. ЗУ ЭА025, которое выпускалось серийно более 20 лет и использовалось на КА «Союз», «Прогресс», «Буран», и КА серии «Космос» и др.

В 1964-1965 годах для первой бортовой цифровой системы БР-93Ц было создано малогабаритное ЗУ Э122 с квазисинхронным воспроизведением информации с частотой следования 32000 дв. зн./с при емкости запоминания до $20 \cdot 10^6$ бит. Для уменьшения габаритов и веса прибора лентопротяжный механизм впервые был выполнен с соосным расположением кассет, натяжение ленты осуществлялось с помощью негаторной пружины, ширина ленты была выбрана 6,25 мм.



Запоминающее устройство ЗКУ92 (1961 г.)

Приборы Э137-1, Э137 М, ЭА016 являлись дальнейшим усовершенствованием прибора Э122. Они имели больше режимов работы, высокую надежность и выполнены с применением более совершенных узлов. Эти приборы применялись на КА «Сфера», «Молния-1 Г», «Прогноз», «Стрела».

Значительные трудности встретились при разработке ЗУ для лунных кораблей (ЛОК и ЛК). К этим устройствам предъявлялись повышенные требования по надежности, минимальному весу и потреблению энергии. Для этих и других применений в период с 1966 по 1970 год разработаны оригинальные старт-стопные малогабаритные ЗУ типов Э124, ЭА008, ЭА035, ЭА037. Старт-стопные устройства используются в тех случаях, когда необходим режим пакетной записи-воспроизведения информации. В таких приборах длительное время сохраняли метод записи на магнитную микропроволоку, намотанную на тонкий малоинерционный барабан, приводимый во вращение шаговым двигателем.



Старт-стопное ЗУ ЭА035 (1969 г.)

За период с 1960 по 1970 г. в Институте был разработан целый ряд статических ЗУ для систем астрокоррекции, синхронизации и гибкого программного управления – ВПТ-КДУ, ВПТ-М- ВП-АК, 15П126 15П21, Э129, Э130, ЭА010, ЭА038, Э125/126, ЭА040 и др. Преимущественно эти ЗУ были выполнены на ферритовых или пермалловых сердечниках и на элементах типа «Куб». Перечисленные приборы работали на всех КА типа «Марс», «Венера», «Молния», «Сфера» и др. Отличительной особенностью этих приборов являлась высокая точность и способность сохранять записанную информацию при выключении и включении источников электропитания.

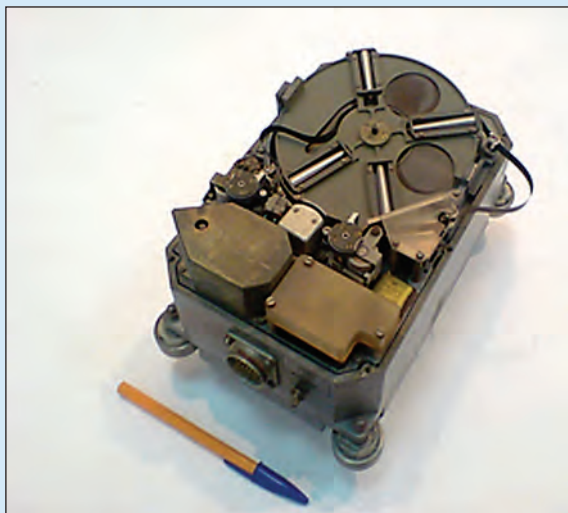
Больших успехов удалось добиться в области создания бортовых высокоинформативных ЗУ для космических телевизионных систем. Основным отличием таких ЗУ от приборов для телеметрических систем были повышенные требования к объему записи без увеличения габаритно-массовых характеристик, но при некотором уменьшении достоверности, а также обеспечение непрерывности и синхронности записи и воспроизведения в течение сеанса запоминания и передачи видеоданных.

В начальный период для телеметрических систем уже использовались цифровые методы, но плотность записи была невелика, а синхронность работы не обеспечивалась. Гораздо большую плотность в то время давала узкополосная аналоговая запись на магнитной ленте. Этот метод удалось реализовать на приборе, имевшем хорошие габаритно-массовые характеристики – ЭА002. Прибор стал базовым, неоднократно модифицировался и потом использовался во многих проектах под шифром ЭА062.

Впервые ЗУ ЭА002 было использовано на КА «Метеор-Природа» №1 и №2 (1974-1978 гг.). Это ЗУ обеспечивало непрерывную запись в течение 6 минут видеоинформации на магнитную ленту шириной 6,25 мм с четырех спектральных каналов сканирующего устройства малого разрешения ЭА033.

Отличительной особенностью ЗУ ЭА062 было то, что в нем использовался однокатушечный лентопротяжный механизм, в котором магнитная лента выводится из рулона с бобышки катушки и после прохождения ленты мимо блока магнитных головок записи и воспроизведения наматывается на наружный слой рулона ленты. Путем склейки концов рулона магнитной ленты он превращается в бесконечную петлю. В таких лентопротяжных устройствах магнитная лента перемещается в одном направлении и не требуется режима перемотки ленты, который необходим в двухкатушечных лентопротяжных механизмах. Существенно сокращались габариты и масса ЗУ. В однокатушечных лентопротяжных механизмах используется специальная конструкция катушки, обеспечивающая минимальное трение рулона о катушку, и «скользящая» магнитная лента с нанесенным специальным антифрикционным покрытием для уменьшения межвиткового трения ленты в рулоне.

Дальнейшим продолжением линейки аналоговых ЗУ стал прибор ЭА083 (1972 г.). Впервые он вошел в состав бортового радиотелевизионного комплекса (РТВК) который был использован на КА типа «Метеор-Природа» (4 КА), типа «Океан-Э» (2 КА) и «Океан-01» (8 КА). На последнем КА кроме записи информации от сканирующих устройств записывалась информация от радиолокатора бокового обзора, устанавливаемого на этих спутниках. ЗУ ЭА083 в составе РТВК применялся также на КА «Океан-О» («большой Океан») и на КА «Сич-1М».



ЗУ на магнитной ленте ЭА062 (1977 г.)

В связи с развитием космических систем ДЗЗ возникла задача значительного повышения объема памяти ЗУ и обеспечения процессов записи-воспроизведения информации без существенных потерь качественных характеристик воспроизводимой информации. Эта задача уже не могла быть решена при использовании методов аналоговой записи информации, поэтому было разработано ЗУ ЭА093, в котором видеоинформация записывалась в цифровом виде (1978-1980 гг.). Продольная плотность записи на магнитной ленте составляла 800 дв.ед./мм, а объем памя-



Первое дисковое ЗУ ЭА219 рядом со своим ленточным аналогом ЭА093 (2008 г.)

ти ЗУ 5,4 Гбит. Применение системы автоматического регулирования равномерности скорости движения магнитной ленты, как в режиме записи, так и в режиме воспроизведения обеспечило синхронную выдачу записанной информации, что позволило совмещать режим воспроизведения ЗУ с непосредственной передачей информации от датчиковой аппаратуры КА в цифровых системах передачи информации.

В этом ЗУ для повышения достоверности воспроизводимого сигнала было применено при записи избыточное групповое кодирование входной информации, которое позволяет исправлять одиночные ошибки и обнаруживать групповые ошибки, вызываемые, в основном, дефектами магнитной ленты, возникающими при ее производстве и эксплуатации. Скорость входной информации составляла 15,36 Мбит/с. На магнитной ленте записывалось 17 дорожек со скоростью 1,6 Мбит/с по каждой дорожке. При воспроизведении происходило декодирование сигнала и устранение возникающих в тракте записывоспроизведение ошибок. Введение такой избыточности обеспечивало вероятность ошибки на символ не хуже 10^{-5} .

Прибор ЭА093 АМ использовался для запоминания информации от сканирующих устройств в системе бортового информационного комплекса (БИК) КА «Ресурс-01» № 1, № 2 и № 3, а также в составе унифицированной бортовой информационной системы БИСУ-П на КА «Ресурс-01» № 4, на КА «Океан-О» и на модуле «Природа» пилотируемой космической станции «Мир».

Необходимо отметить, что для всех исполнений как бортовых, так и наземных ЗУ магнитные головки были разработаны силами института. Практически впервые в стране были исследованы, разработаны и освоены в производстве многоканальные блоки головок с пермаллоевыми и альфеноловыми сердечниками, потокочувствительные магнитомодуляционные головки.

Рекордсменом того времени (1991 г.) стало ЗУ ЭА100, предназначенное для записи больших потоков видеоинформации в перспективных для



Флэш-ЗУ ЭА247 (2008 г.)

того времени системах ДЗЗ. Его параметры: запись — 90 Мбит/с, воспроизведение — 45 Мбит/с. После него такого типа ЗУ более не разрабатывались с расчетом на серийное производство. Однако ЗУ предыдущих разработок в течение ряда лет изготавливались.

В последние годы от использования ЗУ на магнитной ленте был сделан переход на накопители на жестких магнитных дисках (НЖМД), применяемых в стандартной вычислительной технике, приспособив их для работы на борту КА. Это дало резкое улучшение всех характеристик ЗУ. Такого типа ЗУ (ЭА219) использовались на КА «Метеор-3М» в 2001 году в составе системы БИС-УП. Согласованная с радиолинией скорость записи и воспроизведения составила 15,36 Мбит/с. Впоследствии для повышения надежности НЖМД были заменены на «твердотельные» диски (ЭА242, 2009 г.).

К 2003 г. емкость электрически перепрограммируемых микросхем энерго-независимой памяти достигла приемлемых размеров и в Институте началась разработка ЗУ на микросхемах флэш-памяти. Созданное флэш-ЗУ ЭА247 имело емкость памяти — не менее 640 Гбит, скорость записи — не менее 2400 Мбит/с, скорость воспроизведения — 2 канала по 122,88 Мбит/с.

На базе прибора ЭА247 для системы БИС-М был создан прибор ЭА246. Данный прибор с сентября 2009 г. в непрерывном режиме успешно эксплуатируется в составе КА «Метеор-М» №1.

В настоящее время в Институте ведется разработка флэш-ЗУ нового поколения с емкостью памяти — не менее 4000 Гбит, скоростью записи — не менее 3000 Мбит/с и скоростью воспроизведения — не менее 1500 Мбит/с.

Необходимо отметить, что конструкторский потенциал, накопленный коллективом в предыдущие годы в области создания приборов точной механики и оптики, находит применение в перспективных приборах для КА типа «Метеор», «Обзор», «Электро-Л» и других разработках оптико-механических телевизионных устройств нового поколения (см. разделы).

19. АНТЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Антенны являются обязательной частью любой радиосистемы, определяющей такие важнейшие характеристики, как энергетика радиолинии и точность определения направления на кооперируемый объект. С этим связано большое разнообразие схем, конструкций и параметров антенн.

Институт за годы своего существования успешно разрабатывал почти все известные типы антенн: от ненаправленных до имеющих чрезвычайно узкие лучи:

- антенны, работающие в диапазонах длин волн от метрового до миллиметрового;

- антенны наземного, морского, воздушного и космического базирования; антенны, выдерживающие давление от нескольких десятков атмосфер до космического вакуума, способные излучать мощности в несколько сотен киловатт, обладающие сверхнизкой шумовой температурой.

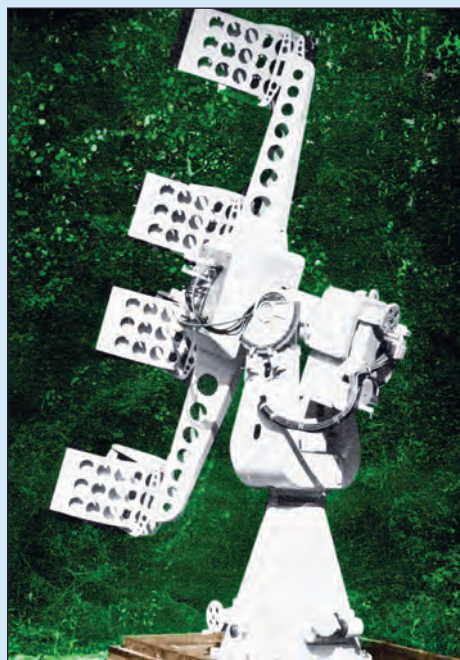
Разработчики Института не только решили множество фундаментальных проблем теории и практики разработки антенн. Они изучили большое число конструкций антенн и СВЧ-устройств и создали оригинальные методы экспериментального исследования

антенн и регулировки их характеристик, позволившие добиться радиотехнических характеристик антенн, не достигнутых на мировом уровне и в настоящее время. К таким методам, например, относится компенсационный метод измерения амплитудных и фазовых диаграмм направленности антенн.

История создания и внедрения антенн неразрывно связана с разработкой в Институте радиосистем различного назначения. На фотографиях показаны: типовая антенна трехсантиметрового диапазона радиоволн для первой системы радиуправления межконтинентальной баллистической ракетой (МБР) 8K71 и антенна фазового пеленгатора системы радио-



Антенна первой системы радиуправления межконтинентальной ракетой 8K71 (1960 г.)



Антенна фазового пеленгатора системы радиуправления межконтинентальной ракетой 8K75 (1961 г.)



Телеметрические антенны метрового (слева) и дециметрового (справа) диапазонов (1965, 1966 гг.)

метрическими антеннами для всей ракетно-космической отрасли. Был создан ряд наземных антенн (П-30, КТНА-200 и др.) для управления КА ближнего космоса, в том числе пилотируемых, и ряд корабельных антенн для командно-измерительно-телеметрического обеспечения полетов КА ближнего космоса.

Для систем радиоуправления КА дальнего космоса были созданы антенны АДУ-1000, П-400 и самая эффективная в мире многофункциональная антенна

П-2500. Формирование диаграммы направленности антенны П-2500 с помощью шести-позиционной поворотной зеркальной системы позволяет максимально эффективно реализовать работу одной и той же антенны при выполнении ею нескольких функций:

- обеспечение работы командно-измерительной системы в режиме приема/передачи в дециметровом диапазоне волн и режиме приема в сантиметровом;
- обеспечение работы командно-измерительной системы в сантиметровом диапазоне волн;
- радиолокацию планет в сантиметровом диапазоне волн при мощности излучения 200 кВт в режиме передачи и шумовой температуре антенны в режиме приема, равной 12К;
- обеспечение работы антенны в радиоастрономическом режиме на длинах волн 18 см, 1,35 см и 8 мм;



Антенна П-400П для управления межпланетными КА. Диаметр 32 м (1973 г.)



Антенна П-2500 в процессе монтажа (1975 г.)

- обеспечение работы антенны в международных диапазонах волн S и X.

Антенны П-2500 были установлены в Западном и Восточном центрах дальней космической связи, вблизи Евпатории и Уссурийска.

Для морского флота был разработан фазовый пеленгатор, установленный на кораблях «Маршал Неделин» и «Маршал Крылов».

В течение многих лет основным соисполнителем по большинству разрабатываемых в Институте антенн (в т.ч. П-2500 и всех корабельных антенн) было КБ средств механизации, г. Ленинград.

В период с 1997 г. по 2007 г. в Институте продолжалась работа по модернизации антенной системы для мобильных КИС, размещаемых на шасси грузового автомобиля. В таких системах применялась двухдиапазонная приемо-передающая антенна с



Антенна фазового пеленгатора системы «Зефир-А» (1984 г.)



Антенно-фидерная система ВА 416 для мобильной КИС (2005 г.)

ровкой обеспечивало вращение антенны по азимуту в диапазоне углов $\pm 270^\circ$ и по углу места от -5° до $+95^\circ$, было оснащено приводом развертывания из походного положения в боевое и устройством принудительной укладки кабельной петли при вращении по азимуту.

Кроме наземных антенных комплексов Институт в период с 1970 по 2007 гг. разработан и изготовлен целый ряд бортовых антенно-фидерных систем (АФС) различного назначения. Так в 1971 г. была изготовлена бортовая приемопередающая антенна межспутниковой системы передачи информации «Сапфир».

Антенна работала в трехсантиметровом диапазоне волн.

В том же году была сдана в эксплуатацию унифицированная бортовая антенна радиовысотомера и радиовертикали ВА 030. Антенна работала в трехсантиметровом диапазоне волн и предназначалась для космических станций. Формировала пять лучей: центральный для высотомера и четыре луча — для построения радиовертикали.

В 2005 г. закончена разработка антенны ВА 416 бортовой системы сбора и передачи данных (БССПД). Она предназначена для работы в составе малого



Бортовая антенно-фидерная система ВА 416 (технологический образец) (2005 г.)



Центр дальней космической связи, г. Евпатория.

космического аппарата, находящегося на круговой околоземной орбите высотой 500 км.

Электромеханический привод АФС имеет двуугломестную монтировку и обеспечивает поворот зеркальной антенны диаметром 300 мм вокруг каждой оси в диапазоне углов $\pm 75^\circ$ со скоростью до $10^\circ/\text{с}$. Передача СВЧ энергии от бортовой аппаратуры к антенне обеспечивается гибким кабельным трактом. АФС имеет облегченную конструкцию с общей массой порядка 3 кг.

Образцы бортовых антенн представлены в Техничко-историческом музее Института.

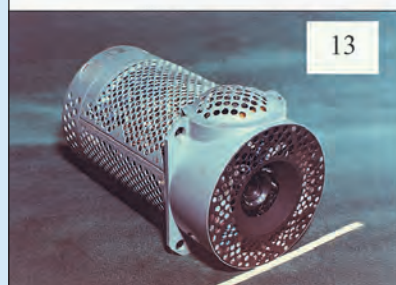
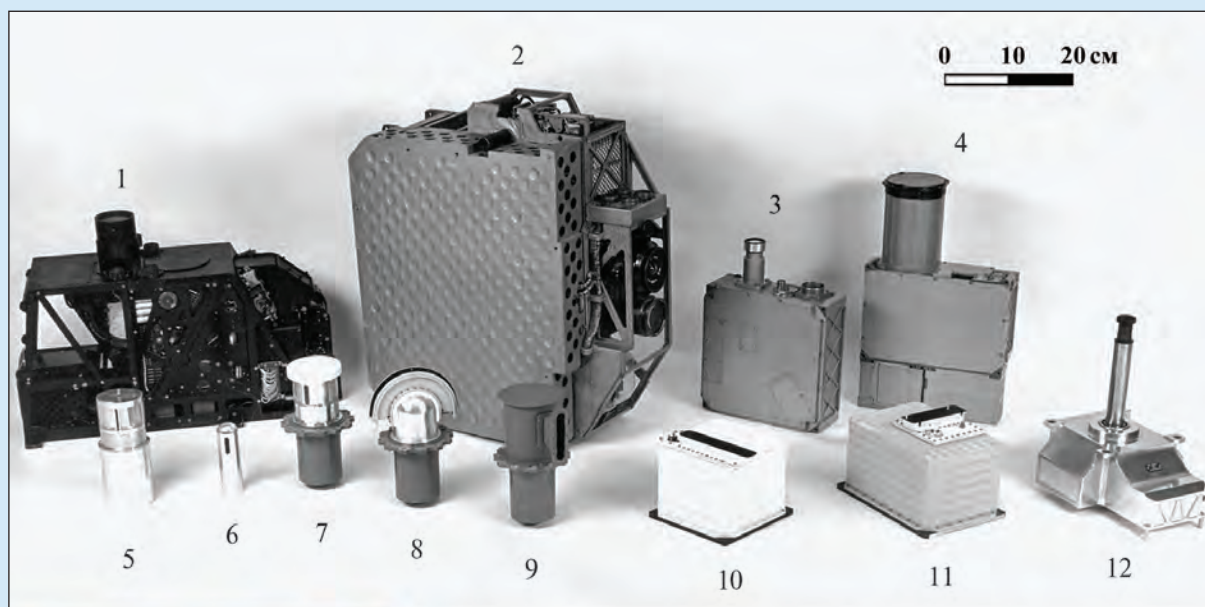
20. КОСМИЧЕСКИЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Дата рождения космического телевидения хорошо известна — это 7 октября 1959 г., когда советская автоматическая станция «Луна-3» впервые в мире сфотографировала невидимую обратную сторону Луны.

Уникальное фототелевизионное устройство (ФТУ) для этой станции было разработано в НИИ-380, г. Ленинград. СКБ-567, в то время еще не входившее в состав Института, проиграло конкурс на создание такого ФТУ, но продолжило работать в этом направлении.

В дальнейшем в самом Институте были созданы телевизионные устройства и системы собственной разработки, которые нашли широкое применение в космических исследованиях Луны и планет Солнечной системы, включая Землю. Институт, как многопрофильная радиотехническая организация системного плана, давал разработчикам большие возможности для получения, передачи, приема и обработки целевой телевизионной информации.

Был выполнен ряд разработок телевизионных устройств, обеспечивших многие приоритетные достижения отечественной науки в исследованиях Луны, Марса и Венеры, описанные в предыдущих разделах.



Телевизионные устройства, разработанные в период с 1959 по 1983 гг.

1 — ФТУ для первой съемки обратной стороны Луны (конкурс); 2 — ФТУ для КА «Марс-1»; 3 — ФТУ КА «Зонд-3»; 4 — ФТУ для КА «Марс-3, -4, -5»; 5,6 — экспериментальные панорамные камеры; 7,8,9 — панорамные камеры КА «Луна-9», «Луна-19» и «Марс-4, -5»; 10,11 — многозональные сканирующие устройства КА «Метеор-Природа», «Океан-О»; 12 — панорамная камера КА «Венера-13, -14»; 13 — камера для управления движением луноходов

Они стали возможными благодаря созданию в Институте научной и инженерно-конструкторской школы космического телевизионного приборостроения и оптоэлектроники, получившей мировое признание.

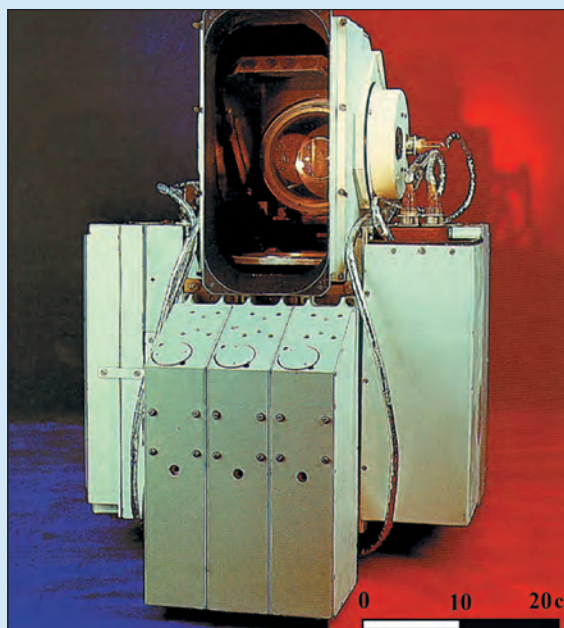
Для ФТУ, выполнивших съемку Луны и Марса, были разработаны уникальные химико-фотографические процессы и устройства для их реализации в бортовых условиях, включая способ химической (маломассовой) защиты фотопленки от космической радиации.

Среди работ данного направления следует отметить создание оптико-механических устройств формирования сигналов изображения, оптимальных по качеству и надежности для работы в космических условиях, обладающих высокой механической прочностью, расширенным диапазоном спектральной чувствительности и хорошими массогабаритными характеристиками.

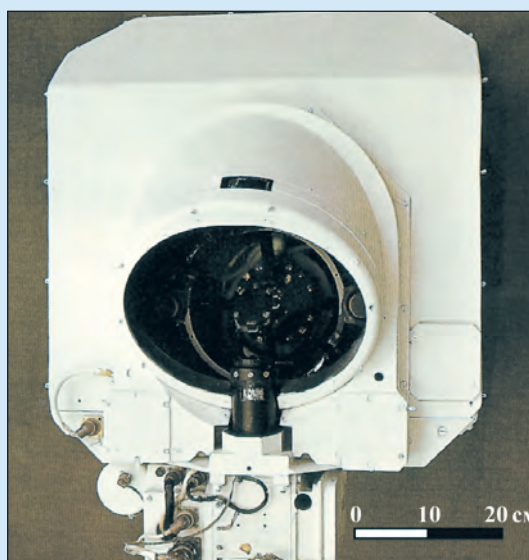
Примером является разработка панорамных камер для первых лунных посадочных аппаратов «Луна-9» и «Луна-13».

Для управления луноходами использовалась комбинированная телевизионная система, состоящая из оптико-механических панорамных камер для топографической съемки поверхности Луны и малокадровой адаптивной по скорости передачи, чисто электронной системы МКТВ, отличающейся оригинальными инженерными решениями и используемой для управления луноходом при его движении.

Большим успехом было создание панорамных телевизионных камер, работавших в экстремальных условиях на поверхности Венеры в составе спускаемых аппаратов (СА) станций «Венера-9, -10, -13, -14». Они



Трехканальное сканирующее устройство высокого разрешения на ПЗС (1980 г.)



Пятиканальное сканирующее устройство среднего разрешения (1980 г.)



Метрологический стенд для спектральной калибровки сканеров (1983 г.)

выдерживали ускорение в 400 g при вхождении в атмосферу Венеры. Несмотря на то, что камеры находились внутри герметичных отсеков СА, их отдельные элементы к концу активной работы СА (наибольшее время — 120 минут) нагревались до температуры 400°C. Получение цветных панорам с поверхности Венеры — до сих пор непревзойденное мировое достижение.

В период с 1959 по 1983 гг. в Институте были разработаны конструкции многих телевизионных устройств.

Разработками, выполненными для исследования Луны и планет, были заложены основы построения информационных комплексов для исследований из космоса природных ресурсов

и охраны окружающей среды, иначе называемых дистанционным зондированием Земли (ДЗЗ). Были созданы и впервые испытаны в космосе многозональные оптико-электронные сканирующие устройства на ПЗС-структурах. Разработаны многозональные устройства среднего разрешения, наилучшим образом подходящие для решения различных задач мониторинга суши и водных поверхностей, работавшие в видимом, ближнем и дальнем ИК-диапазоне. В них используется оригинальный метод наклонного зондирования с коническим законом сканирования, ранее предложенный в Институте. Такого класса приборы в мировой практике появились значительно позже.



Самолетный 24-канальный комплекс АГРОС (1994 г.)

Принципиальной особенностью всех телевизионных устройств (многозональных сканеров) для систем ДЗЗ, отличающей их от других средств наблюдения Земли в оптическом диапазоне, является высокая фотометрическая точность измерений световых потоков в спектральных каналах, достигающая до единиц процентов. Помимо высокого отно-

шения сигнал/шум, необходимого для реализации этих требований, должна быть обеспечена наземная и бортовая калибровка приборов и разработана система эталонированных средств и методов измерений. В Институте в течение многих лет для этих целей создавалась и поддерживалась необходимая метрологическая база.

Для наземной отработки приборов и методик наблюдений Луны и планет, и в особенности для систем ДЗЗ, были созданы экспериментальные самолетные комплексы. На базе самолета АН-2 — комплексы «Фотосканер-1,-2,-3,-4» (1973-1974 гг.)

для работы с геологическими и лесными службами, и 24-канальный комплекс АГРОС для самолета-лаборатории ТУ-134 СХ. В 2009 г. был запущен специализированный метеорологический КА «Метеор-М» №1 с шестиканальной сканирующей системой МСУ-МР. Это аппаратура нового поколения, обеспечивающая непрерывную глобальную съемку земной поверхности в шести спектральных диапазонах. Особенностью МСУ-МР является получение информации с высокой радиометрической точностью, соответствующей существующему мировому уровню.

В 2010-2013 гг. в Институте были продолжены работы по созданию бортовых комплексов ДЗЗ. Так в январе 2011 г. был запущен геостационарный КА «Электро-Л» №1, с десятиканальным сканирующим устройством МСУ-ГС, позволяющим осуществлять съемку полного диска Земли с интервалом 15-30 мин в видимой и тепловой областях спектра (три канала в видимой и семь в тепловой областях спектра). Устройство МСУ-ГС успешно функционирует на орбите уже более 2-х лет. Получаемая информация востребована как российскими, так и зарубежными потребителями.

Запуск КА «Метеор-М» №1 и «Электро-Л» №1 с устройствами МСУ-МР и МСУ-ГС позволил создать полноценную российскую гидрометеорологическую космическую систему, не уступающую



Сканирующая система МСУ-МР
(2008 г.)



Сканирующее устройство МСУ-ГС

щую по своим характеристикам аналогичным зарубежным системам. Планируется запуск второго КА «Метеор-М» №2 и второго КА «Электро-Л» №2. Дальнейшее развитие метеорологической группировки планируется с использованием этих же приборов, установленных на КА «Метеор-М» № 2-1, 2-2, «Электро-Л» №3 и «Арктика-М».

Однако, несмотря на достигнутые успехи в создании систем гидрометеорологического наблюдения, современная гидрометеорология требует значительно большего объема информации и, следовательно, дальнейшего каче-



Радиометр MSU-ИК-СРМ

ственного развития средств ее получения. В соответствии с Федеральной космической программой России на 2006-2015 годы в Институте продолжают опытно-конструкторские работы по созданию перспективных многозональных сканирующих устройств MSU-МР-МП и MSU-ГСМ для КА «Метеор-МП» и КА «Электро-М».

В 2016 г. планируется запуск КА «Канопус-В-ИК». Это второй космический аппарат, предназначенный для оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций. Для расширения круга решаемых задач в состав комплекса целевой аппаратуры КА включен радиометр среднего и дальнего инфракрасных диапазонов MSU-ИК-СРМ, обеспечивающий получение оперативной информации в полосе обзора 2000 км с средним пространственным разрешением 200 м. Радиометр позволяет обнаруживать высокотемпературные источники (очаги пожаров) площадью до 10 м² и обеспечивает межвитковое перекрытие на территории России и стран ближнего зарубежья.

В настоящее время в Институте продолжается работа по созданию первого в России сканера цветности океана MSU-О. Аппаратура MSU-О включена в состав измерительного комплекса КА «Метеор-М» №3 и планируется к запуску в 2016 г.



Сканирующая система MSU-О

21. ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

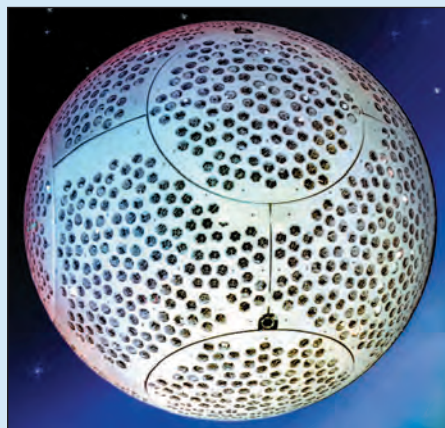
В 1962 г., всего через два года после создания первого в мире лазера, в Институте началась разработка информационно-измерительных систем оптического диапазона волн для ракетно-космической техники, основанных на применении лазеров. Наиболее успешно и интенсивно развивались работы по созданию высокоточных наземных и бортовых систем для измерений угловых координат и дальности.



Квантово-оптическая система (КОС)
на горе Майданак

Наземные системы создавались в первую очередь для обеспечения прецизионных траекторных измерений КА, запускаемых по лунной программе, а в дальнейшем — необходимых для спутниковых навигационно-геодезических комплексов ГЛОНАСС и др. С этой целью на борту соответствующих спутников устанавливались панели отражателей лазерного излучения (ретро-рефлекторов), а на территориях ряда наземных измерительных пунктов были построены системы для измерения дальности (расстояния) до этих отражателей с точностью до нескольких дециметров, впоследствии доведенной до единиц сантиметров. Одновременно обеспечивалась возможность измерения угловых координат высокоорбитальных и геостационарных КА по отражен-

ному солнечному излучению с погрешностью 1-2 угловые секунды и интенсивности отраженного излучения (фотометрия). Эти аппаратные комплексы, получившие название квантово-оптических систем (КОС), постепенно стали использоваться для решения прикладных и научно-исследовательских задач, в том числе проблем космической геодезии, геофизики и геодинамики.



Космический аппарат «Эталон»,
разработанный в Институте

Примером экспериментальных работ, успешно выполненных с помощью КОС еще на ранней стадии, могут служить проведенные в 1972 г. высокоточное определение местоположения самоходного аппарата «Луноход-2» на

поверхности Луны (лазерная пеленгация) и передача информации на трассе Земля-Луна на оптических частотах.

Для построения согласующей модели движения спутников глобальной космической навигационной системы ГЛОНАСС в 1989 г. на круговые орбиты высотой 19140 км были выведены два созданных в Институте специализированных спутника «Эталон-1» и «Эталон-2» сферической формы, на поверхности которых были установлены по 2140 лазерных ретрорефлекторов. Эти КА до сих пор интенсивно используются российскими и международными измерительными службами для проведения научных исследований.

Наряду с космическими аппаратами «Эталон» были созданы и выведены в космическое пространство спутники такого типа меньших размеров для работы на низких орбитах, а также панели лазерных отражателей для отечественных и зарубежных космических аппаратов, требующих прецизионных измерений параметров орбит (в частности, такие панели, разработанные и изготовленные в Институте, установлены на двух КА американской навигационно-геодезической системы GPS).

В течение 70-х и 80-х годов в Институте были созданы и приняты в эксплуатацию два поколения высокоточных бортовых лазерно-дальномерных систем для картографических целей. Эти системы обеспечивают измерение дальности с борта КА до точек земной поверхности с погрешностью, не превышающей единиц метров даже при сложном рельефе местности. Многолетняя эксплуатация этих систем в составе спутниковых топографических комплексов способствовала созданию высокоточных глобальных карт в единой системе координат.

Лазерная техника в Институте создавалась специализированным структурным подразделением, для которого было организовано отдельное оптическое производство. В 1986 г. в связи с расширением лазерной тематики данное направление было выделено в самостоятельное федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт прецизионного приборостроения» (ФГУП «НИИ ПП»), входившее до 1989 г. в состав НПО «Радиоприбор».



Бортовой лазерный дальномер
(80-е годы)

22. СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ И ГРУЗОВ

В 2004 г. в Институте был образован Научно-технический центр системного мониторинга и оперативного управления (НТЦ СМОУ). Центру было поручено обеспечить разработку и внедрение технологий, программно-технических средств и систем мониторинга опасных объектов и грузов, а также использование результатов космической деятельности для повышения социально-экономического развития регионов Российской Федерации.

В 2005 г. на правительственном уровне была одобрена концепция создания Федеральной системы мониторинга критически важных объектов и (или) потенциально опасных объектов инфраструктуры Российской Федерации и опасных грузов (ФСМ ОГ). В развитие концепции в 2007-2010 гг. Институт был разработан и создан головной участок отраслевой системы мониторинга критически важных объектов и опасных грузов Роскосмоса и реализован пилотный проект по созданию региональной системы мониторинга в Калужской области.

Целью создания указанных систем мониторинга является снижение до минимального уровня риска воздействия на объекты и грузы факторов террористического, техногенного и природного характера и минимизация ущерба от кризисных ситуаций для населения страны и окружающей среды.



Отраслевой центр системного мониторинга и оперативного управления Роскосмоса



а)

б)

в)

Комплект малогабаритной аппаратуры мониторинга перевозок опасных и ценных грузов железнодорожным транспортом

В системах предусмотрен непрерывный независимый контроль опасных производственных процессов, систем обеспечения жизнедеятельности и безопасности объектов с автоматической выдачей сигнала тревоги при нарастании угрозы аварии или чрезвычайной ситуации.

НТЦ СМОУ разработана автоматизированная система мониторинга перевозок опасных (ценных) грузов железнодорожным транспортом. В ней широко используются космические системы навигации ГЛОНАСС и GPS, системы связи и дистанционного зондирования Земли. Для экстренного оповещения об аварии при перевозках задействуется космическая система поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ.

Перевозка особо опасных (ценных) грузов Роскосмоса железнодорожным транспортом производится с охраной, размещаемой в вагоне сопровождения. В этом вагоне оборудуется подвижный пункт мониторинга (ППМ), взаимодействующий с отраслевым ЦСМОУ. По межвагонной радиосвязи в ППМ поступают данные о состоянии груза и условиях его транспортировки. В ППМ находится аппаратно-программный блок ГЛОНАСС/GPS/GSM и межвагонной связи (а), АРМ оператора (б), специализированный персональный радиомаяк КОСПАС-САРСАТ (в), абонентский терминал системы спутниковой связи «Гонец».

В 2010-2013 годах была продолжена работа по созданию отраслевой системы мониторинга критически важных и потенциально опасных объектов (КВО) и перевозок опасных грузов (ОГ) Роскосмоса (ОСМ КВО и ОГ). Работа проводилась в рамках Федеральной космической программы России на 2006-2015 гг. по ОКР «Регион-КТ».

Главным структурным элементом системы является отраслевой центр системного мониторинга и оперативного управления (ЦСМОУ). В отраслевом ЦСМОУ располагаются серверы и автоматизированные рабочие места



(АРМ) операторов (2 человека в смене) и экспертов. Имеется выносное АРМ в центральном информационном пункте Роскосмоса. По выделенному каналу связи отраслевой ЦСМОУ осуществляет взаимодействие с Национальным центром управления в кризисных ситуациях (НЦУКС) МЧС России.

В состав ОСМ КВО и ОГ входят автоматизированные системы мониторинга (АСМ) предприятий ракетно-космической промышленности, являющиеся критически важными, АСМ космодрома Байконур и автоматизированная система мониторинга перевозок опасных и ценных грузов Роскосмоса.

Источником первичной информации являются датчики (уровень 1). Показания датчиков с заданной частотой опроса поступают в объектовый ЦСМОУ АСМ КВО. На объектах ракетно-космической промышленности наиболее востребованными являются датчики газового контроля (токсичных компонентов ракетного топлива, метана, кислорода и т.п.), датчики контроля воздушной среды в «чистых» цехах (запыленности, влажности, температуры), датчики контроля состояния конструкций инженерных сооружений (смещений, наклона, колебаний и т.п.), датчики пожарной сигнализации, электроснабжения, теплоснабжения и другие. При создании АСМ на пред-



приятию, являющимся КВО, проводится его обследование, предусматривающее, в том числе, анализ существующей на нем датчиковой и преобразующей аппаратуры (ДПА) и оценку возможности их использования в создаваемой системе мониторинга.

На уровне 2 с помощью SCADA-систем в реальном времени информация с датчиков собирается, обрабатывается, анализируется, записывается в базу данных и отображается на мониторе (или средствах коллективного отображения). На уровне 3 осуществляется документирование и архивирование информации.

Для каждого КВО с прилегающими территориями заблаговременно формируются базовые пространственные данные, на которых наносятся специальные слои – наземные и подземные коммуникации, места установки датчиков, гидрантов и т.п. По пространственным данным строятся двух и трехмерные модели зданий и сооружений, планы территории предприятия и местности, которые используются для моделирования развития различных ситуаций (уровень 4).

Моделирование прогнозирования развития ЧС осуществляется посредством разработанного и установленного в объектовых ЦСМОУ моделирующего комплекса. Моделирующий комплекс для КВО включает модели ради-



ационного заражения, пожара, затопления, аварии АХОВ и другие модели, разработанные в соответствии с методическими указаниями МЧС России.

При обработке мониторинговой информации на КВО верхним является уровень информационной поддержки принятия решений (уровень 5).

Созданные технологии и аппаратно-программные средства мониторинга позволяют обеспечить оперативное (в реальном времени), объективное (в автоматическом режиме) доведение до должностных лиц предприятий и контролирующих органов информации об угрозе аварий (ЧС) на контролируемых объектах. В результате существенно снижается негативная роль человеческого фактора при возникновении ЧС.

Постановлением Правительства РФ от 18 апреля 2012 № 340 ОSM КВО включена в состав Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС в качестве функциональной подсистемы мониторинга критически важных объектов (организаций), находящихся в ведении или входящих в сферу деятельности Роскосмоса.

На ближайшие годы намечено создание полномасштабной отраслевой системы мониторинга критически важных объектов Роскосмоса, включая космодром «Восточный», совершенствование и широкое внедрение разработанных технологий и программно-технических средств мониторинга в различных регионах России, топливно-энергетическом комплексе страны и других отраслях.

23. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МОРСКИХ СУДОВ

Рост интенсивности мирового судоходства, появление высокоэффективных дорогостоящих судов, увеличение их размеров и скоростей определяют повышенные требования к обеспечению безопасности мореплавания. Одним из путей повышения безопасности мореплавания является широкое внедрение

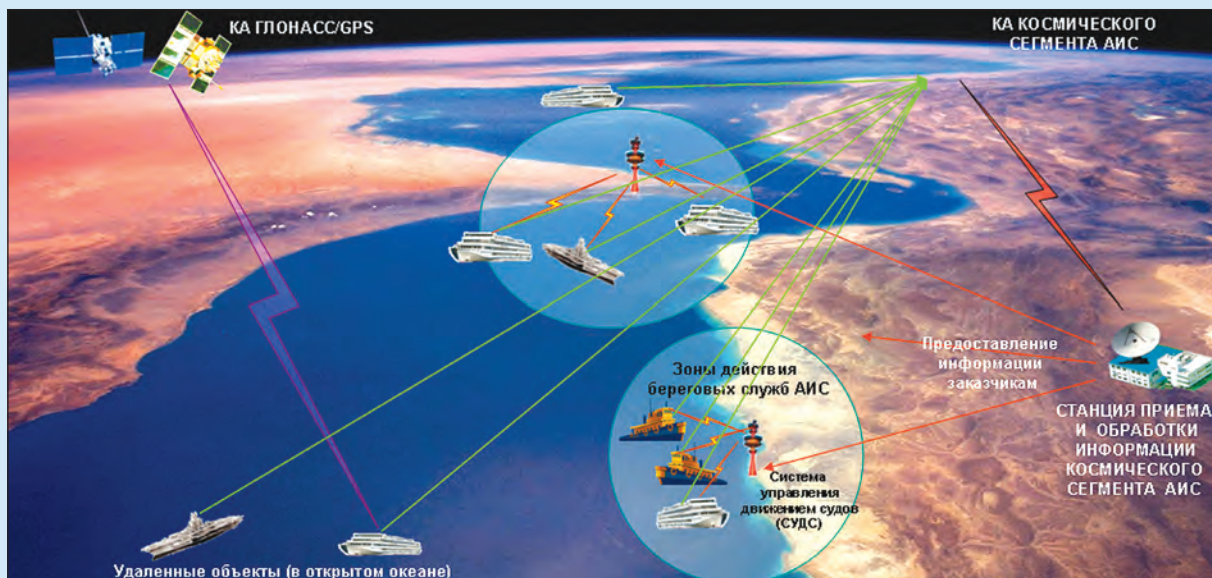
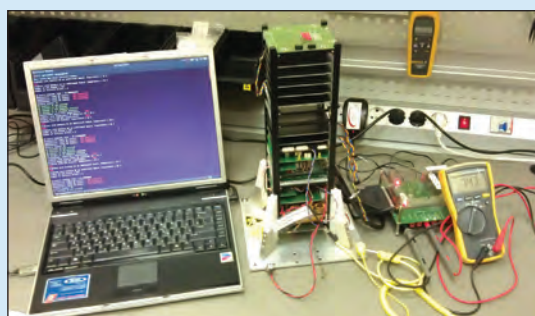


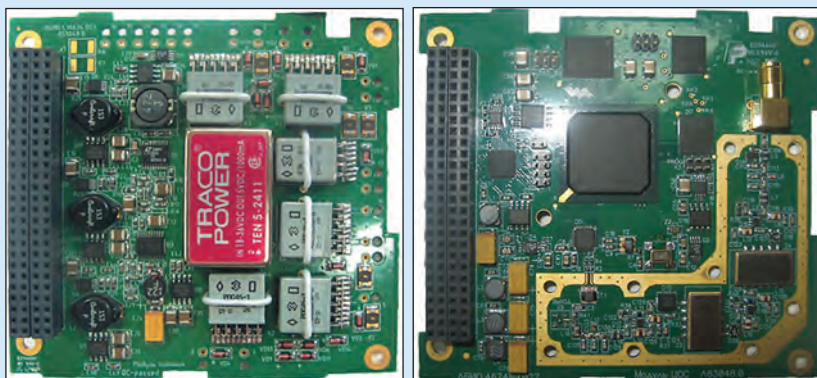
Схема функционирования АИС с применением космических средств.

автоматических систем, основанных на комплексном использовании средств связи, вычислительной техники и навигации. В результате объединения возможностей глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), систем



Опытный образец КА нанокласса со снятыми солнечными панелями и антенными системами

автоматической цифровой радиосвязи и систем электронной картографии появились реальные предпосылки внедрения принципиально новых информационных технологий и систем, позволяющих эффективно и оперативно решать вопросы управления движением судов, обмена информацией как между судами, так и между судами и берегом. Такие системы, получившие название АИС (автоматические идентификационные системы, Automatic Identification System – AIS), обеспечивают



Приемник сигналов АИС
БРК-Н АИС

автоматический обмен наиболее важными навигационными данными между судами и береговыми станциями в УКВ диапазоне морской подвижной службы и в значительной мере дополняют традиционные судовые навигационные комплексы на основе РЛС.

Сегодня АИС – это автоматическое приемопередающее устройство, работающее в УКВ диапазоне, способное осуществлять оперативный обмен данными между судами (идентификатор, координаты, курс, скорость и др.) и береговыми станциями. АИС позволяет обрабатывать свыше 4000 донесений в минуту и обновлять содержание сообщений каждые две секунды. Система использует технические средства самоорганизующегося множественного доступа с временным уплотнением, обеспечивая устойчивую и надежную работу при высокой скорости обмена данными и высокой плотности судов.

Создание космического сегмента системы мониторинга подвижных объектов (морских судов) автоматизированной идентификационной системы (АИС) базируется на основе уже развернутой и обязательной к использованию АИС, датчиками которой в соответствии с международными требованиями оборудованы все судоходные средства водоизмещением 300 т и более.

В 2009 году Комиссия по модернизации и технологическому развитию экономики Российской Федерации при Президенте Российской Федерации одобрила предложенный Институтом Проект № 24 «Создание системы мониторинга подвижных объектов». В 2011-2013 гг. был разработан бортовой радиокомплекс АИС (БРК АИС) для установки на КА «Ресурс-П» № 2, а также экспериментальный космический аппарат нанокласса (ЭН КА) с приемником АИС на борту (БРК-Н АИС).

Разработаны специализированные наземные станции приема и обработки информации от бортовой аппаратуры, алгоритмы обработки данных, создано специальное программное обеспечение станций.

КА «Ресурс-П» №2 с аппаратурой БРК АИС был запущен в 2014 г..

В дальнейшем предполагается развитие разработанной аппаратуры в нескольких направлениях: увеличение срока активного существования (САС), а также повышение процента декодированных сообщений АИС на борту КА за счет внедрения новых адаптивных алгоритмов обработки информации.

24. СИСТЕМЫ РАДИОМОНИТОРИНГА И СВЯЗИ

Получившие широкое развитие в последние годы методы цифровой обработки радиосигналов послужили основанием для формирования в 2002 г. в Институте специализированного направления по данной тематике применительно к бортовой и наземной аппаратуре ракетно-космического назначения. Основные задачи связаны с разработкой и программно-аппаратной реализацией на базе современных средств цифровой вычислительной техники:

- помехоустойчивых подвижных и фиксированных спутниковых систем связи (P-, L-, X-, K- частотные диапазоны);
- помехоустойчивых наземных комплексов связи, включая разработку и создание систем связи;
- совершенствования спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС.

Выполненные теоретические исследования в области создания методов помехоустойчивой передачи информации позволили разработать и реализовать ряд систем связи космического и наземного базирования с вероятностно-энергетическими характеристиками, близкими к предельным характеристикам, определяемым Шенноновской пропускной способностью каналов передачи со сложной помеховой обстановкой – наличие аддитивного теплового шума, наличие многолучевости, наличие класса организованных помех.

В Институте разработаны современные кодеки, реализованные средствами ПЛИС XC5VLX110-3 для помехоустойчивого низкоплотностного кода LDPC в составе международного формата CCSDS.

Разработаны приборы цифровой обработки сигналов (ЦОС) для КА, наземных станций и контрольно-проверочной аппаратуры, а также блоки-пульты для рабочих мест со следующими основными параметрами:

- высокая производительность и реконфигурируемость – использование перепрограммируемой логики – FPGA Xilinx Virtex4;
- большие объемы оперативной памяти: до 24 Гбайт DDR на блок, до 4 Гбайт DDR на плату, до 216 Мбайт SRAM на блок, до 36 Мбайт SRAM на плату;

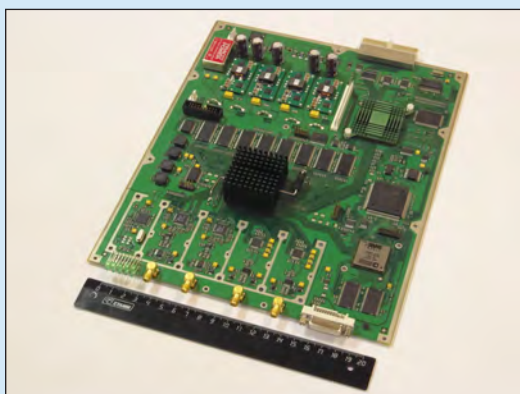


Базовый блок ЦОС

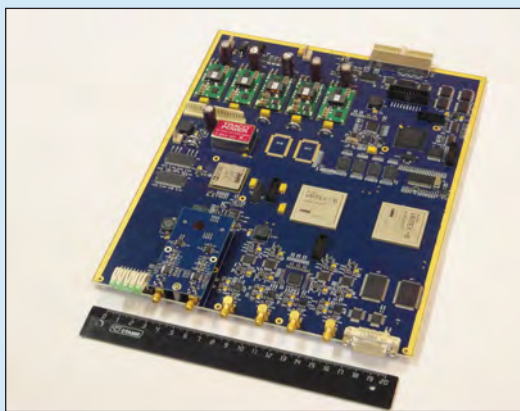
- большие объемы энергонезависимой памяти: до 16 Гбайт на блок, до 8 Гбайт на плату;
- высокая помехоустойчивость до 26 дБ методом фазовой манипуляции ШПС;
- высокие информационные скорости спутниковых каналов связи: до 544 Мбит/с на блок, до 136 Мбит/с на плату;
- формирование и обработка эффективных сигнально-кодовых конструкций, применение кодеков LDPC, CCSDS своей реализации;



Блок спутниковой системы
передачи данных



Блок ЦОС на основе ПЛИС Virtex 4



Блок ЦОС на основе ПЛИС Virtex 6

- в блоках реализовано резервирование критических узлов;
- специальные (МКО, SpaceWire), типовые (RS, SMA, LVDS, JTAG) интерфейсы, дополнительные интерфейсы для наземных блоков и рабочих мест USB, RS, Ethernet, PCI;
- конструкция блоков и компоненты удовлетворяют высоким требованиям ГОСТ.

За короткое время в Институте была создана аппаратура, обеспечивающая весь комплекс наземной экспериментальной обработки, в том числе КПА для бортовых приборов ЦОС. КПА обеспечивают полную автоматизацию процесса проведения испытаний бортовых приборов и комплексов в оперативно необходимое время. Линейка плат ЦОС дает возможность построения КПА с конфигурацией практически для любых задач испытаний аппаратуры.

Разработан комплекс программного обеспечения «Интерпретатор», осуществляющий интеграцию аппаратуры КПА в единый автоматизированный испытательный комплекс, обеспечивающий автоматическое проведение испытаний аппаратуры.

Продолжаются научные исследования в направлении совершенствования средств спутниковой связи и автоматизированных средств измерений сигналов:

- исследованы возможности и даны рекомендации по местопределиению несанкционированных пользователей спутниковых каналов, проведена экспериментальная отработка алгоритмов;
- разрабатываются новые способы подавления сигналов, мешающих местопределиению несанкционированных пользователей спутниковых каналов;
- модернизируется программное обеспечение бортовой аппаратуры КА ГЛОНАСС и КПА для нее.

25. МАЛОРАЗМЕРНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

Развитие микроэлектроники и общая техническая тенденция к миниатюризации приборов и систем стимулируют проведение работ по уменьшению размеров, массы и стоимости КА при сохранении их функций. Качественно новые возможности открываются при создании в перспективе космических группировок из большого количества малоразмерных КА.

Анализ указанных тенденций в развитии космической техники послужил основанием для того, чтобы Институт по согласованию с Роскосмосом взял на себя роль головного исполнителя ряда разработок малоразмерных КА (МКА). К ним можно отнести МКА «Монитор-Э» — экспериментальный КА (масса 750 кг) для дистанционного зондирования Земли, «Канопус» — КА для изучения магнитосферы Земли и прогноза землетрясений (масса 450 кг), «Стерх» (масса 160 кг) — специализированный КА для модернизации систем КОСПАС.

Для упомянутых КА Институт разрабатывал бортовые приборы и системы.

Переход к разработке малоразмерных КА требует создания новых технологий управления ими, новых комплектующих приборов и систем, проведения опережающих НИР и ускоренной экспериментальной отработки аппаратуры в реальных космических условиях.

Для этих целей в Институте в 2003 г. была принята программа создания КА собственной конструкции. Имеются в виду малоразмерные КА нанокласса массой до 10 кг. Как показал опыт, Институт имеет необходимый инженерный и технологический потенциал для проведения подобных работ.

Исторически первыми спутниками собственной разработки Института были пассивные КА «Эталон» (1989 г.) и другие, снабженные только лазерными отражателями.

Первый российский активный и ориентированный на решение профессиональных задач наноспутник был запущен «ручным» способом космонавтом



Технологический наноспутник ТНС-0 № 1, разработанный в Институте (2005 г.)

С. Шариповым с Международной космической станции (МКС) 28 марта 2005 г. Это был технологический наноспутник ТНС-0 №1 массой 5 кг, разработанный в Институте. Одной из целей запуска было исследование возможностей командно-программного управления спутниками с помощью глобальной телекоммуникационной системы ГЛОБАЛСТАР, сопряженной с интегрированной бортовой системой управления и с телеметрией собственной разработки. На спутнике в экспериментальных целях было также установлено несколько типов оптико-электронных датчиков (солнца и горизонта) собственной разработки Института. Всего на



Подготовка к ручному запуску ТНС-0 №1

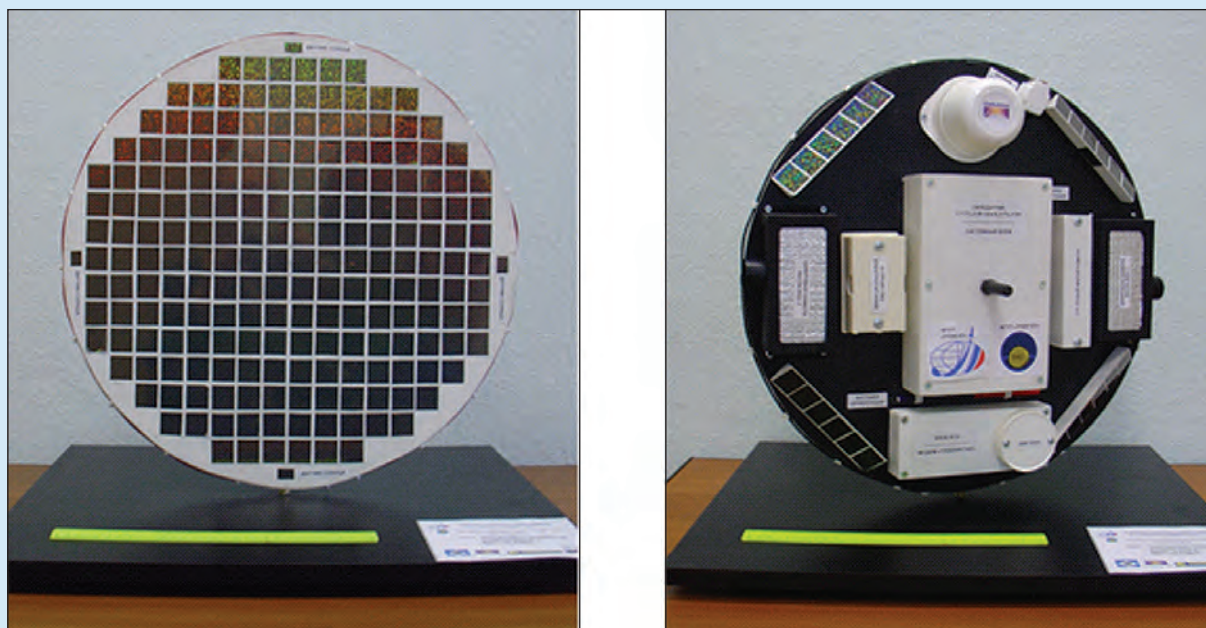


МКА «Стерх»
для системы КОСПАС-САРСАТ

наноспутнике было испытано 10 новых технологий и приборов.

Независимый контроль функционирования спутника осуществлялся радиомаяком системы КОСПАС-САРСАТ, адаптированным к работе в космических условиях.

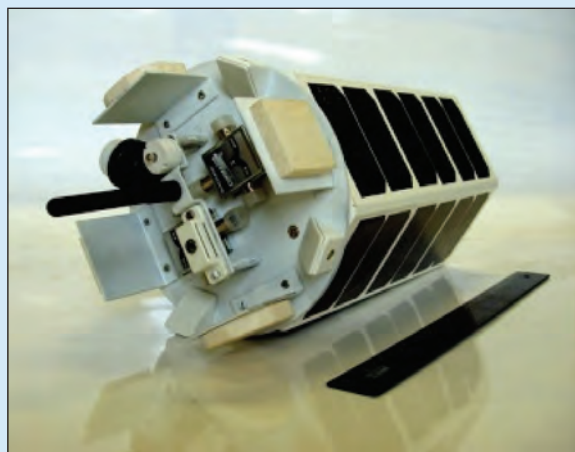
Система ГЛОБАЛСТАР позволила реализовать малозатратный однопунктовый метод управления спутником, в том числе и в мобильном варианте. ТНС-0 №1 выполнил программу летных испытаний, вызвал большой интерес у специали-



Макет ТНС-1 (2005 г.)

стов в области ракетно-космической техники и показал перспективность работ в данном направлении.

ТНС-0 №1 был создан сотрудниками Экспертно-аналитического центра по их инициативе, поддержанной руководством Института и его основными подразделениями. В его конструкции реализована прогрессивная концепция «спутник-прибор», перспективная для МКА. ТНС-0 №1 прошел все требуемые для промышленных изделий этапы проектирования и отработочных испытаний, обеспечивающие необходимый уровень надежности работы изделия.



Макет ТНС-0 № 2 (2010 г.)

ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева» и Центр подготовки космонавтов оказали активное содействие проведению этого эксперимента.

В последние годы работы по мало-размерным спутникам были продолжены.

Так в 2009 г. был успешно запущен МКА «Монитор-Э». В настоящее время аппарат обеспечивает потребителей информацией в экспериментальном режиме.



Экспериментальный космический аппарат нанокласса (ЭН КА) с приемником АИС 2011 г.

Два МКА «Стерх» были запущены в 2010 г. в качестве попутной полезной нагрузки с другими КА. Для МКА «Стерх» Институт разрабатывал бортовые и наземные системы управления и передачи данных. Летно-конструкторские испытания МКА «Стерх» прошли неудовлетворительно и работы по созданию МКА для системы КОСПАС возможно будут продолжены.

В 2013 г. был запущен МКА «Канопус».

Находится в производстве модернизированный вариант первого наноспутника ТНС-0 №2, на котором планируется провести испытание ряда новых узлов и приборов и усовершенствованный радиоканал передачи данных с использованием сети Интернет.

Не оставлена идея реализации другой, более ранней конструкции наноспутника (ТНС-1), специально предназначенного

для обеспечения многочисленных потребителей по беззапросному методу информацией дистанционного зондирования.

В 2010 г. в Институте создан центр перспективных космических информационных систем на базе малоразмерных КА, в задачи которого входит развитие данного направления.

26. НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ЗЕМЛИ



Здание НЦ ОМЗ

Создание систем и приборов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) – направление, активно развиваемое в Институте с начала 80-х годов прошлого века и до настоящего времени, было укреплено и расширено в результате организации в структуре Института Научного центра оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ).

Центр создан приказом Роскосмоса № 147 от 3 июня 1999 г. в качестве Оператора космической системы (КС) ДЗЗ и отраслевого информационного центра ДЗЗ Роскосмоса. Кроме того, в 2006 г. НЦ ОМЗ стал Центром единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) Роскосмоса, а в 2013 г. – Центром Роскосмоса по взаимодействию с МЧС России и Международной хартией по космосу и крупным катастрофам.

НЦ ОМЗ создавался как филиал ФГУП «Центр Программных Исследований» (позже переименован в «Центр Космических Наблюдений»). В его составе в декабре 2006 года НЦ ОМЗ был присоединен к Институту с сохранением своих функций и задач.

Основные задачи Оператора КС ДЗЗ – комплексное планирование и координация работ по эксплуатации и эффективному целевому применению КС ДЗЗ; прием, обработка, ведение архива данных ДЗЗ, обеспечение данными ДЗЗ и информационными продуктами, созданными на их основе, федеральных, региональных органов государственной власти и других заказчиков, а также зарубежных пользователей в рамках международных соглашений.

В настоящее время НЦ ОМЗ является единственным центром в России, обеспечивающим полный технологический цикл по эксплуатации российских КА ДЗЗ и орбитальной группировки КС ДЗЗ в целом, созданных в рамках Федеральной космической программы.

Функционирование единой технологии от получения заявки потребителей до выдачи информации (планирование космической съемки, прием информации, ее каталогизация, архивация, хранение, обработка и предоставление доступа к информации) обеспечивается современными техническими и про-



Антенные системы на территории НЦ ОМЗ

граммными средствами, включающими в себя 10 антенных комплексов (ПК-7, ПК-5, ПК-3,7, ПК-3,6, СПКИ-1, СПКИ-2, СКС, приема метеоинформации в г. Москве и ПК-3,6 в г. Железногорске с управлением из НЦ ОМЗ, привлекаемый ПК-9 центра приема ФГУП «ГКНПЦ имени М.В. Хруничева»), выделенные каналы связи с ЦУП, развернутую ЛВС, более 100 АРМ и 70 серверов, ленточные библиотеки, системы оперативного отображения.

Каждый узел единой технологии представляет собой уникальную современную разработку, позволяющую обеспечить высокую надежность и эффективность работы всего наземного комплекса приема, обработки и распространения информации (НКПОР) Роскосмоса, а также эксплуатацию российских космических систем ДЗЗ.

Комплекс целевого применения космических средств ДЗЗ (КЦП КС ДЗЗ). Предназначен для планирования выполнения целевых задач орбитальной группировкой КА ДЗЗ, аэросъемочными комплексами и средствами НКПОР.

КЦП КС ДЗЗ является составной частью НКПОР Оператора КС ДЗЗ и в настоящее время включает в себя более 30 АРМ, сервера и оперативные средства отображения и обеспечивает выполнение функциональных задач в круглосуточном оперативном режиме.

По состоянию на 2014 г. в состав КЦП ДЗЗ входят автоматизированные комплексы целевого планирования КА «Ресурс-ДК», «Метеор-3М» №1, «Канопус-В» №1, КК «Ресурс-П» №1, которые обеспечивают планирование целевого применения одноименных КА.

Для решения целевых задач орбитальной группировкой КА ДЗЗ, КЦП ДЗЗ обеспечивает взаимодействие с ведомственными и региональными центрами

Росгидромета, МЧС, а также республикой Беларусь (ППИ в городах: Красноярске, Хабаровске, Новосибирске, Обнинске, Владивостоке, Самаре, Улан-Удэ, Минске) и рядом зарубежных центров.

Центр приема и регистрации информации (ЦПР). Задачей Центра является обеспечение приема и регистрации космической информации ДЗЗ с российских и зарубежных КА, а также контроль функционирования бортовой целевой аппаратуры. ЦПР состоит из семи приемных комплексов (включая один приемопередающий) с антеннами, диаметром от 2.4 м до 7 м, позволяющими работать с любым из существующих в настоящее время КА в X и L частотном диапазоне, с левой и правой поляризацией сигнала, со скоростями передачи до 300 Мб/с и мощностью передатчика от 8 Вт. Также в состав ЦПР входят разработанные НЦ ОМЗ система управления приемными комплексами, средства визуализации принимаемой информации, средства регистрации и первичной обработки, средства управления приемными комплексами на удаленных ППИ, средства контроля функционирования радиолинии и бортовой целевой аппаратуры.

Разработанные центром приемные комплексы установлены в НЦ ОМЗ (г. Москва) и в Сибирском региональном центре Роскосмоса (Красноярский край, г. Железногорск). При этом в Сибирском РЦ приемный комплекс ПК-3 может управляться операторами НЦ ОМЗ в режиме удаленного доступа.

Центр обеспечивает обслуживание до десяти КА в круглосуточном режиме с резервированием приема информации. С учетом планируемого увеличения российской орбитальной группировки КА согласно Федеральной космической программе центр будет развиваться в направлении дооснащения новыми приемными комплексами, работающими в L, X и Ka диапазонах частот, а также ввода в действие дополнительных антенных площадок в Московской зоне и региональных центрах Роскосмоса. Это позволит существенно увеличить объемы приема информации с перспективных КА со скоростями до 2 Гб/с.

В настоящее время Центр осуществляет прием информации с российских КА: «Ресурс-ДК», «Ресурс-П» №1, «Метеор-М» №1, «Электро-Л» №1, «Канопус-В», БКА, МКС и зарубежных КА TERRA, AQUA, NOAA. В 2013 году проведено более 27 000 сеансов связи с указанными КА без потерь целевой информации.

Многофункциональный комплекс обработки информации (МКОИ). Комплекс является составной частью НКПОР Оператора КС ДЗЗ. В составе комплекса объединены средства первичной обработки, оценки качества, каталогизации и стандартной обработки всей информации, принимаемой в НЦ ОМЗ и на другие ППИ Роскосмоса. Комплекс включает в себя более 50 рабочих мест различного назначения. Технические и программно-аппаратные средства комплекса функционируют в круглосуточном режиме и обеспечивают обработку, оценку качества, каталогизацию, ввод в базу Геопортала Роскосмоса и

подготовку к передаче потребителям всех материалов съемки, полученных различной съемочной аппаратурой с различных КА ДЗЗ (как российских, так и иностранных).

Комплекс тематической обработки информации (КТОИ). В технологическом контуре Оператора российских КС ДЗЗ предназначен для решения научно-исследовательских и производственных задач в области тематической интерпретации первичных космических данных и создания на их основе геоинформационных продуктов различного социально-экономического назначения по заказам потребителей, а также сопутствующей просветительской и рекламной деятельности.

Комплекс телекоммуникационных средств Оператора (КТС-О). Обеспечивает обмен целевой и служебной информацией между технологическими комплексами НЦ ОМЗ и внутри самих комплексов. Также в задачи КТС-О входит обеспечение обмена служебной информацией между НЦ ОМЗ и Центрами управления полетами космических аппаратов.

Комплекс включает в себя средства локальной вычислительной сети НЦ ОМЗ, средства систем связи и передачи данных, систему единого времени, систему обмена данными с региональными центрами приема информации. Единая локальная вычислительная сеть (ЕЛВС-О), входящая в состав КТС-О, построена на основе современной оптоволоконной кабельной инфраструктуры. Пропускная способность кабельных линий связи составляет до 10 Гбит/с.

Комплекс обеспечения потребителей данными ДЗЗ (КОПД). Основными задачами комплекса являются прием и организация выполнения заявок на съемку, а также эффективное представление выходных информационных продуктов заказчикам. Особенностью комплекса являются инфраструктурная и аппаратно-программная интеграция технологий и элементов комплекса в единую технологию НЦ ОМЗ.

Комплекс включает в себя АРМ ввода заявок потребителей, статистического анализа и выработки приоритетов съемки, визуального контроля выходных продуктов, информационного обмена с потребителями (загрузки на сервер продукции ДЗЗ), средства коммуникации (почта, телефон, факс, электронная почта, Интернет и т.д.).

Комплекс архивирования и хранения информации (КАХИ). Комплекс обеспечивает ведение оперативного архива с возможностью загрузки изображений всех уровней обработки с сопроводительной информацией, а также ведение долговременного архива, позволяющего структурировано хранить архивные данные с использованием специальных ленточных библиотек.

Комплекс включает в себя сервера управления и оперативного хранения информации и модульную ленточную библиотеку долговременного хранения информации.

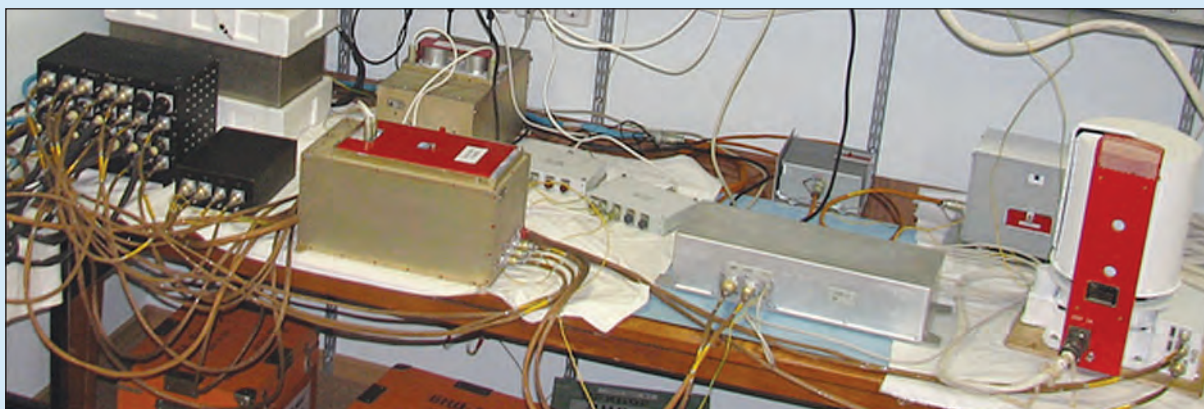
Единый комплекс программно-аппаратных средств формирования и ведения банка базовых продуктов межведомственного использования (ЕК ББП). В 2011–2013 гг. создан центральный сегмент ЕК ББП, размещенный в НЦ ОМЗ. В последующие годы планируется развернуть его региональные сегменты в центрах Роскосмоса и других ведомств, входящих в Единую территориально-распределенную информационную систему ДЗЗ (ЕТРИС ДЗЗ). Осуществляется информационная интеграция между Банком базовых продуктов, ведомственными и региональными информационными системами через Интернет.

Центральный банк геоинформационных данных (ЦБГД). Является основой Единого банка геоданных ЕТРИС ДЗЗ. Он создан на базе НЦ ОМЗ в 2010 г. ЦБГД – комплекс, разработанный ОАО «НИИ ТП». В состав Единого банка геоданных входят Центральный банк геоданных (ЦБГД) и создаваемые региональные банки в Западно-Сибирском и Дальневосточном региональных центрах приема и обработки данных.

Геопортал Роскосмоса – геоинформационный ресурс для доступа к единому банку космических снимков Федерального космического агентства России. Геопортал доступен в сети Интернет по адресу <http://gptl.ru>.

Ежедневно в Геопортал заносятся данные съемки с российских спутников «Ресурс-П» №1, «Ресурс-ДК1», «Канопус-В» №1 и «Метеор-М» №1. Также пользователи могут просмотреть оперативную информацию с КА «Электро-Л».

Система валидации ЦА КК ДЗЗ. Новое направление деятельности НЦ ОМЗ – создание системы валидационных подспутниковых наблюдений (СВПН) как составной части процесса целевого применения орбитальной группировки космических комплексов ДЗЗ. Система создается при участии профильных предприятий и организаций космической отрасли. Полномасштабное создание системы началось на базе НЦ ОМЗ только в 2010 г. Создание системы валидационных подспутниковых наблюдений планируется завершить в 2015 году.



Гелиогеофизический аппаратный комплекс ГГЭК-Э на испытаниях

Гелиогеофизические аппаратные комплексы. НЦ ОМЗ также разрабатывает бортовую аппаратуру — гелиогеофизические аппаратные комплексы (ГГАК), предназначенные для мониторинга геофизической обстановки в околоземном космическом пространстве («космической погоды»). Гелиогеофизический мониторинг околоземного космического пространства включает в себя контроль и диагностику солнечной активности, межпланетного магнитного поля, магнитосферы, ионосферы и верхней атмосферы Земли.

Комплекс ГГАК-М предназначен для эксплуатации на КА «Метеор-М». Комплекс успешно эксплуатируется с 2009 г. в составе КА «Метеор-М» №1. Начало эксплуатации второго комплекта комплекса в составе КА «Метеор-М» № 2 — 2014 г.

С 2011 г. комплекс ГГАК-Э успешно работает в составе КА «Электро-Л» № 1. Кроме того, модернизированные комплексы ГГАК планируется установить на перспективные КА: «Метеор-МП», «Арктика-М», «Электро-М».

Международная хартия по космосу и крупным катастрофам (Хартия). Хартия — международное неправительственное соглашение (2000 г.), заключенное космическими организациями и агентствами Европы, Америки и Азии, для обеспечения немедленного доступа к данным ДЗЗ со спутников членов Хартии для оценки и ликвидации последствий катастроф и стихийных бедствий организациями ГО и ЧС.

Хартия объединяет 15 передовых космических организаций и агентств, которые предоставляют данные ДЗЗ (архив и новая съемка) более чем с 40 спутников, 6 из которых радиолокационные, а остальные — оптические. Создан и успешно эксплуатируется Центр Роскосмоса по взаимодействию с Хартией и МЧС России. Для оперативного взаимодействия со структурами Хартии и с МЧС России в НЦ ОМЗ развернуты необходимые комплексы программно-аппаратных средств, которые интегрированы в технологический цикл НЦ ОМЗ. В круглосуточном режиме принимаются заявки на предоставление космической информации по районам ЧС как в России, так и за рубежом.

Присоединение Роскосмоса к Хартии позволяет значительно увеличить его возможности по предоставлению МЧС России космических данных. Поскольку в рамках Хартии информация предоставляется пострадавшей стороне на безвозмездной основе, это позволяет России экономить значительные бюджетные средства, ранее расходовавшиеся на закупку нужной информации у коммерческих операторов. Кроме того, участие Роскосмоса в деятельности Хартии способствует повышению международного авторитета.

27. ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АППАРАТУРЫ

Высокая стоимость космических проектов, практические трудности и специфика проведения работ в космосе предъявляют повышенные требования к надежности и долговечности приборов и комплексов космических аппаратов.

Радиотехническая аппаратура в Институте, как и любой вид техники, проходит ряд стадий и этапов своего создания и развития: проектирование, экспериментальная отработка, изготовление и эксплуатация. Насколько всесторонне учтены при проектировании и изготовлении опытных образцов условия эксплуатации с точки зрения обеспечения безотказности, долговечности радиотехнической системы (РТС), настолько выпускаемая система будет обладать высокой эксплуатационной надежностью.

По мере становления и развития Института, начиная с создания систем управления ракетами, запуска первого ИСЗ и полета Ю.А. Гагарина, сформировался комплекс мероприятий организационного, методического, теоретического и экспериментального характера, направленных на обнаружение и устранение причин, способных приводить к нарушению работы аппаратуры в процессе ее эксплуатации.

Обеспечение высокого уровня эксплуатационной надежности РТС осуществляется по следующим направлениям:

- применение высоконадежных комплектующих изделий и оптимизация режимов их работы;



Здание СИКа (2008 г.)

- правильный выбор схемотехнических, конструктивных и технологических решений, в том числе использование эффективных методов резервирования в сочетании с необходимыми запасами по климатическим, механическим, электрическим, радиационным воздействиям и по ресурсу;

- входной контроль элементов с использованием неразрушающих методов и средств технической диагностики;

- применение наиболее эффективных норм и методов испытаний при наземной отработке изделий;

- совершенствование нормативно-технической документации;

- авторский надзор за производством и эксплуатацией аппаратуры и комплексов по документации главного конструктора.

Первые КА имели гарантийный ресурс, равный одному году. Сейчас требуется аппаратура со сроками активного существования (САС) 10 и более лет. Чтобы решить эту проблему, необходимо резко повысить эффективность всех указанных направлений. С этой целью на рубеже 80-х годов в Институте был построен и введен в эксплуатацию 10-этажный стендово-испытательный корпус (СИК) с полезной площадью 10000 м², оснащаемый современной испытательной техникой. В этом корпусе размещен Научно-производственный центр по проведению испытаний приборов, комплексов, систем и изделий внутреннего изготовления при наземной отработке космической аппаратуры, а также Научный центр сертификации элементов и оборудования (НЦ СЭО), в котором перед установкой в аппаратуру подвергаются специальным испытаниям все комплектующие изделия.

Особое место в решении проблемы качества и надежности РТС занимает представительство заказчика. Традиционно представители заказчика активно сотрудничают с разработчиками Института на всех этапах создания аппаратуры, выполняя не только функции контроля. Нередко они участвуют в принятии технических решений.

История Института полна примеров, подтверждающих правильность концептуального подхода при обеспечении надежности РТС.

Так, созданный к Олимпийским играм 1980 г. космический ретранслятор «Горизонт» проработал на орбите более 12 лет при гарантированном ресурсе 3 года!

В 1985 г. радиотехническая система, находившаяся на аэростатном зонде в атмосфере Венеры, работала безотказно в экстремальных условиях, имея на борту всего один нерезервированный комплект аппаратуры, разработанный и изготовленный по специальной программе обеспечения надежности.

В последующие годы получило развитие международное сотрудничество Института. 19 января 2001 г. после завершения проекта TACIS-Telrus-9801 на территории Института в присутствии представителей высшей администрации Евросоюза и Роскосмоса был открыт Информационный учебный центр Роскосмоса.



Информационный обучающий центр TACIS

Впервые появилась возможность гармонизации основополагающих стандартов российской и западноевропейской космической индустрии, был достигнут прогресс в создании взаимоприемлемых программ сертификационных испытаний электронной компонентной базы (ЭКБ) космического назначения. Это стало принципиально важным шагом для выхода России на мировой космический рынок.

В дальнейшем в развитии базовой концепции использования импортной высокотехнологичной ЭКБ для проектов Роскосмоса были разработаны и утверждены десять основополагающих стандартов ЕСА-Роскосмос. Создан центр отраслевой профессиональной подготовки, в котором прошли переподготовку и повысили квалификацию 150 специалистов Российского космического агентства. Разработаны современные учебные пособия с ориентацией на последние достижения мировой космической индустрии в области ЭКБ. В рамках функционирования информационного обучающего центра (ИОЦ) создан информационный интерфейс, интегрирующий маркетинговые, контрактные и сертификационные процессы на основе опыта, полученного совместно с европейскими партнерами. Ежегодно Институтом проводится расширенная международная конференция «Электронная компонентная база космических систем».

В течение 2010-2014 гг. служба надежности Института расширила взаимодействие с ведущими организациями и предприятиями Роскосмоса, Росатома. Сотрудники службы активно защищали разработанные методики и концепции в Межведомственном Совете Главных Конструкторов по ЭКБ, в ЦНИИмаш – Объединенном совете по сертификации космической техники, ежегодных научных конференциях.

В Институте впервые в РФ была разработана теория и методические основы, подходы и принцип создания, развития и целевого использования инновационных микросхем в корпусе как основы приборного оснащения систем КА, отличающихся повышенной надежностью ($\lambda=10^{-9}$ отк/час) и длительностью срока активного существования (САС) 15-20 лет. Эта прогрессивная технология позволяет снизить массогабаритные характеристики изделия, его энергопотребление, повысить функциональность на единицу объема, сократить цикл «разработка-выпуск» новых КА. В 2011 г. результаты проведенных исследований были одобрены на коллегии Минэкономразвития и вошли в проект «Сколково».

С введением экономических санкций в отношении России резко сократилась поставка импортной высокотехнологичной ЭКБ. В этой связи в Институте была развернута работа по импортозамещению электронных компонентов.

28. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

С середины 1946 г. в Институте начали создаваться отраслевые подразделения. Одним из таких подразделений являлась лаборатория испытаний (впоследствии научно-испытательный отдел, испытательный центр). Обеспечение высокого уровня эксплуатационной надежности радиотехнических средств осуществляется, в том числе, применением наиболее эффективных норм и методов испытаний при наземной обработке изделий в сочетании с необходимыми запасами по климатическим, механическим и иным видам внешних воздействий. Эта задача и была возложена на новое подразделение.

Со второй половины 1946 г. по октябрь 1948 г. был период организации испытательной базы института, проведения испытаний электроэлементов, узлов и отдельных приборов.

В связи с возросшими задачами по проведению испытаний изделий, разрабатываемых институтом и изготовляемых на его опытном заводе, руководством института было принято решение о создании научно-испытательного отдела, который был создан в октябре 1948 г.

В период 1949-1950 гг. коллектив отдела проводит типовые испытания электроэлементов, узлов, макетов и отдельных приборов на соответствие техническим условиям (ТУ); приемо-сдаточные испытания (ПСИ) приборов. Для проведения испытаний было закуплено современное по тем временам импортное оборудование, с помощью которого можно было бы создавать режимы, имитирующие натурные условия эксплуатации приборов. Часть оборудования была разработана и изготовлена в Институте.

С ростом требований к разрабатываемой аппаратуре повышались требования к испытательному оборудованию. Оснащению отдела специальным оборудованием постоянно уделялось большое внимание со стороны руководства отдела и института.

В период 1950-1955 гг. значительно выросли задачи отдела. Кроме текущих испытаний, ему была поручена разработка программы испытаний по методике, имитирующей естественное хранение изделий в складских и полевых условиях и их транспортировку. Эта исследовательская работа была закончена в 1953 году, а к 1954 году она была утверждена двумя министерствами и нашла широкое применение при испытании электроэлементов и приборов.

С развертыванием работ в институте в 1955-1965 гг. перед научно-испытательным отделом были поставлены новые задачи в области испытаний, а именно:

- разработка методики ускоренного старения аппаратуры;
- лабораторно-отрабочные испытания макетов и приборов;

- конструкторские испытания электроэлементов;
- периодические испытания приборов и электроэлементов;
- испытание полупроводниковых приборов по частным программам и инструкциям.

В связи с испытанием полупроводников перед отделом встала сложная задача в области оснащения рабочих мест специальным оборудованием и отработки методики испытаний.

В период 1965-1971 гг. были повышены требования к надежности разрабатываемых институтом приборов и систем, встал вопрос отработки аппаратуры в наземных условиях. Перед испытательным отделом были поставлены более сложные задачи, а именно:

- проведение конструкторско-отрабочных испытаний (КОИ) приборов и систем;
- отработка методик по испытанию изделий по заданиям отдела надежности института;



Участок климатических испытаний

- исследование воздействия различных сред на изделия, покрытые различными лаками.

С 1986 г. испытательный центр находится в стендово-испытательном корпусе (СИК) и занимает площадь 5500 м². Центр располагает современной испытательной базой.

Квалифицированный персонал центра имеет большой опыт в проведении не только отдельных видов воздействий (климатические, механические, вакуумные), но и больших программ испытаний, таких как комплексы отработочных испытаний, приемосдаточные испытания систем и комплексов, периодические и типовые испытания продукции внутреннего изготовления.

Для решения возложенных задач, центр имеет следующие внутренние подразделения:

- *отдел формирования внешних воздействий на испытываемые изделия и системы* обеспечивает формирование



Участок механических испытаний

внешних воздействующих факторов при проведении испытаний на климатические, механические, термовакуумные воздействия и контроль герметичности корпусов приборов. Испытания на механические воздействия включают в себя следующие испытания: вибрацию, ударные нагрузки, линейные ускорения и имитацию транспортных нагрузок.

Климатическое оборудование, вибростенды, вакуумное и термовакуумное оборудование находится в рабочем состоянии и обеспечивает проведение всех требуемых нагрузок;

- *отдел проведения прямо-сдаточных испытаний комплексов и систем внутреннего изготовления* обеспечивает испытания систем ретрансляции, командно-измерительных, навигационных, информационно-телеметрических и иных систем для космических аппаратов различного назначения, в том числе связных, навигационных, метеорологических, а также исследования природных ресурсов Земли и дальнего космоса.

Испытания проводятся в крайних точках расчетного интервала температур с использованием контрольно-проверочной аппаратуры, которая разрабатывается и изготавливается организацией индивидуально для каждой из бортовых систем.

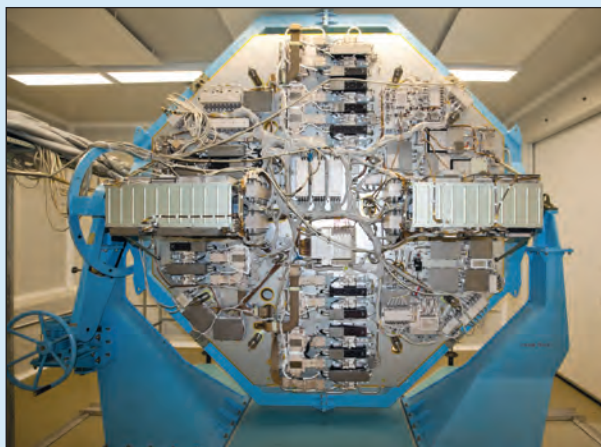
Целью проведения испытаний является подтверждение соответствия параметров системы данным технических условий, а также качества и надежности изготавливаемых систем;

- *отдел проведения комплекса отработочных испытаний приборов и систем, типовых испытаний, периодических испытаний изделий внутреннего изготовления* обеспечивает:

- проведение комплекса отработочных испытаний бортовых приборов и систем с целью выявления несоответствия изделия или его комплектующих требованиям технической документации, а также недоработки в конструкторской, технологической или иной документации, относящейся к испытываемому изделию;

- проведение периодических испытаний с целью подтверждения стабильности технологического процесса изготовления аппаратуры;

- проведение типовых испытаний с целью подтверждения правильности выбора конструктивных решений.



Бортовой радиокomплекс на испытаниях

Испытания приборов и систем проводятся в условиях, имитирующих внешние воздействия реальных условий эксплуатации, с применением климатических и вакуумных камер, ударных стендов, стендов по линейным ускорениям, синусоидальной и случайной широкополосной вибрации по частным и общим программам испытаний.

Реконструкция производственных площадей и техническое перевооружение испытательной базы центра в основном началось с 2005 года для испытаний разрабатываемых комплексов аппаратуры «Цитрон» и «Цитадель» для космических аппаратов «Меридиан» и «Глобус». При реконструкции были созданы «чистые» помещения и введены в эксплуатацию уникальные климатические камеры объемом 180 м³.

За период с 2005 года по настоящее время проведена реконструкция на 2600,0 м² производственных площадей с заменой физически изношенного и морально устаревшего испытательного оборудования на современное для проведения испытаний на климатические и механические воздействия.

Завершение работ по реконструкции и техническому перевооружению испытательного центра запланированы на период до 2016 года включительно. Задачами реконструкции являются:

- дальнейшее повышение надежности выпускаемой аппаратуры со сроком активного существования до 20 лет, благодаря использованию современного испытательного оборудования и соответствующих режимов испытаний;

- расширение диапазона испытаний за счет применения новых видов испытательного оборудования;

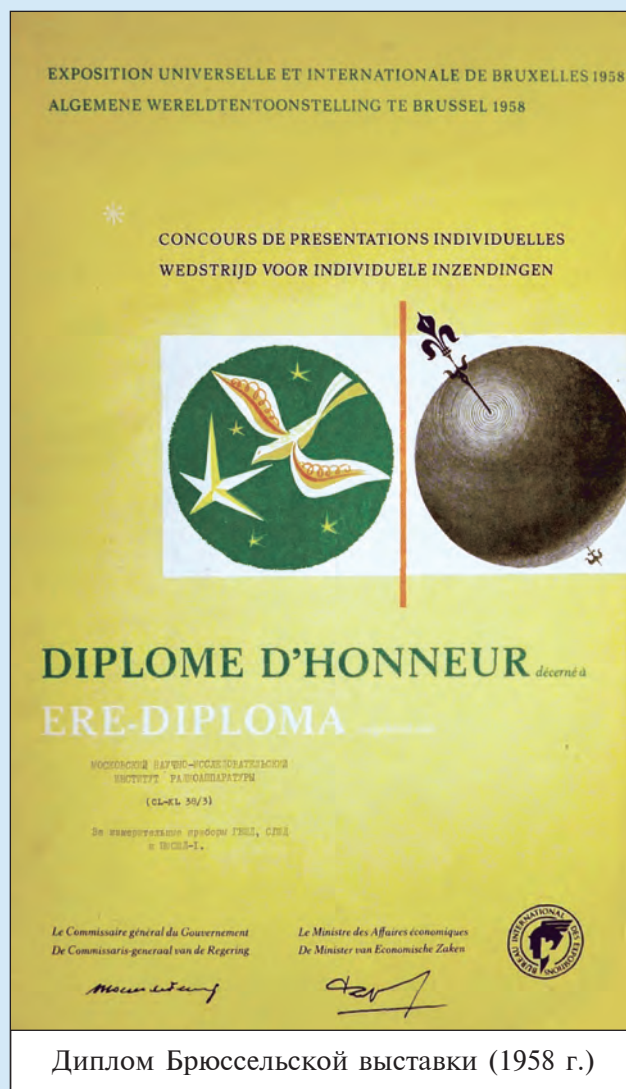
- сокращение сроков проведения испытаний при проведении наземной отработки приборов и приемо-сдаточных испытаний с сохранением высокого качества и надежности.

В настоящее время Испытательный центр завершает процедуру аккредитации в Федеральной системе сертификации космической техники в качестве испытательного центра.

29. НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СЕРТИФИКАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

На всех этапах развития ракетно-космической техники воплощение в жизнь космических проектов во многом зависело от возможностей электронной компонентной базы (ЭКБ). Чем сложнее становились радиотехнические комплексы, тем труднее было обеспечить качество и надежность аппаратуры. От ЭКБ электровакуумной техники Институт перешел на полупроводниковую электронику, а затем одним из первых в нашей стране стал широко применять интегральные схемы (ИС), переходя от простейших триггеров в конце 60-х годов прошлого столетия к схемам памяти, микропроцессорам и программируемым логическим матрицам в начале 80-х годов.

Рождению научного центра сертификации элементов и оборудования (НЦ СЭО) предшествовала многолетняя история, начавшаяся практически со времен возникновения Института. В 1949 г. в Институте был создан отдел измерительной техники. Силами сотрудников этого отдела был разработан уникальный комплекс приборов для всестороннего исследования характеристик кварцевых резонаторов и генераторов на низких, средних и высоких частотах АРХКН, АРХИС, АРХИВ. На Брюссельскую выставку 1958 г. были направлены уникальные приборы для СВЧ-измерений: гетеродинный волномер широкого диапазона ГВШД и широкодиапазонный сигнал-генератор СГШД, которые были удостоены диплома этой выставки. Впервые в Союзе были разработаны и внедрены для контроля характеристик космических приборов скоростной осциллограф СО-2 на бегущей волне, генератор коротких наносекундных импульсов ГКН на лампах с вторичной эмиссией, измеритель малых вре-





Тестер ИС ДК675 (2001 г.)

менных флюктуаций ИМВФ с разрешающей способностью 0,1 нс.

Отдел измерительной техники первым создал для входного контроля ЭКБ на предприятиях отрасли автоматизированные тестеры для измерения параметров маломощных транзисторов (ИПТМ), тестеры для измерения параметров транзисторов большой мощности (ИПТБ), импульсный характериограф полупроводниковых приборов (ИХТ).

Когда начался переход от аналоговой техники к цифровой, отдел измерительной техники Института создал первые в отрасли цифровые вольтметры и частотомеры.

С середины 70-х годов Институт стал головной организацией в отрасли и общепризнанным лидером в СССР по применению новейшей отечественной элементной базы. Институт финансиро-

вал почти все разработки аналоговых и микромощных ИС в стране.

Электронная промышленность была не в состоянии обеспечить необходимый контроль соответствующих параметров даже в объемах действующих технических условий, не говоря уже о проведении дополнительных прогнозирующих испытаний.

В Институте вовремя оценили возникшую проблему. Уже при совместной с НИИ «Пульсар» разработке первых отечественных интегральных схем (1964-1966 гг.) Институт подключился к созданию тестерной аппаратуры.

Успешное развитие этих работ в середине 70-х годов организационно оформилось в специализированное подразделение, основной задачей которого была разработка методов и средств прогнозирующего контроля ЭКБ и соответствующей аппаратуры для входного контроля на заводе «Радиоприбор».

Были созданы первые отечественные тестеры для контроля статистических и динамических параметров цифровых микросхем ИРМА-С, ИРМА-Д, измеритель временных задержек ИПВП, тестеры линейных ИС ДК500, ЛИТ. В 1979 г. был разработан и внедрен в эксплуатацию на многих предприятиях отрасли автоматизированный тестер, реализующий принцип «программируемой электроники на каждый вывод» (pin electronics) ДК675, который до настоящего времени используется у нас и за рубежом при построении тестер-

ных систем. Все тестерные системы для ИС, разработанные Институтом, были в соответствии с планами централизованного изготовления внедрены на участках входного контроля предприятий Минобщемаша. Они демонстрировались на ВДНХ, представлялись на различные конкурсы, ряд из них был удостоен золотых медалей ВДНХ, некоторые были удостоены премий им. Академика Н.И. Вавилова.

По мере роста требований к качеству и надежности комплектующих изделий, особенно полупроводниковых приборов и ИС, появилась необходимость в разработке методов и средств нетривиального тестирования этих изделий с применением методов диагностического неразрушающего контроля (ДНК). Были созданы стохастический тестер ОЗУ, комплекс автоматизированных m-метров (ИУ 035, ИУ 069), прибор контроля потактных и побитных токов ИМОП ИС (ДК524). Они позволили выявлять скрытые дефекты в ИС и полупроводниковых приборах.

В 1983 г. была создана уникальная, первая в Союзе двухуровневая автоматизированная система контроля элементных средств АСКЭС, позволившая охватить всесторонним тестированием комплектующие элементы, начиная от резисторов и конденсаторов и кончая сложными ИС. За создание АСКЭС коллектив разработчиков был удостоен премии Совета Министров СССР.

В рамках перевооружения предприятий отрасли Институтом было разработано и внедрено более 800 приборов-тестеров. В результате в 1985 г. возврат приборов от заказчика по причине дефектной ЭКБ удалось снизить втрое.

В период перестройки экономики в стране (1989-2005 гг.) в результате сокращения производства в отечественной электронной промышленности Институт почти полностью перешел на зарубежную элементную базу индустриального уровня качества, которая закупалась собственным Центром закупок комплектующих изделий и материалов. В связи с этим резко возросли требования к эффективности входного контроля ЭКБ. Потребовалось расширить и качественно изменить его функции, что привело к созданию принципиально новой организационной структуры — Научного центра сертификации элементов и оборудования (НЦ СЭО), который является специализированной организацией Роскосмоса по отбраковке и сертификации отечественной и зарубежной элементной базы для космического приборостроения.

Создание и успешное функционирование НЦ СЭО (за год Центр проверяет до 1млн ЭРИ) стало возможным, благодаря тому, что удалось сохранить интеллектуальный потенциал (высококвалифицированные кадры) и разработанную в предыдущие годы систему входного диагностического контроля (оригинальные методики и уникальная контрольно-измерительная аппаратура собственной разработки).

Однако с применением зарубежных комплектующих возникли новые проблемы. Официальная техническая документация, а именно информация

по качеству, надежности и методам параметрического и функционального контроля сверхбольших интегральных схем (СБИС) на иностранную ЭКБ отсутствовала. Была создана гармонизированная система проверки элементов иностранного производства. Во многом эта система базировалась и продолжает базироваться на материалах, полученных в результате работ по программе TACIS с Европейским космическим агентством, которые проводились в течение 6 лет. В этой программе НЦ СЭО выступал в качестве ведущей организации отрасли.

На сегодняшний день прошли входной контроль и сертификационные испытания более 3000 типов электрорадиоизделий (ЭРИ) импортного производства, среди которых более 200 типов СБИС в корпусах различных форм и размеров, с количеством выводов до 1056.

Проводится переоснащение Центра современным испытательным оборудованием, которое позволяет проводить контроль параметров в условиях максимально приближенных к требованиям отечественных и зарубежных стандартов КЛИМАТ, ESA/SCC, MIL STD-883 D, MIL STD-38535 и др. Разработана современная система для проведения электротермотренировки (ЭТТ) и испытания на безотказность СБИС.



Рабочее место для проведения функционального и параметрического контроля ИС, испытаний на помехоустойчивость.
В составе тестер СБИС «Формула-2К» (разработка Института)

С появлением современной измерительной СВЧ аппаратуры в Центре (анализатор цепей с уникальным набором опций), начиная с 2005 г., впервые в отрасли организованы входной контроль и диагностика активных и пассивных СВЧ-компонентов широкой номенклатуры в диапазоне частот от 1МГц до 26 ГГц: усилители, генераторы, резонаторы, умножители и делители частот, сумматоры, направленные ответвители, смесители, синтезаторы частот, модуляторы и демодуляторы, СВЧ-транзисторы, детекторы мощности, циркуляторы, фильтры и другие СВЧ-устройства.

До последнего времени эти компоненты в большинстве случаев проверялись в составе приборов. На сегодняшний день измеряются такие важные параметры, как коэффициенты шума, мощностные и фазово-временные характеристики, коэффициенты гармоник, 4-портовые S-параметры пассивных и активных СВЧ-элементов. Отрабатываются методики отбраковки потенциально ненадежных элементов.

Особое место в структуре Центра занимает подразделение, основной задачей которого является обеспечение радиационной стойкости аппаратуры. Работы по этому направлению проводятся в тесной кооперации с РНЦ «Курчатовский институт», ИЯИ (г. Дубна), ИТЭФ, НИИЯФ МГУ. Известно, что низкие показатели стойкости ЭКБ существенно сокращают сроки активного существования (САС) космических объектов. По результатам многолетних исследований в Центре была разработана программа расчета поглощенных доз ионизирующего излучения космического пространства (ИИ КП) в месте установки ЭКБ в составе аппаратуры ГЛОНАСС. Эта программа, внедренная на этапе создания аппаратуры, позволила выбрать конструктивные решения обеспечившие САС до 10 лет, что было подтверждено в процессе эксплуатации.

В Институте всегда уделялось большое внимание анализу отказов аппаратуры на всех этапах ее изготовления и эксплуатации. В этой работе в той или иной мере принимали участие многие специалисты, начиная с рядовых разработчиков и кончая руководством Института.

Эта традиция сохранилась и по сегодняшний день. В НЦ СЭО для этих целей создано подразделение по исследованию причин выхода из строя ЭКБ. Ежегодно Центр проводит более 250 анализов причин изъятия ЭРИ из аппаратуры.

После 2010 года основными направлениями развития НЦ СЭО стали:

- постоянное расширение номенклатуры испытуемых изделий ЭКБ;
- разработка и внедрение новых аппаратных средств для отбраковки неисправных и потенциально ненадежных изделий ЭКБ;
- разработка и внедрение новых методов испытаний.

Для решения поставленных задач создан новый отдел контроля больших и сверхбольших ИС.



Образцы испытательной оснастки

В 2010 году в Институте освоена технология автоматизированной трассировки многослойных высокочастотных плат, испытательной оснастки с контактирующими устройствами для микросхем в том числе в корпусах BGA, LGA, QFN, CGA. К настоящему моменту в НЦ СЭО разработаны, изготовлены и внедрены в производственный процесс несколько тысяч единиц уникальной испытательной оснастки, предназначенной для функционального и/или параметрического контроля изделий ЭКБ.

Коллектив НЦ СЭО первый в России среди испытательных центров столкнулся с задачей проведения испытаний на безотказность и электротермотренировки СБИС с функциональным контролем в процессе испытаний. С учетом широкого спектра испытуемых изделий ЭКБ предлагаемое на рынке оборудование не удовлетворяло требованиям НЦ СЭО и было принято решение о разработке собственной системы для проведения испытаний. Результатом данной работы явился уникальный программно-аппаратный комплекс, не уступающий по своим характеристикам иностранным аналогам, а по ряду эксплуатационных показателей и стоимости заметно превосходящий аналоги.

В разработанной системе для проведения испытаний на безотказность и электротермотренировки ЭКБ внедрены изобретения Центра.



Система для проведения испытаний на безотказность и электротермотренировки

Проведение функционального и параметрического контроля микросхем высокой степени интеграции потребовало освоения САПР для конфигурирования программируемых логических схем (ПЛИС) всех известных производителей, а также САПР для программирования сигнальных процессоров и микроконтроллеров на высоком уровне, который зачастую не требуется разработчикам бортовой аппаратуры. Сотрудники отдела контроля больших и сверхбольших интегральных схем успешно внедрили в производственные процессы все необходимые САПР и разработали новые методы испытаний современных типов ЭКБ, которые в дальнейшем формализовали и внедрили в виде инструкций организации.

Для контроля СБИС разработан

функциональный тестер ОЗУ, позволяющий проводить контроль микросхем динамической и статической памяти на предельных рабочих частотах.

Внедренные в тестере ОЗУ и системе для проведения испытаний на безотказность нестандартные решения запатентованы и получили золотую медаль салона интеллектуальной собственности «Архимед».

НЦ СЭО активно развивается. Происходит дальнейшая модернизация существующей системы входного диагностического контроля. Предстоит опережающими темпами разрабатывать и внедрять новые методы диагностического контроля ЭКБ иностранного производства, особенно цифровых СБИС и СВЧ ЭРИ.



Функциональный тестер ОЗУ

30. ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СБИС

Отраслевой центр проектирования специализированных СБИС создан приказом Генерального директора Российского космического агентства № 27 от 11.03.2003 г. на базе технологического отделения. За прошедшие годы центр превратился в подразделение с замкнутым циклом «разработка - производство». В состав центра входит производственный комплекс изготовления специализированных СБИС и полупроводниковых приборов, а также отделы разработки СБИС и устройств микросистемной техники.



Сектор сборки СБИС

Центр обладает современной производственной и технологической базой, позволяющей изготавливать высококачественные изделия микроэлектроники с топологической нормой 1,5 мкм. По всем направлениям деятельности планомерно проводится модернизация и техническое перевооружение, закупается современная измерительная и испытательная аппаратура, а также внедряются передовые технологии на производстве. Структура центра обеспечивает сквозной цикл «моделирование-проектирование-изготовление-испытания» специализированных СБИС и устройств микросистемной техники.

Целью деятельности центра является создание и мелкосерийное производство изделий микроэлектроники, нано- и микросистемной техники для аппаратуры предприятия и отрасли с высокими эксплуатационными и техническими характеристиками, производство которых, на других предприятиях в силу технических, временных или экономических ограничений затруднено.

Задачи центра:

1. Формирование и реализация списка мероприятий по освоению производства СБИС на кристаллах сторонней разработки для аппаратуры предприятия в рамках импортозамещения.
2. Формирование научных и технологических заделов для перспективных изделий РКТ.
3. Разработка и постановка на производство специализированных микроэлектронных и микромеханических изделий для аппаратуры предприятия и отрасли.
4. Решение задачи рентабельности производства за счет оказания услуг технологического характера и изготовления изделий для внешних потребителей.

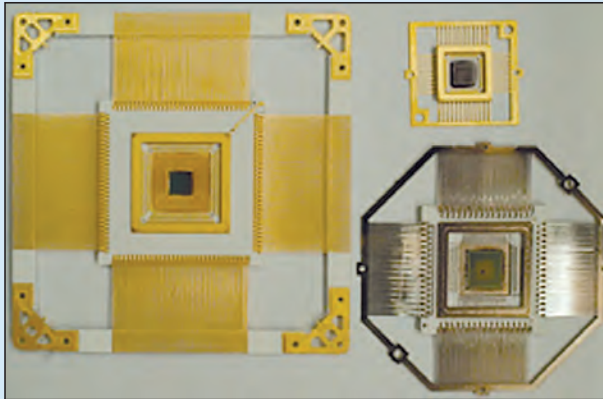
Направления работ:

- разработка и изготовление СБИС и полупроводниковых приборов для аппаратуры предприятия и отрасли на основе кристаллов собственной разработки и иностранных производителей;
- разработка и изготовление электронных модулей, в т.ч. многокристалльных, для аппаратуры предприятия, отрасли, внешних потребителей;
- разработка и изготовление микромеханических изделий и устройств для аппаратуры предприятия, отрасли, внешних потребителей (маятники гироскопов, акселерометров, меры оптических систем, элементы болометрических приемников);
- разработка элементов покрытий на основе метаматериалов и изделий нано- и микросистемной техники;
- оказание услуг в области технологий в части разработки операций и сквозных технологических процессов;
- оказание услуг по заказу, сопровождению производства на сторонних микроэлектронных фабриках, входному контролю кристаллов с заказными элементами, изготовлению оснастки для измерения и испытания микроэлектронных и микромеханических изделий – для всех предприятий отрасли (отраслевой центр проектирования);
- оказание услуг по формированию тестовых структур, характеристики полупроводниковых структур в границах температур и дозовом воздействии, разработке и сопровождению радиационно-стойких библиотек стандартных ячеек космического применения для полупроводниковых производств России и ближнего и дальнего зарубежья.

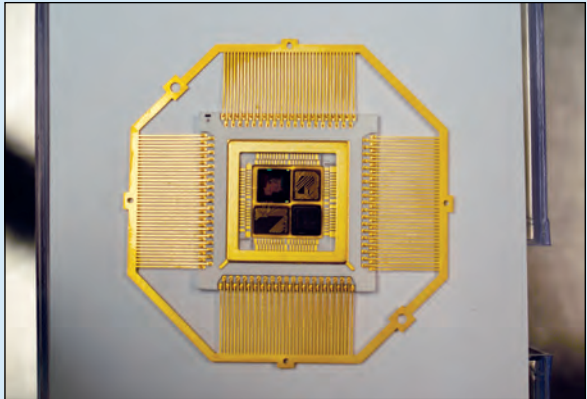
Направления научных работ:

- разработка новых технологических процессов, обеспечивающих снижение трудоемкости изготовления изделий при использовании в серийном производстве с повышением эксплуатационных характеристик, включая радиационную стойкость.
- создание и испытание изделий на основе метаматериалов радиочастотного и инфракрасного диапазонов длин волн.
- создание и испытание системы терморегуляции малых космических объектов на основе изделий микросистемной техники с выходом на космический эксперимент.
- создание и исследование новых методов формирования и конструкций элементов систем ДЗЗ.

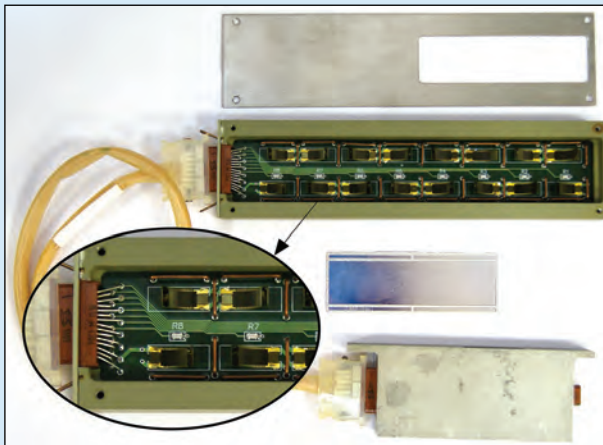
Центр выпускает и работает над созданием новых поколений блокирующих и шунтирующих модулей для солнечных батарей КА. Налажена тесная кооперация с ведущими вузами г. Москвы в части разработки устройств микросистемной техники с целью ее дальнейшего мелкосерийного производства.



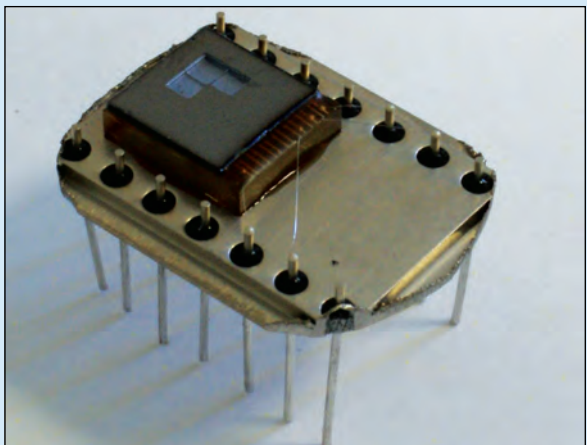
Многовыводные СБИС



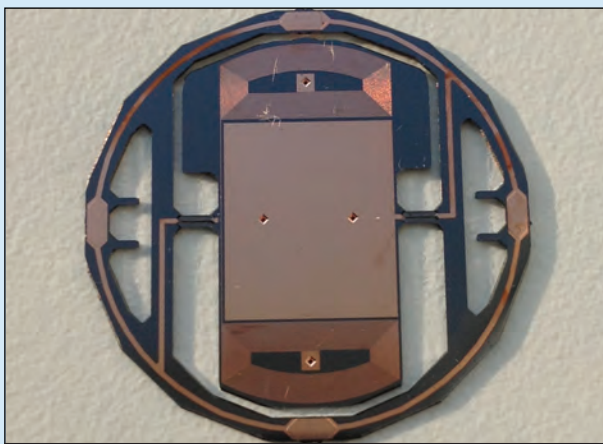
Система-в-корпусе



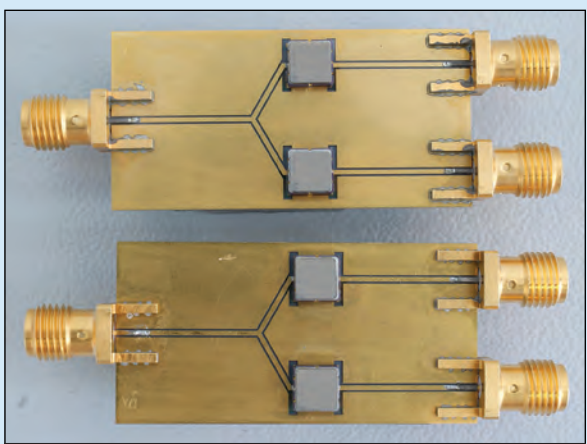
Модуль на основе микроприводов



Модуль на основе микроприводов



Чувствительный элемент маятникового акселерометра



Модуль на основе радиочастотных микропереключателей

Образцы продукции, изготовленной в центре

31. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАВОД* И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В соответствии с постановлением Правительства от 13 мая 1946 г. об организации Института предусматривалось создание для него опытного завода с первоначальной численностью около 400 человек. В дальнейшем, в 1958 г., к выполнению работ Института был подключен завод № 192 («Радиоприбор»), а в 1963 г. Институту был передан опытный завод СКБ-567. В составе опытного производства периодически проводилась реструктуризация, появлялись новые виды производств, совершенствовались технологии.

Впоследствии согласно приказу от 15.07.1992 № 143 на базе имеющегося опытного производства был образован опытно-экспериментальный завод (далее ОЭЗ). В начале 1996 г. в ОЭЗ была переведена большая часть сотрудников завода «Радиоприбор», который был расформирован в связи с отсутствием финансирования.

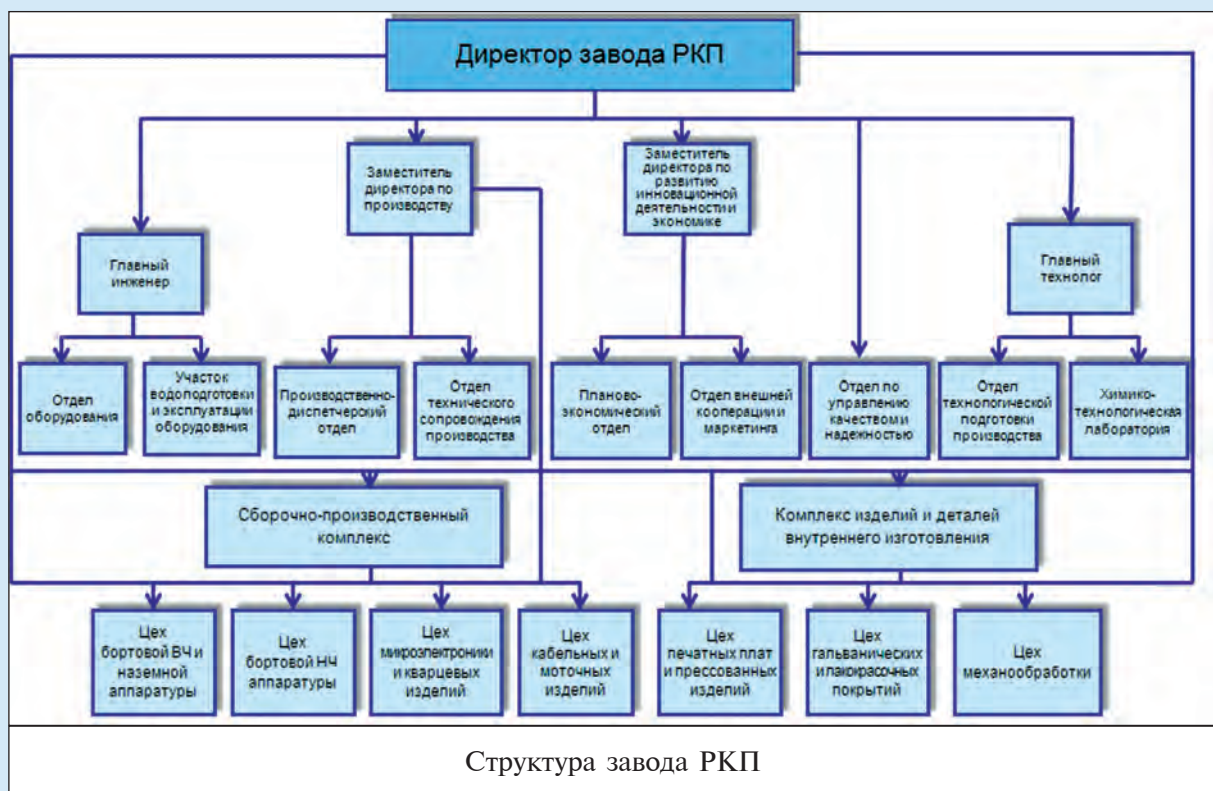
В 2006 г. к ОЭЗ был присоединен «Завод точных приборов», входивший ранее в структуру ФГУП «НИИ ТП».

На сегодняшний день ОЭЗ имеет в своем штате более 900 человек и обладает современной производственной и технологической базой, позволяющей изготавливать высококачественные изделия радиоприборного профиля любого



Опытно-экспериментальный завод

* С 01.01.2011 г. переименован в завод ракетно-космического приборостроения (завод РКП).



уровня сложности. По всем направлениям деятельности планомерно проводится модернизация и техническое перевооружение, закупается современная измерительная и испытательная аппаратура. На всех этапах изготовления продукции внедряются информационные и CALS-технологии, объединенные в единую АСУ завода.

Инженерный и производственный персонал ОЭЗ регулярно проходит обучение, повышение квалификации, участвует в научно-технических конференциях, семинарах, выставках, в том числе и зарубежных, постоянно расширяя свои возможности и внедряя передовые технологии на производстве.



Участок станков с ЧПУ

Система менеджмента качества ОЭЗ сертифицирована на соответствие требованиям ISO9000-2001.

Структура завода включает механическое, монтажное и сборочное производства, обеспечивающие замкнутый цикл изготовления аппаратуры.

Механическое производство завода обладает всеми технологическими процессами (механообработка, свар-

ка, пайка, термообработка, гальваническое, лакокрасочное покрытия и пр.) и оснащено современным высокотехнологичным оборудованием и обрабатывающими центрами с ЧПУ известных мировых производителей.

В части изделий внутреннего изготовления завод имеет собственную базу для производства гибридных интегральных структур и многокристальных модулей, НЧ и СВЧ микрополосковых плат и микросборок; кварцевых резонаторов, генераторов и фильтров; моточных и кабельных изделий; прессованных изделий. Подходит к завершению ввод в эксплуатацию модернизированного цеха печатных плат класса точности 5+.

В рамках модернизации и технического перевооружения монтажно-сборочного производства на ОЭЗ была внедрена одна из лучших производственных автоматизированных линий поверхностного монтажа с новейшей системой рентген-контроля с функцией томографии, которая обеспечивает высокую производительность и отличное качество выпускаемой продукции.

Основные усилия ОЭЗ и технологической службы Института в последние годы были сосредоточены на внедрении в производство технологических процессов, позволяющих реализовать разработку и выпуск изделий в соответствии с Федеральной космической программой на 2006-2012 гг. При этом решались следующие задачи:

1. Разработка и внедрение технологических процессов сборки и монтажа электронных компонентов с высокой степенью интеграции в корпусах типа BGA, mBGA, QFP, пассивных чип-компонентов с минимальными габаритами, а также других компонентов для монтажа на поверхность печатных плат. Для решения этих задач было приобретено новое высокотехнологичное оборудование, обеспечивающее автоматизированный монтаж большой номенклатуры печатных узлов с минимальным временем переналадки.

2. Внедрение современных автоматизированных методов контроля печатных плат и смонтированных узлов на печатных платах.

3. Внедрение современного механообрабатывающего оборудования. Для решения задач по улучшению качества, снижению трудоемкости и увеличению точности изго-



Автоматизированная линия
поверхностного монтажа



Установка рентген-контроля с
функцией томографии



Установка вакуумной парофазной пайки



Станок электроэрозионный



Герметизация электронно-лучевой сваркой в вакууме

товляемой продукции было приобретено оборудование с программным управлением. Широкий спектр станков и обрабатывающих центров позволяет выполнить токарные, фрезерные, расточные и электроэрозионные работы на уровне мировых стандартов.

4. Внедрение новых лакокрасочных материалов, обеспечивающих защиту от накопления на поверхности приборов статического электричества и заданные уровни коэффициентов отражения и поглощения солнечной энергии, современных теплопроводных материалов.

5. Внедрение современных методов герметизации приборов. Повышение требований по прочности, герметичности аппаратуры, а также увеличения срока ее активного существования потребовали разработки более совершенной технологии герметизации корпусов приборов методом сварки высококонцентрированными источниками энергии, а именно герметизации электронно-лучевой сварки в вакууме корпусов приборов из алюминиевых сплавов, а для изготовления герметичных корпусов приборов из титановых и прецизионных сплавов была разработана технология герметизации методом лазерной импульсной сварки.

В период с 2010 г. по 2013 г. коллективом завода РКП были решены следующие задачи:

- проведено технологическое обеспечение изготовления принципиально нового бор-

тового информационно-навигационного комплекса (БИНК) для изделия «Глонасс-К»;

- для повышения надежности и качества, снижения трудоемкости изготовления аппаратуры, разработаны технологические процессы поверхностного монтажа ЭРИ на печатные платы для новых типов высокотехнологичного автоматизированного оборудования;



Бестрафаретный принтер



Автоматический установщик



Конденсационная печь для пайки в паровой фазе

- разработан типовой технологический процесс и внедрена универсальная система формовки и обрезки выводов F1B/3A с пневматическим прессом 5000L. Данная технология позволяет выполнять формовку многовыводных импортных микросхем для поверхностного монтажа с количеством выводов до 400 и любым типом корпуса (двухсторонним или четырехсторонним расположением выводов);

- для дальнейшей модернизации производства печатных плат закуплено и установлено оборудование, проведена реконструкция помещений;

- в обеспечение производства печатных плат до 5 и выше классов разработан комплекс технологических процессов;

- разработана конструкция и технология изготовления многослойных печатных плат, предназначенных для сверхплотного монтажа электронных компонентов с целью миниатюризации разрабатываемой аппаратуры.

В 2011 году на заводе был организован участок входного контроля металлических материалов.

В 2012 г. запущен в эксплуатацию лабораторно-производственный участок по герметизации корпусов приборов с помощью лазерной и электронно-лучевой сварки, оснащенный современным компьютеризированным оборудованием.

Установка для электронно-лучевой сварки в вакууме ЭЛУ-08КП применяется для герметизации корпусов приборов, изготовлен-

ных из алюминиевых и титановых сплавов, а установка для лазерной импульсной сварки применяется для герметизации корпусов приборов и микросхем из титановых и прецизионных сплавов. Для проверки качества герметизации используется современный, полностью автоматический, двухрежимный портативный гелиевый течеискатель с турбомолекулярной откачкой.

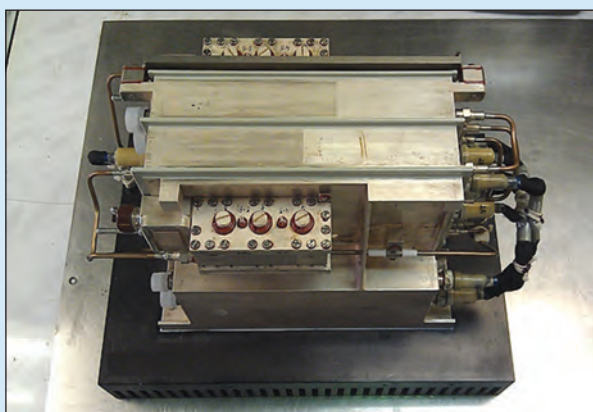
На заводе создан новый современный комплекс технологических процессов изготовления активных и пассивных устройств, позволяющий разрабатывать и



Установка для лазерной импульсной сварки



Установка для электронно-лучевой сварки в вакууме ЭЛУ-08КП



Корпус прибора изготовлен из алюминиевого сплава и герметизирован электронно-лучевой сваркой в вакууме

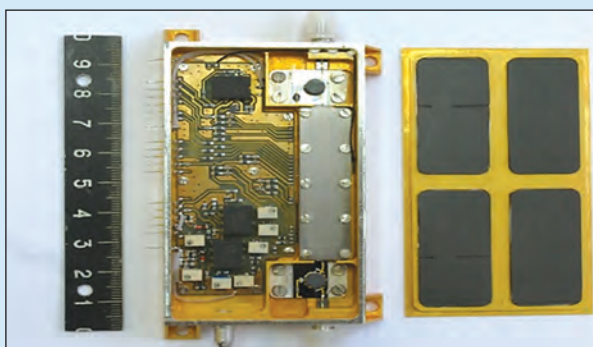


Гелиевый течеискатель с турбомолекулярной откачкой

изготавливать инновационную аппаратуру, способную работать в диапазонах частот 40 ГГц и выше.

Для автоматизации технологической подготовки производства на заводе были внедрены программные средства для создания:

- электронного архива технологической документации;
- учета средств технологического оснащения;
- пакета электронных документов (технологических процессов) для отправки в страховой фонд на микрофильмирование.



Многокристальный СВЧ-модуль
Ка диапазона

В рамках модернизации производственно-технологической базы завода в



Комплекс оборудования для производства кварцев и пьезоизделий



Участок сборки и монтажа микроизделий

2010-2013 гг. было введено новое оборудование в производстве микро-пьезоизделий.



Цех гальванического покрытия

Преимущества от внедрения нового оборудования:

- стабильность и повторяемость процесса за счет точности поддержания заданных режимов;
- прецензионная подготовка кварцевого сырья и сырья для микроизделий;
- микроконтрольное управление процессом на отдельно взятом оборудовании.

Открылся новый цех гальванического покрытия. Установленное современное оборудование позволяет выполнять такие операции как: электрохимическое цинкование, никелирование, меднение, серебрение, золочение и химическое оксидирование деталей, изготовленных из углеродистых и низколегированных сталей, меди, алюминия, титана, а также деталей, изготовленных из магниевых сплавов.

Вступил в строй цех производства печатных плат с оборудованием, позволяющим изготавливать двухсторонние и многослойные печатные платы



Цех печатных плат

пятого класса точности и выше, с элементами проводящего рисунка: проводник / зазор – 75 мкм / 75 мкм, диаметр металлизированного отверстия / толщина печатной платы – 1/ 15.

Сегодня ОЭЗ вместе с ведущими специалистами Института работает над созданием поколения новых приборов и систем для КА «Глонасс-К», «КазСат», «Метеор», «БелКа», «Электро», «Фобос-грунт», аппаратуры дистанционного зондирования земли и наземных комплексов управления космическими аппаратами научного и народно-хозяйственного назначения.

Значительная доля работ ОЭЗ приходится на создание аппаратуры, входящей в наземные автоматизированные комплексы управления, станции которых рассредоточены по всей территории страны и требуют поддержания высокого технического уровня и модернизации.

ОЭЗ работает в тесной кооперации с другими приборными заводами: «Ярославский радиозавод», «Ижевский мотозавод», «Рыбинский завод приборостроения», что обеспечивает повышение экономической эффективности производства.

Необходимо отметить важную роль в производственном процессе, которую всегда играл отдел главного технолога (ОГТ). ОГТ был организован на базе завода № 1 НКО в 1946 г. Основой коллектива ОГТ были специалисты завода «Красная заря» в г. Ленинграде, эвакуированные в Москву во время войны.

Во вновь созданном отделе начали конструировать и в опытном порядке изготавливать изделия, ничего общего не имеющие с телефонными и телеграфными аппаратами, выпускаемыми заводом № 1 НКО. Приступили к изготовлению новых электромеханических приборов с программными механизмами и приборов автоматического управления для бортовых систем, а также многочисленные изделия наземной аппаратуры. В период 1950-1958 гг. в составе ОГТ была создана химико-технологическая лаборатория (ХТЛ) и лаборатория электроизоляционных материалов. Была освоена большая номенклатура электрорадиоэлементов.

В этот период была организована система технологической отработки и контроля конструкторской документации, значительно сократившая сроки подготовки производства и позволившая улучшить качество конструкторской документации.

В связи с разделением Института в 1963-1964 гг. опытный завод был переведен на другое предприятие, а ОГТ ликвидирован. Оставшаяся часть технологов после ряда реорганизаций была закреплена за отдельным конструкторским подразделением, а технологическая лаборатория перешла в службу главного инженера. В последующие годы также прошел ряд преобразований, в особенности вызванных ликвидацией завода «Радиоприбор» в 1996 г.

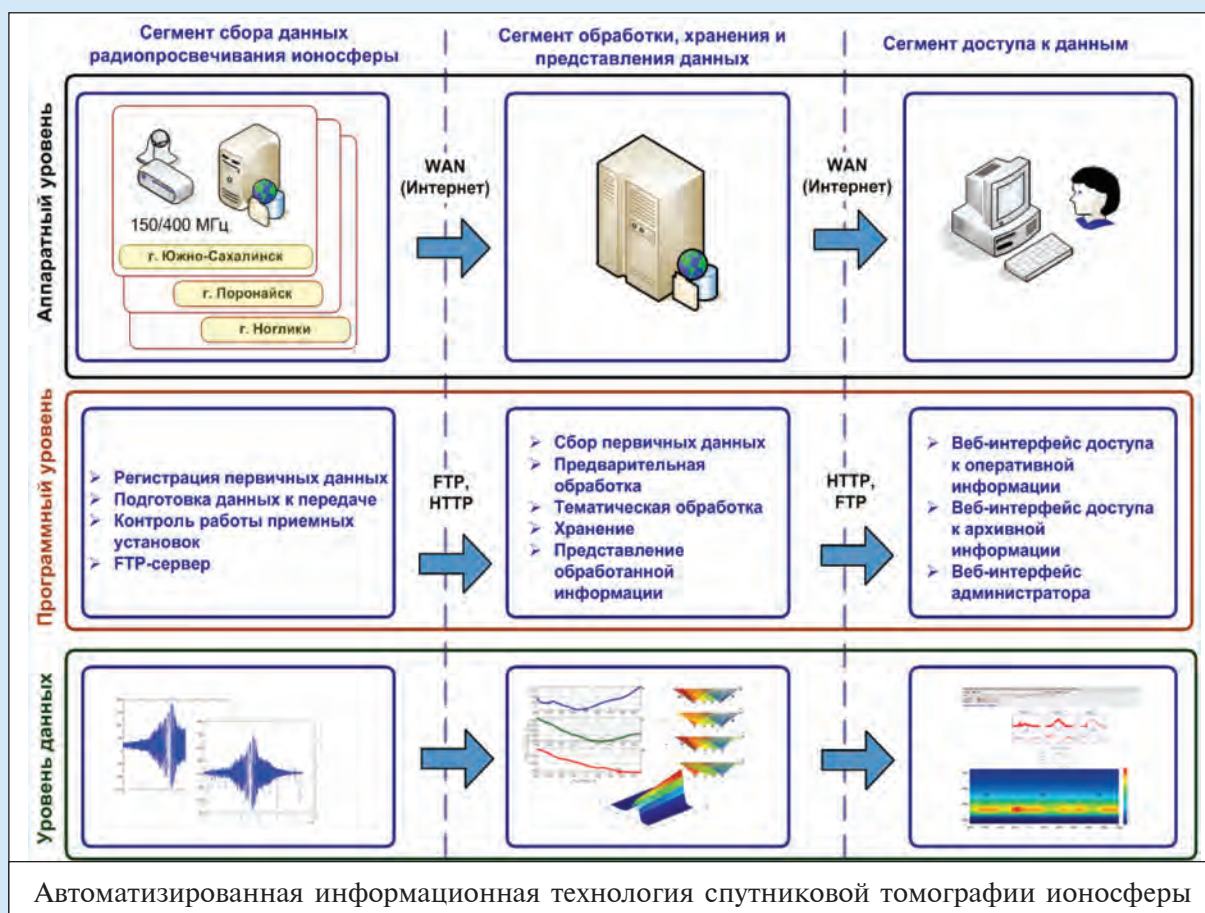
В составе завода РКП организована собственная технологическая служба под руководством главного технолога завода. В Институте для проведения перспективных работ создано специализированное отделение главного технолога Института.

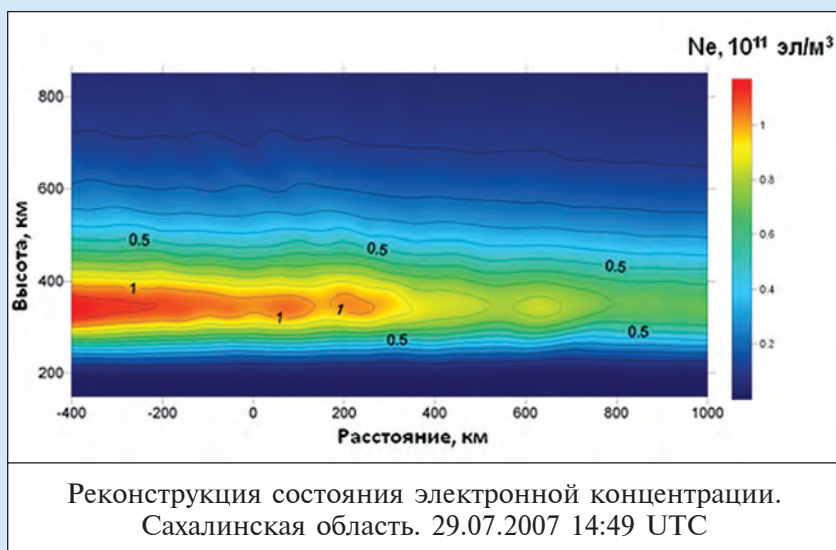
32. СПУТНИКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

Характеристики ионосферы — среды, в которой распространяются сигналы космической связи и навигации, — представляют особый научно-технический интерес для Института. Сегодня спутниковые методы наблюдения ионосферы обеспечивают качественно новые возможности по сравнению с традиционными, используемыми в течение многих лет, практически с начала развития радиосвязи.

В частности, спутниковым методом наблюдения можно получить трехмерную, динамичную глобальную картину состояния ионосферы. Такой метод носит название «спутниковой томографии».

Начиная с 2008 г. в Российской Федерации ведутся работы по модернизации и развертыванию сети геофизического мониторинга. Институт отвечает за разработку и создание программно-аппаратных комплексов спутниковой томографии ионосферы Земли по данным низкоорбитальных навигационных и специализированных спутниковых систем, которые составляют основу подсети радиотомографического мониторинга Российской Федерации.





Система спутниковой томографии ионосферы России состоит из наземного и космического сегментов. Космический сегмент системы включает собственные спутники с установленными передатчиками когерентных сигналов 150/400 МГц на борту.

Наземный сегмент состоит из специализированных про-

граммно-аппаратных комплексов томографического зондирования ионосферы, организованных в специальные цепочки преимущественно с субмеридиональной ориентацией.

Программно-аппаратный комплекс принимает сигналы как с новых специально разрабатываемых в России космических аппаратов, так и с существующих космических аппаратов типа КОСМОС, с американских аппаратов типа OSCAR (система TRANSIT) и с американо-тайваньских спутников FORMOSAT3/COSMIC. Последние передают когерентные сигналы в трех диапазонах: 150/400/1067 МГц. Кроме того, наземные комплексы оснащаются приемным оборудованием глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS.

Для восстановления вертикальных распределений электронной концентрации ионосферы в Институте разработана специализированная автоматизированная информационная технология обработки данных низкоорбитальных космических аппаратов. Применение данной технологии позволит выйти на качественно новый уровень в исследовании ионосферной плазмы, что в комбинации с использованием многодиапазонного приемника непосредственно в космическом пространстве позволит в будущем отказаться от размещения большого количества приемных комплексов на поверхности Земли.

В перспективе планируется развивать как методы обработки информации о состоянии ионосферной плазмы, так и орбитальный сегмент системы с учетом последних достижений в области конструирования малоразмерных космических аппаратов. Предполагается использование принципиально новой полезной нагрузки. Перспективные передатчики позволят измерить значение абсолютной полной электронной концентрации в ионосфере по фазовым данным с использованием комбинации когерентных сигналов минимум 4-х частотных диапазонов.

33. МЕЖДУНАРОДНАЯ АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛОБАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА (ПРОЕКТ МАКСМ)

Новейшая история подтвердила, что последствия чрезвычайных ситуаций (ЧС) могут достигать значительных масштабов, приводить к ежегодным многотысячным человеческим жертвам и колоссальному экономическому ущербу. Внедрение космических технологий в системы предупреждения и ликвидации природных и техногенных катастроф приобретает для России огромное значение. Именно прикладное использование космических данных ДЗЗ, навигационной, метеорологической, геофизической и другой информации с КА может обеспечить качественный прорыв, необходимый для реализации системного прогнозного мониторинга как важнейшего элемента предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Важность и перспективность глобального мониторинга Земли из космоса стали очевидными сразу после образования в Институте направления ДЗЗ в семидесятые годы прошлого столетия. В 1989-1993 гг. в Институте по заказу Минобщемаша и Госкомприроды было выполнено несколько НИР по исследованию возможности создания глобальных космических систем экологического контроля (ГКСЭК),



государственной экологической информационной системы (ГЭИС) и др. В ходе проведенных научных исследований была разработана модель системы космического мониторинга, определены ее параметры.

Начиная с 2009 года, группа специалистов ведущих предприятий Роскосмоса в инициативном порядке ведет поисковые исследования в направлении создания Международной аэрокосмической системы глобального мониторинга (проект МАКСМ). Учитывая накопленный нашим предприятием опыт, в 2011 году тематика МАКСМ была передана в Институт. В состав пилотной системы вошли:

- подсистема сейсмопрогнозного мониторинга;
- подсистема прогнозного мониторинга природных пожаров и наводнений;
- подсистема контроля критически важных техногенных объектов.

В перспективе предполагается расширить функциональные возможности МАКСМ путем создания дополнительных подсистем, в частности, подсистему предупреждения об угрозах в космосе и из космоса.

В направлении создания подсистемы сейсмопрогнозного мониторинга МАКСМ было проведено изучение вопросов прогнозирования землетрясений в формате научно-исследовательской работы, в результате которого выработаны предложения по реализации подсистемы, построенной на базе комплексной методики мониторинга геоэффективных явлений в литосфере, атмосфере и ионосфере Земли. В дополнение были проведены исследования в части создания космических аппаратов микро- и мини-классов (в том числе нано-класса) для мониторинга предвестников ЧС, которые могли бы стать базой для космического сегмента МАКСМ.

В Институте имеются наработки по прогновному мониторингу сейсмической, лесопожарной обстановки, контролю критически важных объектов, наводнений и пр. В качестве примера можно привести эксперимент по выявлению предвестников землетрясений в Курило-Камчатской, Сахалинской и Японской сейсмических зонах, в ходе которого отрабатывались вопросы использования экспериментальных базовых информационных продуктов наземно-космического сейсмопрогнозного мониторинга в интересах краткосрочного прогнозирования землетрясений, проведенный в 2012 году. В рамках эксперимента специалисты Института представили ряд оправдавшихся краткосрочных прогнозов землетрясений в регионе Сахалина и Камчатки и подтвердили возможность прогнозирования землетрясений с приемлемой вероятностью при наличии необходимых технических средств и системы обработки данных наземно-космического мониторинга. Полученные программно-методические и алгоритмические результаты оформлены в виде ГИС-портала сейсмопрогнозного мониторинга, который, при условии достижения необходимого уровня верификации информации, без сомнения, будет обладать вы-

соким спросом на внешнем рынке. Иными словами, создан существенный задел организационных и технических основ системы МАКСМ.

Проект МАКСМ прошел экспертизу, в том числе со стороны специалистов Инновационного Фонда «СКОЛКОВО», в результате чего была подтверждена его актуальность, научно-техническая и потребительская новизна, достаточно высокая степень технологической проработанности, экономическая рентабельность и открывающиеся перспективы коммерциализации в случае реализации в течение ближайших нескольких лет.

Проект МАКСМ много раз представлялся за рубежом, в том числе на уровне Организации Объединенных Наций, и позитивно воспринимается в странах как дальнего, так и ближнего зарубежья. О его состоятельности свидетельствует документ Генеральной Ассамблеи ООН (А/АС.105/С.1/L.323 от 12.04.2012), полностью посвященный МАКСМ как перспективной российской инициативе. Параллельно ведется отработка вопросов развития МАКСМ как межгосударственной системы и на геополитическом пространстве стран СНГ.

Перспективным направлением работ в рамках МАКСМ представляется использование потенциала Международной космической станции в интересах прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Комплексная обработка результатов научно-прикладных исследований и экспериментов, проводимых на Российском сегменте станции, позволит расширить возможности информационных пользовательских сервисов для прогнозных подсистем, а также дать новый импульс модернизации подходов к экспериментальным исследованиям с применением приборов дистанционного зондирования по программе пилотируемых полетов.

При условии адекватного финансирования эскизное проектирование МАКСМ и ее функциональных подсистем реально завершить к 2017 году. Далее запланированы испытания и ввод системы в опытную эксплуатацию.

Целесообразно реализовать проект МАКСМ в рамках общегосударственной программы или проекта с целевым бюджетным финансированием, определенным решением Президента или Правительства Российской Федерации. Это позволит к концу 2019 – началу 2020 г. обеспечить штатную работу системы и выход на рынки СНГ (а затем и мировые) с прогнозными информационными коммерческими продуктами, а в дальнейшем – сформировать единое глобальное информационное пространство предупреждения о ЧС в интересах различных категорий потребителей.

34. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР КОСМИЧЕСКИХ И НАВИГАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ

Инновационный центр (ИЦ) был создан 29 января 2007 г. по приказу генерального директора — генерального конструктора Института на волне реализации одного из важнейших направлений государственной политики в области развития науки и технологий — формирования национальной инновационной системы.

Институт, обладающий огромным научным потенциалом, получил аппарат управления инновационной деятельностью его тематических подразделений. Это был первый шаг в деле создания инновационной системы ракетно-космической отрасли, которой предстоит стать одной из реальных «точек роста» экономики России.

Первоначально на ИЦ были возложены задачи по разработке и реализации инновационной политики Института, формированию и контролю реализации новых проектов, их информационному обеспечению, созданию соответствующей инфраструктуры. Позже в число задач вошли информационно-аналитическое, маркетинговое и ресурсное обеспечение инновационной деятельности, организация и проведение НИОКР.

В настоящее время для решения вышеперечисленных задач в структуре ИЦ функционируют два отдела: 1-й — отдел обеспечения инновационной деятельности и 2-й — отдел формирования и реализации инновационных проектов. Кроме того, имеются отдельные сектора взаимодействия с инновационными структурами и группа обеспечения экономической деятельности.

Указанные подразделения осуществляют: разработку концепции инновационного развития Института; обеспечение разработок предпроектных предложений; анализ потребностей рынка в продукции ракетно-космической отрасли; совершенствование информационно-аналитического обеспечения работы, создание автоматизированных баз данных информационного обеспечения; формирование и использование баз данных результатов НИОКР; организацию взаимодействия с российскими и зарубежными инновационными структурами, потребителями, инвесторами и др.

Одной из серьезных проблем, с которыми столкнулось руководство предприятия при создании, а затем и становлении ИЦ, является кадровое обеспечение инновационной деятельности. Упомянутая проблема многогранна: обеспечение высококвалифицированными кадрами требуется как для создания инноваций, так и для их последующей коммерциализации и внедрения в различные сферы деятельности с целью получения социально-экономического эффекта. В связи с этим в ИЦ уделяется пристальное внимание работе

по выявлению и подбору молодых сотрудников, получивших соответствующее вузовское образование. «Площадками» этой работы являются конференции, форумы, конкурсы, различные мероприятия, связанные с научно-техническим творчеством молодежи. Например, с 2008 г. на предприятии проводится ежегодный конкурс творческих работ в сфере космических и информационных технологий «Лучшая молодежная инновация».

24 июня 2010 г. приказом генерального директора — генерального конструктора Института было объявлено о начале создания Международного инновационного центра космических и навигационных технологий и систем (МИЦ КНТС). Участником и координатором работ по его созданию является ИЦ.

По замыслу МИЦ КНТС, организационный период которого завершился в конце 2010 г., должен стать центром инновационной инфраструктуры ракетно-космической отрасли и одновременно инновационно-технологическим центром в форме технопарка.

Целями деятельности МИЦ КНТС являются: создание благоприятных условий формирования и развития кластера космических и навигационных технологий и услуг, включающего инновационные проекты и инфраструктуру, обеспечивающую их формирование и реализацию; создание новых наукоемких технологий и конкурентоспособной импортозамещающей продукции на основе космических технологий; содействие коммерциализации космических и навигационных технологий и формированию системы комплексной поддержки малых и средних организаций.

В числе основных направлений деятельности МИЦ КНТС предусмотрено обеспечение формирования и реализации проектов в области создания и использования навигационных информационных систем, целевых систем мониторинга и управления, инфраструктуры применения космических технологий, учебно-образовательных систем, менеджмента в сфере применения космических технологий и др.

Одними из первых задач, выполняемых ныне в МИЦ КНТС, стали разработка проекта по созданию Центра по переподготовке и повышению квалификации специалистов в области спутниковых навигационных систем и технологий, где будет реализован способ дистанционного обучения, базирующийся на современных информационных технологиях, а также проекты по созданию Центра геоинформационных технологий и Центра приема и обработки информации системы сбора, обработки и передачи данных. Срок их завершения — 2016 г. Сотрудники МИЦ КНТС принимают активное участие в формировании этих проектов, ориентируясь на их конечную цель — получение прибыли Институтом.

В соответствии с утвержденным планом создания и развития МИЦ КНТС его инфраструктура в настоящее время представлена:

- деловым центром современных космических и навигационных технологий (бизнес-центром), предназначенным для размещения фирм-резидентов, специализация которых соответствует деятельности МИЦ КНТС;
- бизнес-инкубатором для размещения малых инновационных компаний, специализирующихся в области использования космических и спутниковых навигационных технологий;
- центром информационных систем для обеспечения деятельности МИЦ КНТС и его фирм-резидентов;
- инновационным центром;
- учебным центром по подготовке и повышению квалификации специалистов по спутниковой навигации (Учебным центром ГЛОНАСС);
- рекламно-выставочным комплексом;
- центром международных проектов по обмену опытом в области спутниковых навигационных и геоинформационных технологий с зарубежными партнерами и реализации международных инновационных проектов.

Во исполнение работ по импортозамещению твердотельных усилителей мощности в аппаратуре БИНК космических аппаратов ГЛОНАСС-К в МИЦ КНТС запущен производственный участок, оснащенный современным технологическим оборудованием. Начиная с 2013 г., в центре развернуты работы по созданию специализированного производства ЭКБ, отвечающего требованиям заказчиков аппаратуры космического базирования.

К основным результатам деятельности Инновационного центра в 2010-2013 гг. можно отнести проведение технологического аудита и разработку Программы инновационного развития (ПИР) Организации, завершение выполнения ОКР «ГЛОНАСС-Проект» и «Квалификация», создание Учебного центра ГЛОНАСС, организацию и проведение Международных школ по спутниковой навигации.

Проведение технологического аудита и на ее основе разработка ПИР центра начались в начале 2011 г. Целью проведения технологического аудита являлось определение соответствия Организации мировому уровню развития науки, техники и технологий по основным направлениям ее деятельности, а также определение уровня ее конкурентоспособности в инновационной области.

В конце 2011 г. технологический аудит был успешно завершен, а 30.01.2012 г. решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям Институт была включен в перечень компаний, которым поручена разработка ПИР. В этой связи необходимость разработки ПИР получила приоритетный статус государственной задачи, и в 2012 г. Инновационный центр продолжил эту работу.

Целью ПИР является достижение лидерства Института в ракетно-космической промышленности (РКП) по основным направлениям ее деятельности, в

том числе, за счет применения инновационных технологий, повышения темпов проведения технологической и технической модернизации, повышения качества выпускаемой продукции и снижения издержек.

ПИР Института на период 2012-2016 гг. была согласована с Минэкономразвития России, Минобрнауки России, Роскосмосом, одобрена и утверждена Советом директоров.

Выполнение ОКР «Создание технопарков, системы информационного обеспечения реализации инновационных проектов по использованию системы ГЛОНАСС, реализация инновационных проектов в технопарках» (шифр «ГЛОНАСС-Проект», Заказчик Роскосмос) началось во втором квартале 2010 г. Основанием для этого стали ФЦП «Глобальная навигационная система» на 2009-2011 гг., а также государственный заказ на 2010 г.

Целью ОКР «ГЛОНАСС-Проект» явилось создание автоматизированной системы управления формированием и реализацией инновационных проектов (АСУ РИП) по развитию и использованию системы ГЛОНАСС для достижения массового применения технологий спутниковой навигации, опытная реализация ИП с использованием АСУ РИП.

В ходе ОКР были разработаны проектные решения по созданию первой очереди МИЦ КНТС, рабочая конструкторская документация и программно-математическое обеспечение АСУ РИП, выполнены комплектация, изготовление (развертывание) АСУ РИП, проведены ее автономные и комплексные испытания, опытная реализация ИП.

В декабре 2011 г. АСУ РИП, размещенная на серверах и автоматизированных рабочих местах (АРМ) в здании административно-бытового комплекса (АБК) МИЦ КНТС, была принята Заказчиком и в настоящее время подготовлена для запуска в опытную эксплуатацию.

Выполнение ОКР «Разработка аппаратно-программных и учебно-методических средств подготовки и повышения квалификации специалистов по спутниковой навигации» (шифр «Квалификация», Заказчик Роскосмос) началось в мае 2009 г. Основанием для этого стали ФЦП «Глобальная навигационная система» на 2009-2011 гг. (подпрограмма 1, п. 49).

Актуальность указанной ОКР заключалась в том, что для эффективного использования системы ГЛОНАСС необходимым условием является обеспечение выполняемых мероприятий квалифицированными кадрами. Это условие может быть выполнено в рамках опережающей системы целевой подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов по спутниковой навигации. Однако эффективное функционирование этой системы становится возможным лишь при ее оснащении современными аппаратно-программными и учебно-методическими средствами (АПУМС) дистанционного обучения.

Целью выполнения ОКР «Квалификация» и явилось создание АПУМС, предназначенных для подготовки и повышения квалификации специалистов по спутниковой навигации с преимущественным использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ).

ДОТ в последние годы довольно прочно входят в практику послевузовского дополнительного профессионального образования.

В 2011 г. были созданы опытные образцы аппаратно-программных средств дистанционного обучения, представленные тремя основными компонентами: информационно-аналитическим комплексом (ИАК); комплексом научно-технического и методического обеспечения процесса обучения (КНТМО); автоматизированной системой дистанционного обучения (АСДО).

ИАК, КНТМО и АСДО, разработанные для оснащения Учебного центра ГЛОНАСС, могут функционировать как автономно, так и взаимосвязано в едином комплексе.

Были разработаны учебно-методические средства дистанционного обучения: 25 учебно-методических комплексов (УМК) для проведения теоретических занятий, 6 базовых учебно-методических средств (БУМС), интерактивное мультимедийное средство по спутниковой навигации «Поколение будущего» для проведения практических и лабораторных занятий, учебный видеофильм «Созвездие ГЛОНАСС» и более 20 объектов интеллектуальной собственности, зарегистрированных в установленном порядке.

В 2011 г. АПУМС успешно прошли комплексные испытания, были приняты Заказчиком и в настоящее время готовятся к проведению опытной эксплуатации. Решением жюри XV Международного Салона изобретений и инновационных технологий создатели системы были награждены дипломом и серебряной медалью.

В 2010 г. началось создание Учебного центра ГЛОНАСС



Диплом XV Международного Салона изобретений и инновационных технологий

(далее – Учебный центр) – структурного подразделения дополнительного профессионального образования Организации и одновременно ключевого элемента системы опережающей целевой подготовки специалистов по спутниковой навигации.

Главными направлениями повышения квалификации и переподготовки специалистов в Учебном центре определены следующие: основы спутниковой навигации; применение технологий и данных спутниковой навигации в геодезии, на транспорте, в строительстве, в землеустройстве и кадастре, в промышленности и теплоэнергетическом комплексе, в сельском хозяйстве, при обеспечении безопасности населения страны и др.; менеджмент в сфере использования систем спутниковой навигации.

В декабре 2013 г. в Учебном центре: завершено размещение АРМ АПУМС, проверена и продемонстрирована работоспособность системы дистанционного обучения; оборудованы два учебных класса для проведения аудиторных занятий со слушателями, в одном из которых размещены 22 АРМ с компьютерами, включенными в специализированную локальную сеть; актуализированы и доработаны учебно-методические средства, предназначенные для использования в процессе пробного обучения в рамках опытной эксплуатации АПУМС; подготовлен пакет документов для получения лицензии на образовательную деятельность по дополнительным профессиональным образовательным программам повышения квалификации и переподготовки специалистов по спутниковой навигации; заключены соглашения о взаимопомощи и совместной образовательной деятельности с ведущими профильными ВУЗами страны и др.

Предполагается, что платную образовательную деятельность Учебный центр начнет осуществлять в 2014 г., после проведения опытной эксплуатации АПУМС.

В рамках выполнения составной части ОКР «Реализация мероприятий по обеспечению совместности и взаимодополняемости глобальных навигационных спутниковых систем и расширения наземного сегмента системы ГЛОНАСС» (шифр «Лидер-СВ-РКС», Заказчик



Участники международной школы по спутниковой навигации. (2013 г.)

Роскосмос) Институт совместно с ГОУВПО «Московский авиационный институт», начиная с 2011 г., ежегодно проводит Международную школу по спутниковой навигации (далее – Школа).

Цель проведения Школы состоит в содействии кадровому обеспечению массового внедрения результатов космической деятельности в интересах социально-экономического развития страны и популяризации отечественных спутниковых технологий. Задачей Школы является обучение основным принципам построения, функционирования и практического применения технологий спутниковой навигации и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса с учетом интересов региональных потребителей услуг и оборудования.

К настоящему времени успешно проведены три Школы: в 2011 г. (г. Коломна), в 2012 г. (г. Рязань) и в 2013 г. (г. Москва).

В организации, подготовке и проведении Школы активное участие принимают сотрудники Инновационного и Учебного центров, слушатели – молодые специалисты отечественных и зарубежных учреждений, использующих космические технологии. Так, в 2013 г. в процессе работы третьей Школы, проводимой на базе Учебного центра ГЛОНАСС, обучение по 72-часовой программе прошли 47 слушателей из различных регионов страны и ближнего Зарубежья. При этом основной акцент в обучении был сделан на практическое применение отечественной навигационной системы. В проведении занятий участвовало около 20 специалистов и педагогов – представителей РКП и профильных ВУЗов страны. Во время обучения слушатели прошли подготовку по ряду актуальных тем спутниковой навигации с помощью системы дистанционного обучения, состоящей на оснащении Учебного центра, и успешно выдержали итоговое тестирование. По окончании обучения на церемонии торжественного закрытия Школы ее слушателям были выданы соответствующие сертификаты.

35. МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА

Важную задачу в системе обеспечения качества и надежности создаваемых в Институте радиотехнических комплексов РКТ, решает его метрологическая служба.

Одной из важнейших функций метрологической службы является поддержание на надлежащем уровне огромного парка средств измерений, эксплуатирующихся в организации, т.е. проведение их своевременной и качественной поверки и ремонта.

Рождением метрологической службы считается октябрь 1946 года, когда началось формирование в НИИ-885 измерительного отдела. В весьма сжатые сроки, в условиях острого материального и кадрового дефицита, недостатка производственных площадей отдел был создан, сформированы основы его коллектива.

По мере становления и развития Института, расширения его тематики, роста авторитета и роли в развитии отечественной и ракетной техники, расширялась и сфера деятельности измерительного отдела, повышалась его значимость и роль во всех направлениях работ Института. С объединением в середине 1976 года в одно целое всех видов измерений, распределенных ранее по ряду подразделений Института и завода, образовалась метрологическая служба Института.

В 50-х годах в Институте разработан целый ряд измерительных приборов общего назначения, которыми укомплектовывались рабочие места в лабораториях. О качестве и технических характеристиках этих приборов говорит тот факт, что один из них (образцовый поляризованный аттенюатор на длину волны 3-4 см для градуировки цеховых и поверки лабораторных аттенюаторов) демонстрировался на ВДНХ, а два других (гетеродинный волномер высокой точности и стандарт сигнал-генератор) получили премию «Гран-при» на международной выставке в Брюсселе.

В эти же годы в отделе была организована служба образцовых частот, а от Госстандарта СССР получено регистрационное удостоверение на право поверки измерительных приборов.

В последующие годы отдел продолжал развиваться и расширяться. Он обеспечивал измерительной аппаратурой все заказы Института, разрабатывал и внедрял в производство тестерную аппаратуру для контроля параметров широко внедрявшихся в то время в нашу аппаратуру полупроводниковых приборов, а затем и микросхем.

В октябре 1974 г. в результате реорганизации, проведенной в Институте, лаборатории, занимавшиеся разработкой измерительной аппаратуры, были выведены из состава измерительного отдела и переданы в тематическое подразделение и измерительный отдел стал заниматься чисто метрологическими вопросами.

70-80-е годы характеризуются бурным развитием работ по освоению космического пространства. В Институте широким фронтом развернулись работы по созданию радиоэлектронной аппаратуры для пилотируемых кораблей, автоматических межпланетных станций для исследований в дальнем Космосе (планет Венеры, Марса, Луны), по космическим связным, навигационным, геодезическим системам и ряду других направлений.

Институт рос и развивался. Создаваемые системы становились все более многофункциональными, повышались требования к точностным характеристикам, осваивались новые диапазоны волн, в том числе и миллиметровый. И та измерительная база, которая имелась в Институте, ее технические характеристики и класс точности уже не соответствовали уровню проводившихся разработок.

Перед метрологической службой встала сложная задача — обеспечить растущие потребности тематических подразделений в современной измерительной базе. За рубежом такая измерительная техника уже имелась. У нас в стране ее не было, и ее нужно было создавать.

Был принят ряд постановлений Совета Министров СССР, благодаря кото-

рым удалось подключить ведущие приборостроительные организации страны в Нижнем Новгороде, Киеве, Вильнюсе, Каунасе, Краснодаре для вывода приборостроительной отрасли на новый мировой уровень производства измерительной техники. Одновременно для оперативного удовлетворения нужд в измерительных средствах Министерство общего машиностроения выделило Институту валютные средства, на которые метрологическая служба осуществила закупку импортных приборов.

Благодаря этим мерам в Институте был преодолен дефицит в метрологическом обеспечении, в сжатые сроки была разработана аппаратура космической системы связи для трансляции телепередач с Олимпиады-80, проходившей в Москве. Была также



создана измерительная база для освоения миллиметрового диапазона волн. В 1987 г. был приобретен и введен в эксплуатацию эталонный комплекс частоты и времени Ч0-101 с погрешностью воспроизведения частоты $2 \cdot 10^{-14}$, создавший возможность проводить разработку бортового эталона частоты.

90-е годы многое изменили в жизни страны, Института, в том числе и метрологической службы. Завод «Радиоприбор» и экспериментальное производство были преобразованы в опытно-экспериментальный завод Института, создана объединенная метрологическая служба.

Первой и важнейшей задачей объединенной метрологической службы было нахождение эффективной формы ее существования в новых условиях хозрасчета внутри Института и рыночных условиях во внешнем мире. Необходимо было добиться аккредитации объединенной метрологической службы на право поверки средств измерений. Эти задачи были решены, и в 2003 г. метрологическая служба Института была аккредитована Госстандартом РФ.

Появившаяся у Института возможность приобретения импортной измерительной техники привела к появлению большого числа высокоточных, многофункциональных средств измерений, однако проводить поверку этих средств имеющимися отечественными эталонами было невозможно.

Метрологическая служба решила эту проблему, установив надежную связь со специализированными предприятиями, обеспечив их силами поверку и ремонт значительной части импортной измерительной техники. Часть задач удалось решить своими силами, несколько обновив свою эталонную базу и доработав методики поверки импортных измерительных приборов с помощью отечественных эталонов.

Заметный шаг в совершенствовании поверочных работ сделан в части

поверки рабочих стандартов частоты и времени. Взамен физически изношенного, громоздкого и энергоемкого водородного стандарта Ч0-101, введен в эксплуатацию малогабаритный, но не уступающий ему по точностным характеристикам стандарт частоты и времени Ч1-76А. Приобретена также и введена в эксплуатацию установка для сличения стандарта Ч1-76А с Государственным эта-



Стандарт частоты Ч1-76А

лоном частоты и времени. Рабочие места поверителя и ремонтника получили возможность повысить качество настройки и поверки рабочих стандартов частоты и высокоточных измерителей частоты.

Благодаря активным усилиям в 2011 году Институт аккредитован на право проведения метрологической экспертизы конструкторской, технологической, эксплуатационной и другой технической документации изделий РКТ. После длительного перерыва 90-х годов возобновилось проведение метрологических экспертиз. За период с 2011 по 2013 г. проведена метрологическая экспертиза технической документации на изделия БА КИС для аппаратуры «Ионосфера», «Зонд», «Канопус СТ», на центр управления системой ГЛОНАСС (ЦУС-УМ), на аппаратуру наземных станций контроля и управления системой межспутниковых измерений БАМИ, на аппаратуру КИС «Клен-Р» и многие другие. Всего за этот период метрологической экспертизе подвергнута документация на 75 систем, комплексов, отдельных приборов и КПА.

Все работы, выполняемые метрологической службой, проводятся в соответствии с требованиями Государственных и отраслевых стандартов по метрологии. Положения этих стандартов конкретизированы и в 2012 году оформлены в виде двух стандартов организации СТО ИВЯФ.460000-112 и СТО ИВЯФ.460000-113.

Особое место в работе метрологической службы занимает аттестация испытательного оборудования, состав которого в последние годы существенно обновился.

В ближайшей перспективе развития метрологической службы предполагается значительно расширить область аккредитации на право поверки средств измерений, а также аккредитоваться на право выполнения работ по аттестации методик измерений, что приведет к сокращению расходов на эти работы, выполняемые в сторонних организациях.

36. РАДИОЧАСТОТНЫЙ ЦЕНТР РОСКОСМОСА

Активное расширение в последние годы глобальной космической деятельности, которая сопровождается развитием средств космической связи и разнообразных видов телекоммуникаций, построенных на ее основе, резко обострило проблему распределения и использования частот электромагнитного спектра для различных космических применений, проблему электромагнитной совместимости разнообразных космических и наземных радиотехнических систем, а также сделало особенно актуальным освоение новых спектральных диапазонов.

Указанные вопросы имеют непосредственное отношение к деятельности Института как организации, занимающей лидирующие позиции в космической радиотехнике.

С 2002 г. на Институт возложена функция головной организации Роскосмоса по данным проблемам. В связи с этим в составе Института образован Радиочастотный центр (РЧЦ) Роскосмоса как самостоятельное подразделение.

РЧЦ проводит работы по трем основным направлениям:

- разработка предложений и обеспечение реализации единой технической политики в области распределения, использования и защиты орбитально-частотного ресурса в рамках Администрации связи России, во взаимодействии с аппаратом Государственной комиссии

по радиочастотам (ГКРЧ), радиочастотными органами Минсвязи (Минкомсвязи), Минобороны, ФАПСИ (ФСО), другими министерствами и ведомствами;

- научно-методическая и информационная поддержка разработок космических комплексов и систем в части использования радиочастотного ресурса, радиочастотное обеспечение ОКР, заявление, координация и регистрация частотных присвоений в МСЭ, контроль выполнения требований международных и федеральных НТД, установленного порядка использования радиочастотного спектра;

- международно-правовая защита (МПЗ) радиочастотного ресурса Российской Федерации, проведение работ по тематике исследований Сектора радиосвязи Международного



союза электросвязи (МСЭ-Р), его Исследовательской комиссии №7 (ИК-7), руководство Рабочей группой Администрации связи России по ИК-7, участие в работе межагентской Группы координации космических частот (SFCCG).

Международное использование радиочастотного спектра регулируется Международным союзом электросвязи (МСЭ), который является органом Организации Объединенных Наций. Нормативным документом МСЭ, является «Регламент радиосвязи». Документ изменяется и дополняется каждые 4 года в ходе Всемирных радиоконференций (ВКР) с целью учета потребностей развития служб радиосвязи, внедрения новых технологий, совершенствования существующих и прекращения действия устаревших систем радиосвязи.

Радиочастотный центр реализует через «Регламент радиосвязи» предложения Российской Федерации в части вопросов, касающихся служб космической эксплуатации, космических исследований, спутниковых исследований Земли, спутниковой метеорологии, вспомогательной метеорологии, межспутниковой службы.

В 2011-2013 годах Радиочастотным центром выполнены следующие основные работы:

1. Определены технические и эксплуатационные основы для принятия дополнительных распределений полос частот для научных космических служб;

2. Обеспечено научно-техническое сопровождение:

- распределения 27 новых полос радиочастот для использования спутниковой службой исследования Земли (пассивная) в диапазоне 275-1000 ГГц;

- распределения полосы частот 22,55-23,15 ГГц для перспективных исследований в рамках службы космических исследований (Земля-космос);

- обоснования защиты от помех со стороны воздушной подвижной службы полосы частот 37-38 ГГц, используемой службой космических исследований;

- распределения дополнительной полосы частот 7850-7900 МГц для метеорологической спутниковой службы (космос-Земля);

- определения в морской подвижной службе четырех полос частот для использования спутниковыми системами автоматического опознавания морских судов;

- вопросам уточнения ряда важных положений международного регулирования использования полос частот и геостационарной орбиты, которые связаны с вводом в действие и приостановкой использования спутниковых сетей.

3. Разработаны и обоснованы предложения по проведению единой технической политики отрасли в области эффективного использования радиочастотного спектра, обеспечению ЭМС и международно-правовой защиты частотных присвоений для космических комплексов и систем, позиции

Роскосмоса при выработке решений по 55 вопросам повестки дня Государственной комиссии по радиочастотам в интересах обеспечения Федеральной космической программы.

Контроль над деятельностью РЧЦ Роскосмоса осуществляется генеральным директором Института, начальником Радиочастотной службы Роскосмоса и Управлением космических систем навигации, связи и наземных комплексов управления Роскосмоса.

37. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, ПАТЕНТНАЯ ЗАЩИТА РАЗРАБОТОК

Информационные службы всегда играли важную роль в работе Института и тесно взаимодействующего с ним опытного завода, в повышении эффективности разработок и производства.

Одновременно с созданием Института в 1946-1947 гг. были организованы следующие подразделения:

- отдел научно-технической информации (ОНТИ);
- отдел технической документации (ОТД);
- отдел стандартизации (ОС);
- бюро рационализации и изобретательства (БРИЗ), в дальнейшем — патентный отдел (ПО).

Все эти подразделения (за исключением ОТД) со временем стали базовыми, головными отделами в Главном управлении Министерства общего машиностроения, которому подчинялся Институт.

Эти задачи эффективно решал ОНТИ, который в уменьшенном составе существует и сегодня в виде специализированного подразделения Института, которое было создано в 2005 г. как отделение информационных технологий, объединившее в себе вышеперечисленные подразделения.

Еще в период, предшествующий созданию Института, решалась актуальная задача подбора и перевода немецкой документации по ракетной технике, а затем и справочно-информационного обеспечения НИОКР. Поиск и отбор нужной информации для справочно-информационного обеспечения НИОКР производился из нескольких сотен наименований периодических изданий, более тысячи ежегодно приобретаемых книг для научно-технической библиотеки (в том числе зарубежных).

Была разработана и эффективно действовала длительное время (до 2001 г.) система информационного обеспечения разработчиков, включая выпуск информационного справочника, обзоров, проведения еженедельных «Дней информации», создание информационных «досье» по основным тематическим подразделениям и т.д.

С 27 мая 1947 г. в Институте начала функционировать своя типография. Начиная с 1948 г. регулярно издается научно-технический сборник Института. В дальнейшем издается отраслевой сборник «Вопросы радиоэлектроники» серии РКТ и ряд других информационных материалов для использования в отрасли.

В 1956 г. вышел «Справочник конструктора». Он пользовался большим спросом не только в Институте, но и на смежных предприятиях, и лег в основу последующего исправленного и дополненного 16-томного

«Руководящего технического материала (РТМ)» — справочника для конструкторов и разработчиков.

По мере развития ОНТИ оснащается хорошим полиграфическим оборудованием и в нем формируется высокопрофессиональная издательская группа. В 70-х годах ОНТИ Института преобразуется в Главной отдел научно-технической информации в отрасли и осуществляет руководство отделами и бюро научно-технической информации подведомственных предприятий по всем видам информационного обслуживания.

Для ОТД последнее десятилетие стало переломным в части обработки конструкторской документации (КД), перевода ее в электронный вид и перехода к электронному документообороту, что было давно назревшим шагом в модернизации Института.

В 2002 г. произведена закупка первых цифровых сканеров, плоттеров, копиров, компьютеров. Специалисты, никогда не занимавшиеся СВТ, быстро освоили новую технику, отрабатывая на ходу технологии проведения коррекции КД в электронном виде, взаимодействие с тематическими подразделениями. В течение трех лет ОТД был полностью компьютеризирован. В период 2004-2006 гг. была окончательно сформирована цифровая производственная база.

Ушли в прошлое машины РЭМ, выпускавшие КД на «синьках». Сегодняшняя техника позволяет из «синек» делать высококачественную КД как на бумажном, так и электронном носителях, оперативно проводить коррекцию КД на компьютерах, реализовывать безбумажную технологию передачи КД на производство.

Во всех передовых в техническом отношении странах стандартизация рассматривается как одно из важнейших средств ускорения научно-технического прогресса, внедрения рациональной организации производства, улучшения качества продукции, экономии трудовых и материальных ресурсов.

В нашем Институте такая служба существует с начала его становления — с момента образования НИИ-885 — и сегодня представлена отделом стандартизации (ОС) и научно-информационного обеспечения НИОКР, а также создаваемой службой корпоративной стандартизации.

На всех этапах своего существования ОС обеспечивал и обеспечивает решение всего комплекса стоящих перед ним задач, к числу которых относятся:

- внедрение систем стандартизации и отдельных стандартов по тематике Института;
- разработка государственных и отраслевых стандартов, стандартов организации и инструкций генерального конструктора;
- выполнение нормализационного контроля всей разрабатываемой организацией документации;

- проведение мероприятий по унификации конструктивных решений, закладываемых в КД;
- методическое руководство по указанным работам на прикрепленных предприятиях и предприятиях корпорации.

Значимую роль сыграл ОС при реорганизации Института в октябре 1974 г., когда все конструкторские отделы (КО) были объединены в единое конструкторское отделение. Объединение КО позволило резко повысить производительность труда конструкторов и уровень унификации разрабатываемой аппаратуры, что, кроме повышения надежности и уменьшения сроков разработки и отработки аппаратуры, значительно снизило затраты на подготовку и собственно производство аппаратуры.

В это же время значительно увеличилось количество стандартов, разрабатываемых ведущими специалистами Института, расширилась их тематика (ЭМС, СВЧ-аппаратура, надежность, линии радиосвязи, САПР и т.д.), стала повышаться категория стандартов: первоначально стандартные решения отрабатывались на СТП и инструкциях главного конструктора, а затем перерабатывались в ОСТы и ГОСТы.

В 90-е годы Институт вышел на международный уровень по вопросам стандартизации. В то время были налажены прямые связи с Международным консультативным комитетом по системам передачи космических данных (CCSDS).

Разработан и утвержден ГОСТ Р 50182-95 «Аппаратура бортовая. Система передачи сигналов оповещения с КА. Параметры сигналов радиолинии».

В период кризиса 90-х годов, при значительном сокращении объемов заказов и численности сотрудников предприятия, сократилась и численность отдела. Однако, несмотря на все трудности, отдел сохранил основные квалифицированные кадры и работоспособность.

На всех этапах истории Института ПО играл важную роль в защите его интеллектуального потенциала.

В определенный период времени ПО был базовым подразделением в отрасли. Наибольшая активность в рационализаторской и изобретательской работе пришлась на 80-е годы прошлого века.

Если в 1982 г. ПО оформил 70 заявок на изобретения, то в 1986-1987 гг. число заявок увеличилось до 250 в год, причем на 70% из них было получено положительное решение. Всего же, начиная с 1946 г., Институтом оформлено около 3000 авторских свидетельств на изобретения и патентов.

Сегодня ПО — самостоятельное подразделение Института. По окончании периода перестройки, с переходом на новые экономические взаимоотношения, ПО решает новые задачи по защите его интеллектуальной собственности и поддержке патентов, оформляемых Институтом.



Центр обработки данных

В последние годы информационное обеспечение сотрудников Института поднялось на новый уровень. Институт подключен при помощи широкополосного доступа к сети Интернет. Все подразделения оснащены автоматизированными рабочими местами (АРМ) для работы в сети. Кроме того в Институте организована внутренняя локальная сеть для обмена информацией между подразделениями. Информационные ресурсы этой сети содержат как официальную информацию –

приказы, распоряжения, инструкции, так и подборку обновляемой технической информации по тематике Института, включая пакеты актуального программного обеспечения, публикации сотрудников и другие материалы. С 2007 г. все ГОСТы, ОСТы поступают в локальную сеть, где пользователи могут использовать их в своей работе. В 2003 г. был организован на базе научно-технической библиотеки (НТБ) Интернет-класс. В настоящее время действует 146 рабочих мест с выходом в Интернет.

Имеется открытый сайт Института, который пополняется обновляемыми презентационными материалами.

В 2010 г. в Институте создан и введен в эксплуатацию центр обработки данных (ЦОД), позволяющий разместить до 180 серверных стоек с суммарным энергопотреблением до 2,5 МВт. Для обеспечения ЦОД надежными и высокоскоростными каналами связи, а также организации единого информационного пространства предприятий корпорации созданы и поддерживаются две оптические линии связи Института с крупнейшими коммуникационными центрами г. Москвы (ММТС9 и ММТС10).

В целях организации технического взаимодействия с цифровыми информационными сетями (ЦИС) и подразделениями по сбору, обработке, отображению и хранению информации, а также проведению плановых мероприятий (НТС, технических советов и т.д.) создан центр оперативного мониторинга



Зал видеоконференций

разработки и функционирования информационных систем «Ресурс», также позволяющий осуществлять сеансы видеоконференцсвязи.

На начало 2014 г. в Институте созданы несколько локальных вычислительных сетей, объединяющих более 3000 АРМ. Проводится постоянная модернизация и оптимизация развернутых локальных вычислительных сетей, серверного парка и автоматизированных систем предприятия.

В 2014 году в Институте было создано самостоятельное подразделение — «Отдел научно-технической информации» (ОНТИ). Отделом издается ежедневный новостной бюллетень по материалам иностранных средств массовой информации «Космос. Наука. Вооружения», проводятся ежегодные Всероссийские научно-технические конференции «Актуальные проблемы ракетно-космического приборостроения и информационных технологий». Издаются труды конференций, рецензируемый научно-технический журнал «Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы».

38. ТЕХНИКО-ИСТОРИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ

Прообразом современного технико-исторического музея Института стал Технический кабинет, организованный в 1960-1970 гг. Отделом научно-технической информации (ОНТИ). В кабинете были представлены образцы продукции, выпускаемые Институтом.

В 1983 г. приказом генерального директора НПО «Радиоприбор» Л.И. Гусева от 10.02.1983 № 54 был организован музей НИИ Приборостроения, (так в то время именовалось АО «Российские космические системы»), — «в целях воссоздания истории становления и развития НИИП, пропаганды трудовых достижений коллектива в области науки и техники и воспитания молодого поколения в духе лучших традиций Института».

Был утвержден Совет музея в составе 14 сотрудников и разработан план мероприятий по его организации, включающий обустройство помещений и сбор экспонатов. Музей занимал сравнительно небольшую площадь, но достаточно полно отражал основные научно-технические достижения и общественную жизнь Института, постоянно пополнялся экспонатами.

В 1993 г. в период социальной и структурной перестройки Института музей был расформирован, его экспонаты и исторические документы разошлись по подразделениям и были частично утрачены.

Представленный в настоящей книге технико-исторический музей АО «Российские космические системы» был создан в 2007 г. в честь 50-летия запуска первого искусственного спутника Земли, ознаменовавшего начало космической эры человечества (Приказ генерального директора — генерального конструктора Ю.М. Урличича от 08.03.2007 № 59).

Инициаторами создания музея стали сотрудники экспертно-аналитического центра (ЭАЦ), составной частью которого стал музей. ЭАЦ обеспечивает научно-методическую часть работы музея, формирование новых экспозиций и планирование его работы.

Сотрудники ЭАЦ вместе с коллективом Института разработали концепцию экспозиции и архитектурно-строительное оформление музея, включая презентационную часть, решили многие технические вопросы подбора экспонатов и документов, разработали методику использования музея на постоянной основе в интересах работающих и вновь поступающих сотрудников.

Музей состоит из двух залов, общей площадью 270 м², лекционной части на 35 мест, оборудованный современной проекционной техникой. Работы музея планируются на период 1 год.

Основные задачи технико-исторического музея — освещение исторического пути становления и развития Института. Музей в своей повседневной работе

выполняет представительские, учебно-образовательные, историко-архивные функции. На стендах музея представлены плакаты, фотографии, макеты изделий, отражающие многообразие созданных приборов и систем по тематическим направлениям деятельности, полученные Институтом правительственные награды и поздравления, данные о руководителях института и сотрудниках, внесших наибольший вклад в разработку систем ракетно-космической техники.

На территории музея проходят встречи и с вновь поступившими работниками, лекции и занятия со студентами вузов, заседания секций ежегодных научно-технических конференций, встречи и совещания руководителей института с руководителями и специалистами других предприятий и организаций. Музей посещают сотрудники подразделений Института, в музее проходят заседания секций научно-технического совета.

Практические работы музея показали, что он в достаточной степени загружен и работает эффективно.

Экспозиция музея постоянно обновляется и совершенствуется. Имеется небольшой архив письменных, имеющих историческую ценность документов, которые пополняются за счет рассекречивания проектных материалов, потерявших свою актуальность по срокам давности разработок.

Сотрудники экспертно-аналитического центра, владея разнообразными историческими материалами, в течение прошедших 8 лет подготовили несколько печатных изданий по истории Института. По мере поступления новых материалов эта работа продолжается.



Общий вид первого зала музея



Общий вид второго зала музея

ГЕРОИ И ЛАУРЕАТЫ

В техничеко-историком музее представлены два стенда с фотографиями сотрудников Института, которым присвоены звания Героев Советского Союза, Героев Социалистического Труда, Лауреатов Ленинской и Государственной премий, Лауреатов премии Правительства, Лауреатов премии Совета Министров СССР.

На одном из стендов — сотрудники, получившие награды в период их работы в Институте, а на другом — сотрудники, получившие награды во время работы на других предприятиях.



Стенд «ГЕРОИ И ЛАУРЕАТЫ»



**АЛЕКСЕНКО
АНДРЕЙ ГЕННАДЬЕВИЧ**
24.01.1934 г.-
07.04.2014 г.
Герой
Социалистического
Труда (1986).



**АППЕЛЬ
ВИКТОР ИЗРАИЛЕВИЧ**
11.06.1907 г.-1967 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1942).



**АРХАНГЕЛЬСКИЙ
ВЯЧЕСЛАВ АНДРЕЕВИЧ**
04.07.1933 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1974).



**АСТАПОВ
ВЛАДИМИР ВАЛЕРЬЕВИЧ**
22.01.1931 г.
23.01.2001 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1980).



**БАКИТЬКО
РУДОЛЬФ ВЛАДИМИРОВИЧ**
08.08.1934 г.
Лауреат
Государственной премии
СССР (1974), лауреат
Ленинской премии (1986).



**БЕЛОВ
НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ**
1912 г.-11.02.1982 г.
Дважды лауреат
Государственной премии
СССР (1943, 1946).



**БЕЛОУСОВ
АНАТОЛИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ**
29.04.1922 г.
Лауреат
Ленинской премии.



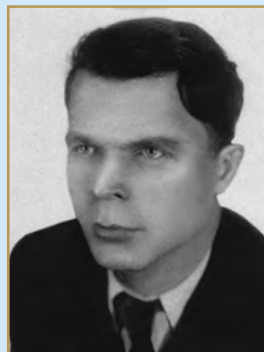
**БЕХТЕРЕВ
ЮРИЙ ИВАНОВИЧ**
25.12.1930 г.-
25.09.2004 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1974).



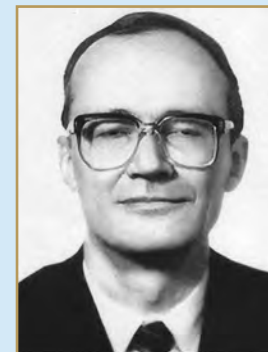
**БОГУСЛАВСКИЙ
ЕВГЕНИЙ ЯКОВЛЕВИЧ**
14.10.1917 г.-19.05.1969 г.
Герой Социалистического
Труда (1957). Лауреат
Государственной премии
СССР (1950), лауреат
Ленинской премии(1960).



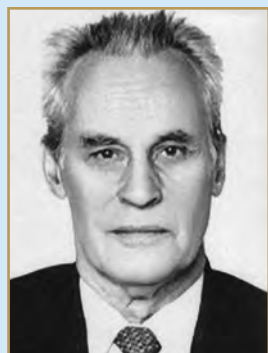
**БОЙКО НАТАЛЬЯ
АЛЕКСАНДРОВНА**
04.08.1935 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР
(1980).



**БОРИСЕНКО
МИХАИЛ ИВАНОВИЧ**
25.07.1917 г.- 02.01.1984 г.
Герой Социалистического
Труда (1957). Лауреат
Ленинской премии (1960),
лауреат Государственной
премии СССР (1978).



**ВАСИЛЬЕВ
ВЛАДИМИР ПАВЛОВИЧ**
18.03.1931 г. Лауреат
Государственной премии
СССР (1977), лауреат
Ленинской премии
(1988).



**ГАЛИН
ЕВГЕНИЙ НИКОЛАЕВИЧ**
18.08.1934 г.-
09.11.2006 г.
Лауреат Ленинской
премии (1970).



**ГЛАЗОВ СТАНИСЛАВ
СЕРГЕЕВИЧ**
25.07.1935 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1985).



**ГОРИН
БОРИС МИХАЙЛОВИЧ**
22.10.1937 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1983).



**ГРИШМАНОВСКИЙ
ВИКТОР
АЛЕКСАНДРОВИЧ**
10.02.1927 г. Лауреат
Гос. премии СССР (1976),
Ленинской премии
(1986).



**ГУБЕНКО
ЕВГЕНИЙ СТЕПАНОВИЧ**
01.10.1911 г.-1959 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1950).



**ГУСЕВ
ЛЕОНИД ИВАНОВИЧ**
03.04.1922 г.-11.03.2015 г.
Герой Социалистического
Труда (1961). Лауреат
Ленинской премии (1970),
лауреат Гос. премии СССР
(1982), лауреат Гос. премии
РФ (1996).



**ГУСЛЯКОВ
ВИКТОР ТИМОФЕЕВИЧ**
25.05.1933 г.- 2006 г.
Лауреат
Ленинской премии
(1976).



**ДАНИЛИН
НИКОЛАЙ СЕМЕНОВИЧ**
20.11.1937 г.
Лауреат премии
Совета Министров СССР
(1987).



**ДУНАЕВ
АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ**
07.09.1934 г.-
10.01.2014 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1973).



**ЕГОРОВ
БОРИС ГЕОРГИЕВИЧ**
02.03.1937 г.
Лауреат премии
Правительства РФ
(2003).



**ЕРЕМИН
ЮРИИ ГРИГОРЬЕВИЧ**
27.11.1929 г.-
15.02.2013 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1981).



**ЖАМАЛЕТДИНОВ
НАИМ ИСМАЙЛОВИЧ**
25.08.1936 г.
Лауреат премии
Правительства РФ
(2009).



**ЖАРИНОВ
НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ**
01.12.1930 г.
Лауреат премии
Совета Министров
СССР (1987).



**ЖУРАВЛЕВ
АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ**
17.04.1934 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1982).



**ЗАСЕЦКИЙ
ВАДИМ ВАСИЛЬЕВИЧ**
4.01.1927 г.-
28.05.2001 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1976).



**ЗОБОВ
НИКОЛАЙ МИХАЙЛОВИЧ**
25.12.1943 г.
Лауреат премии
Совета Министров
СССР (1987).



**ИВАНОВ
НИКОЛАЙ ЕМЕЛЬЯНОВИЧ**
27.03.1927 г.-
04.05.2006 г.
Лауреат Ленинской
премии (1976).



**ИГНАТОВ
СЕРГЕЙ ПАХОМОВИЧ**
19.01.1930 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1989).



**КАРПОВ
АНАТОЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ**
05.03.1937 г.-
01.11.2008 г.
Лауреат
Государственной
премии РФ (1996).



**КОЗЛОВ
АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ**
11.10.1937 г.-
18.10.2005 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1982).



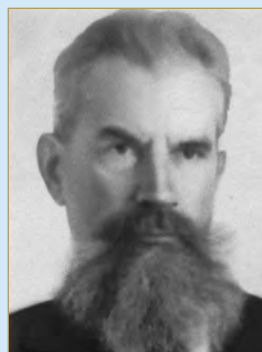
**КОЗИРЕВ
АНАТОЛИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ**
19.07.1927 г.
Лауреат премии Совета
Министров СССР (1987).



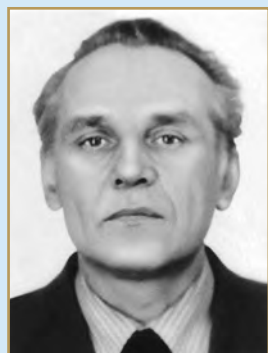
**КОНОПЛЕВ
БОРИС МИХАЙЛОВИЧ**
15.11.1912 г.-
24.10.1960 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1946).



**КРУГЛОВ
ЮРИЙ МИХАЙЛОВИЧ**
04.01.1924 г.-
25.12.2009 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1969).



**КРЫЛЬЦОВ
ИГОРЬ АЛЕКСЕЕВИЧ**
08.05.1919 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1953).



**КУРКИН
ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ**
29.10.1938 г.
Лауреат
премии Совета
Министров СССР
(1987).



**КУСТОДИЕВ
ВАЛЕРИЙ ДМИТРИЕВИЧ**
07.07.1937 г.
Лауреат
Государственной
премии РФ (2000).



**ЛАППО
ВЯЧЕСЛАВ ИВАНОВИЧ**
02.03.1921 г. -
13.12.1992 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1975).



**МАКАРОВ
ВАЛЕНТИН ИВАНОВИЧ**
26.06.1934 г. -
17.05.2010 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1981).



**МАКАРОВ
ЮРИЙ ФЕДОРОВИЧ**
20.04.1927 г.
Лауреат
Ленинской премии
(1970).



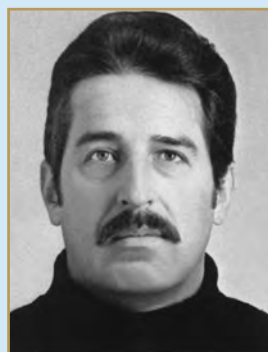
**МАНУКЯН
ЭДУАРД МИГРАНОВИЧ**
12.10.1913 г. -
27.07.2010 г.
Лауреат
Ленинской премии
(1957).



**МИХАЙЛОВ
СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ**
03.09.1927 г. -
20.12.1971 г.
Герой
Социалистического
Труда (1961).



**МОЛОТОВ
ЕВГЕНИЙ ПАВЛОВИЧ**
31.12.1929 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1986).



**МУХИН
ЕВГЕНИЙ ВИКТОРОВИЧ**
10.02.1938 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1981).



**МЯГКОВ
ИВАН ГЕОРГИЕВИЧ**
20.09.1926 г. -
15.11.1981 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1970).



**НЕСТЕРОВ
МИХАИЛ ГАВРИЛОВИЧ**
24.10.1906 г. -
1981 г.
Герой
Социалистического
Труда (1966).



**НОРВЕЙШИС
ИГОРЬ АНТОНОВИЧ**
14.09.1927 г. -
31.12.2002 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1985).



НУРОВ
ЮРИЙ ЛЬВОВИЧ
 10.08.1931 г.
 Лауреат
 премии Совета
 Министров
 СССР (1987).



ПЕШНЕВ
СЕРГЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ
 06.03.1918 г. -
 18.11.1968 г.
 Лауреат
 Государственной
 премии СССР (1950).



ПИЛЮГИН
НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ
 18.05.1908 г. -
 02.08.1982 г.
 Дважды Герой соц. труда
 (1956, 1961). Лауреат
 Ленинской премии (1957),
 лауреат Государственной
 премии СССР (1967).



ПЛИЕВ
ЛЕОНИД ФИЛИППОВИЧ
 06.08.1933 г. -
 08.12.2007 г.
 Лауреат премии
 Совета Министров СССР
 (1987).



ПОЗДНЯКОВ
ПЕТР ГРИГОРЬЕВИЧ
 04.12.1912 г.
 Лауреат Ленинской
 премии (1964).



ПОЛИКАНОВ
МИХАИЛ ФЕДОРОВИЧ
 21.09.1923 г. -
 05.05.1985 г.
 Лауреат
 Государственной
 премии СССР (1953).



ПОНОМАРЕВ
ДИМИТРИЙ АФАНАСЬЕВИЧ
 21.07.1928 г. -
 07.12.1982 г.
 Лауреат
 Государственной
 премии СССР (1978).



РЕЗАПКИН
НИКОЛАЙ СЕРАФИМОВИЧ
 20.03.1929 г. -
 08.12.2009 г.
 Дважды Лауреат
 Государственной
 премии СССР (1969, 1973).



РОГАЛЬСКИЙ
ВЛАДИСЛАВ ИВАНОВИЧ
 10.03.1932 г.
 Лауреат
 премии Правительства
 РФ (2003).



РЯБОВ
ВАСИЛИЙ ИГНАТЬЕВИЧ
 02.06.1923 г. -
 14.09.1978 г.
 Герой
 Социалистического
 Труда (1961).



РЯЗАНСКИЙ
МИХАИЛ СЕРГЕЕВИЧ
 05.04.1909 г. -
 05.08.1987 г.
 Герой Социалистического
 Труда (1956). Лауреат
 Ленинской премии (1957),
 лауреат Государственной
 премии СССР (1953).



САВЕЛЬЕВ
ГАВРИИЛ СТЕПАНОВИЧ
 06.04.1910 г.
 Лауреат
 Государственной
 премии СССР (1951).



**САЛИЩЕВ
ВАДИМ АЛЕКСАНДРОВИЧ**
21.03.1936 г.-
30.04.1999 г.
Лауреат Государственной
премии СССР (1978),
лауреат Ленинской
премии (1989).



**СЕЛИВАНОВ
АРНОЛЬД СЕРГЕЕВИЧ**
19.06.1935 г.
Лауреат Ленинской
премии СССР (1966),
лауреат Государственной
премии СССР (1986).



**СЕМЕНОВ
ГЕННАДИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ**
11.04.1931 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1981).



**СЕРГЕЕВ
БОРИС ГЕОРГИЕВИЧ**
14.11.1924 г.-
24.04.1995 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1973).



**СОРОКИН
ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ**
16.05.1922 г.-
14.07.2005 г.
Герой
Социалистического
Труда (1971).



**СТАРЦЕВ
ВЛАДИМИР КУЗЬМИЧ**
06.01.1932 г.
Лауреат
премии Правительства
РФ (2003).



**ТОПС
ВЛАДИМИР МИХАЙЛОВИЧ**
25.07.1913 г.-
04.08.1980 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1981).



**ТРАХТМАН
АВРААМ МЕНДЕЛЕВИЧ**
16.06.1918 г.-10.11.2003 г.
Лауреат Гос. премии СССР
(1946), лауреат Ленинской
премии (1960), лауреат
премии Совета Министров
СССР (1987).



**ТУНИК
ПЕТР АНДРЕЕВИЧ**
06.01.1914 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1950),
Лауреат Ленинской
премии (1966).



**ТУЧИН
ЮРИЙ МИХАЙЛОВИЧ**
27.10.1935 г.-
25.12.2011 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1989).



**УРЛИЧИЧ
ЮРИЙ МАТЭВИЧ**
03.08.1962 г.
Лауреат премии
Правительства РФ
(2003).



**ФЕДОРЕНКО
ГЕННАДИЙ МИХАЙЛОВИЧ**
08.07.1931 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1986).



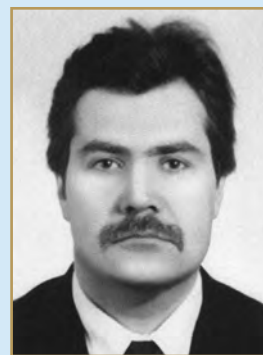
**ФИЛИППОВ
ФЕЛИКС ИВАНОВИЧ**
20.05.1928 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1977).



**ХОДАРЕВ
ЮЛИЙ КОНСТАНТИНОВИЧ**
28.06.1922 г. -
31.07.2008 г.
Лауреат
Ленинской премии
(1966).



**ХРЕНОВ
РАДИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ**
09.10.1931 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1980).



**ХРУСТИН
АНДРЕЙ ВИТАЛЬЕВИЧ**
18.10.1958 г.
Лауреат премии
Правительства
РФ (2003).



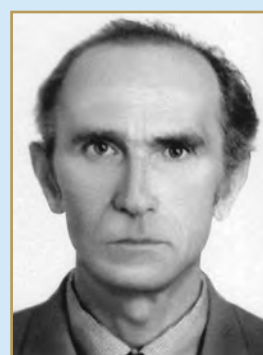
**ЧЕРЕНКОВ
ВЛАДИМИР ДМИТРИЕВИЧ**
26.10.1935 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1976).



**ЧУРКИН
АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ**
5.04.1925 г. -
30.01.2010 г.
Лауреат
Ленинской премии
(1973).



**ЧЕРЕВКОВ
КОНСТАНТИН ВЛАДИМИРОВИЧ**
17.06.1933 г. -
30.08.2014 г.
Лауреат
Государственной
премии СССР (1986).



**ЧЕРЕНКОВ
ВЯЧЕСЛАВ ВИКТОРОВИЧ**
03.02.1937 г.
Лауреат премии
Совета Министров
СССР (1987).



**ШАРГОРОДСКИЙ
ВИКТОР ДАНИИЛОВИЧ**
20.09.1939 г.
Лауреат премии
Совета Министров
СССР (1987).



**ШУСТОВ
ЮРИЙ ИВАНОВИЧ**
24.07.1939 г.
Лауреат
премии Совета
Министров СССР
(1987).



**ЯСТРЕБОВ
ВЛАДИМИР СЕРГЕЕВИЧ**
25.11.1924 г. -
16.06.2003 г. Лауреат
Ленинской премии
(1980).

ГЕРОИ И ЛАУРЕАТЫ, НАГРАЖДЕННЫЕ В ПЕРИОД ИХ РАБОТЫ НА ДРУГИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ



**БЕЗБОРОДОВ
ВЯЧЕСЛАВ ГЕОРГИЕВИЧ**
24.07.1948
Лауреат
Государственной
премии РФ (1999).



**ВАСИЛЬЕВ
МИХАИЛ БОРИСОВИЧ**
03.05.1937
Лауреат
Государственной
премии СССР (1974).



**ВИНОГРАДОВ
ИВАН ИВАНОВИЧ**
01.05.1905
Лауреат
Государственной
премии СССР (1943).



**ГЛАЗКОВ
ГЕОРГИЙ ПЕТРОВИЧ**
09.09.1911 - 25.05.1993
Герой Социалистического
Труда (1957).



**ГУСЬКОВ
ГЕННАДИЙ ЯКОВЛЕВИЧ**
25.09.1918-30.04.2002
Герой Социалистического
Труда (1961), Лауреат
Ленинской, Гос. премии
СССР (1961).



**КОЛЕСНИКОВ
НИКОЛАЙ ПАВЛОВИЧ**
23.03.1951
Лауреат премии
Правительства РФ (2004).



**НАЛИВАЙКО
ВЛАДИМИР ГЕОРГИЕВИЧ**
22.01.1922 - 28.02.1997
Герой Советского
Союза (1945).



**РАЙКУНОВ
ГЕННАДИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ**
03.12.1952
Лауреат премии
Правительства РФ (2008).



**СУББОТИН
ВАЛЕРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**
03.08.1946
Лауреат Гос.
премии РФ (1999).



**ТЮЛИН
АНДРЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ**
26.09.1961
Лауреат премии
Правительства РФ (2002).



**ФИНОГЕЕВ
ВЛАДИЛЕН ПЕТРОВИЧ**
19.06.1928 - 28.04.2014
Герой Социалистического
Труда (1961), Лауреат
Ленинской (1958), Гос. премии
СССР (1976).



**ЧЕРНЯВСКИЙ
ГРИГОРИЙ МАРКЕЛОВИЧ**
22.08.1926
Лауреат Ленинской премии
(1974), лауреат
Гос. премии СССР (1969).

СТРУКТУРА ЭКСПОЗИЦИИ МУЗЕЯ

Техническая экспозиция музея состоит из 15-ти разделов, представляющих в историческом плане основные направления создания приборов и систем научного и социально-экономического назначения (НСЭН) в Институте:

- системы управления первыми баллистическими ракетами;
- бортовая аппаратура первого спутника;
- системы и приборы, входящие в состав наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ);
- бортовая и наземная аппаратура командно-измерительных систем (КИС);
- радиотехнические системы пилотируемых комплексов;
- космические навигационные и геодезические системы;
- бортовая и наземная аппаратура для космических исследований;
- международная космическая система поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ;
- приборы ракетной и спутниковой телеметрии;
- системы и приборы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);
- радиоприемные и передающие устройства для систем космической связи и навигации;
- антенные системы;
- лазерные системы;
- малоразмерные космические аппараты (МКА);
- технологии производства бортовой и наземной аппаратуры.

Экспозиция музея уникальна. На стендах представлено свыше 300 экспонатов. В большинстве это подлинные приборы, разработанные и изготовленные в Институте с момента его образования по сегодняшний день. Количество экспонатов постоянно прибавляется.

В технической экспозиции представлено большое количество макетов космической техники (первый спутник, ракета Р-7, «Луноход», МТК «Буран», станция «Мир», КА «Глонасс» и др.), выполненных с большой детализацией.

Дополняют техническую экспозицию наглядные пособия в виде плакатов, расположенных на стенах музея и в залах. На плакатах приведены подробные сведения об отдельных направлениях деятельности, перспективные направления (ЭРА ГЛОНАСС, Социальный ГЛОНАСС, МИР, КОСПАС и др.).

Так же в залах музея представлены стенды, посвященные первому космонавту Земли — Юрию Алексеевичу Гагарину и основателю и первому главному конструктору Института — Михаилу Сергеевичу Рязанскому.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКИМИ РАКЕТАМИ

4 октября 1957 г. ракетой Р-7 был запущен первый в мире искусственный спутник Земли. 12 апреля 1961 г. комбинированная (радио и автономная) система управления ракетой Р-7 обеспечила доставку на орбиту космическим кораблем «Восток» первого космонавта Земли Ю.А. Гагарина.

Комбинированная система управления была разработана Институтом в 1950-1957 гг.

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Главный конструктор системы Н.А. Пилюгин

Предназначена для управления ракетой при старте, а также на всех стадиях полета: на траектории движения первой ступени, при плавном разделении ступеней, при полете второй ступени и отделении корабля «Восток».

Состав входящих подсистем

- ✦ подсистема управления автоматикой двигателя;
- ✦ автомат нормальной и боковой стабилизации центра масс;
- ✦ автомат угловой стабилизации вокруг центра масс;
- ✦ подсистема регулирования кажущейся скорости, опорожнения и синхронизации топливных баков;
- ✦ автомат управления дальностью.

СИСТЕМА РАДИОУПРАВЛЕНИЯ

Главный конструктор системы М.С. Рязанский

Предназначена для управления ракетой по направлению (Боковая коррекция) и по дальности на основе измерения шести параметров движения в конце активного участка траектории.

Наземная аппаратура установлена на двух пунктах (главном и зеркальном), расположенных в 250км. от старта.

Аппаратура главного пункта:


- ✦ передающие и приемные устройства;
- ✦ антенные устройства;
- ✦ устройства шифрации – дешифрации сигналов;
- ✦ радиолокационная станция наведения;
- ✦ радиопеленгатор;
- ✦ устройство выделения скорости;
- ✦ счетно – решающее устройство;
- ✦ устройства регистрации и управления.

Аппаратура зеркального пункта:

- ✦ передающие и приемные устройства;
- ✦ антенные устройства;
- ✦ устройства шифрации – дешифрации сигналов;
- ✦ радиолокационная станция наведения.

Бортовая аппаратура:

- ✦ передающие и приемные устройства;
- ✦ программируемые антенны;
- ✦ программные устройства;
- ✦ устройства сопряжения с автономной системой управления;
- ✦ устройства шифрации – дешифрации сигналов



Главный токораспределитель



Измерительно-преобразовательная головка



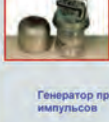
Усилитель-преобразователь



Прибор нормальной и боковой стабилизации



Усилитель системы регулирования



Измерительно-преобразовательная головка автомата управления дальности



Генератор программных импульсов




Сдвигаемая антенна



Усилитель-преобразователь сигналов слежения бортовых антенн




Приемное устройство




Передающее устройство



Пеленгационная антенна системы локационного наведения наземных антенн




Передающая (прямая) антенна



Радиоприемное устройство



Стойка управления системы локационного наведения антенн



Радиопередающее устройство

Радио- и автономная системы управления ракетой Р-7

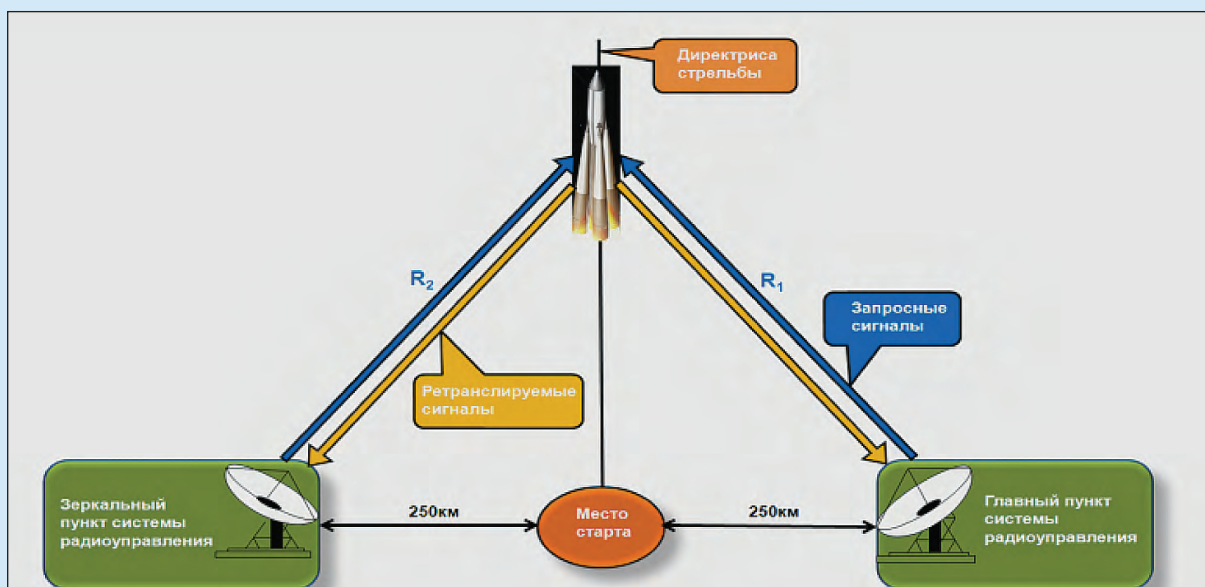


Схема импульсной разностно-дальномерной системы радиуправления ракетой Р-7 первого этапа. Разработка 1953-1957 гг.

Управление по дальности

На главном пункте в счетно-решающем устройстве по результатам измерения шести параметров движения ракеты производилось вычисление функционала управления по дальности и выдача команд на выключение двигателя.

Управление по направлению

В бортовой радиоаппаратуре по результатам измерения бокового отклонения и углового отклонения в вертикальной плоскости вырабатывался сигнал ошибки, используемый для коррекции движения ракеты в автомате боковой стабилизации.

Измеряемые параметры движения ракеты

R — наклонная дальность

\dot{R} — радиальная скорость

$\Delta R = R_1 - R_2$ — разность хода радиолучей

$\dot{\Delta R}$ — скорость изменения разности ΔR

β — угловое отклонение ракеты в вертикальной плоскости

$\dot{\beta}$ — скорость изменения углового отклонения ракеты в вертикальной плоскости

Схема управления ракетой Р-7

БОРТОВАЯ АППАРАТУРА ПЕРВОГО СПУТНИКА



Общий вид спутника



Конструкция спутника

На переднем плане – передающее устройство

С помощью межконтинентальной ракеты Р-7 4 октября 1957 г. был запущен первый в мире искусственный спутник Земли (ПС-1). Макет спутника представлен в масштабе 1:1. Его вес – 83,6 кг, диаметр контейнера – 580 мм.



**Макет ракеты Р-7
Масштаб 1:25**

Радио- и автономная системы управления ракетой Р-7 были разработаны НИИ-885. Год разработки – 1957

В состав спутника ПС-1 входило передающее устройство Д200, состоящее из двух радиопередатчиков.



Д200

Радиопередающее устройство первого искусственного спутника Земли (ИСЗ)

Частоты излучения – 20 МГц, 40 МГц.

Выходная мощность – 1 Вт.

Масса – 3,5 кг.

Габаритные размеры – 425x145x182 мм.

Структура сигнала – телеграфные посылки
длительностью 0,2-0,3 сек.

Передаваемая телеметрическая информация:

– температура внутри ИСЗ;

– давление внутри ИСЗ.

Год разработки – 1957



**ПРЕЗИДИУМ АКАДЕМИИ НАУК СОЮЗА
СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК**

в заседании своем 29 декабря 1961 года присудил

Ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
Научно-исследовательскому институту № 885 Государственного
комитета Совета Министров СССР по радиоэлектронике

МЕДАЛЬ

**В ЧЕСТЬ ЗАПУСКА В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ
ПЕРВОГО В МИРЕ
ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ**

ПРЕЗИДЕНТ АКАДЕМИИ НАУК СССР

ГЛАВНЫЙ УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
ПРЕЗИДИУМА АКАДЕМИИ НАУК СССР

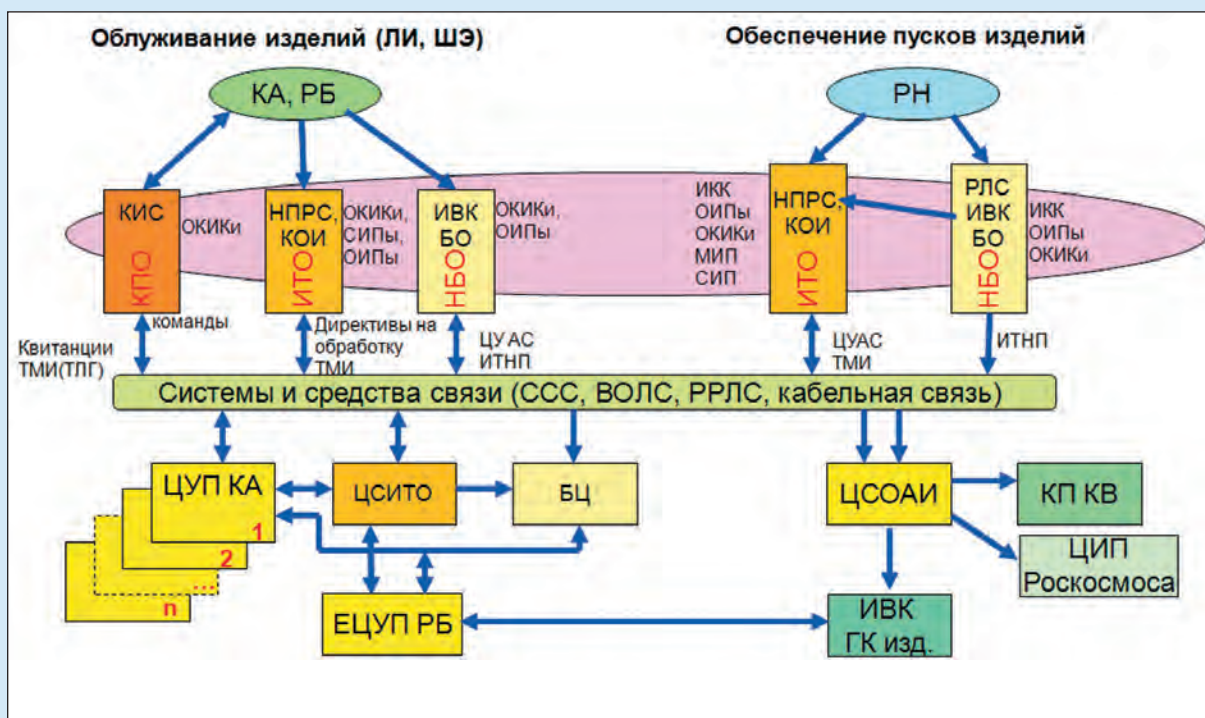
г. МОСКВА



Удостоверение к медали

НАЗЕМНЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ

Единый государственный наземный автоматизированный комплекс управления КА и измерений представляет собой функциональное и техническое объединение средств НАКУ КА, измерительных комплексов космодромов (ИКК), а также центров (пунктов) управления КА и измерений, находящихся в ведении Роскосмоса и других государственных структур, предназначенных для управления КА и информационного обеспечения пусков изделий ракетно-космической техники.



Структура Единого ГосНАКУ КА и измерений



Командно-измерительная система Ки-диапазона (КИП14)
Обеспечивает работу КА «Глонасс», «Молния», «Гейзер».
Год разработки – 1970



Автоматизированное рабочее место универсальной наземной командно-измерительной системы (УКИС) «Клен»
УКИС «Клен» является элементом наземного комплекса управления и составной частью многоцелевой космической системы ретрансляции.
Год разработки – 1995

Плавучий командно-измерительный комплекс НАКУ

В состав НАКУ вошли плавучие командно-измерительные пункты (КИП), размещенные на научно-исследовательских судах (НИС) морского флота «АКАДЕМИК СЕРГЕЙ КОРОЛЕВ», «КОСМОНАВТ ВЛАДИМИР КОМАРОВ», «КОСМОНАВТ ЮРИЙ ГАГАРИН».



**«АКАДЕМИК
СЕРГЕЙ КОРОЛЕВ»**
Год постройки – 1970



**«КОСМОНАВТ
ЮРИЙ ГАГАРИН»**
Год постройки – 1971

Для расширения возможности работы НАКУ по стационарным, связным и навигационным КА и обеспечения контроля движения головных частей баллистических ракет в состав НАКУ были включены плавучие измерительные пункты: корабль «МАРШАЛ КРЫЛОВ» и четыре однотипных корабля типа «КОСМОНАВТ ВИКТОР ПАЦАЕВ».

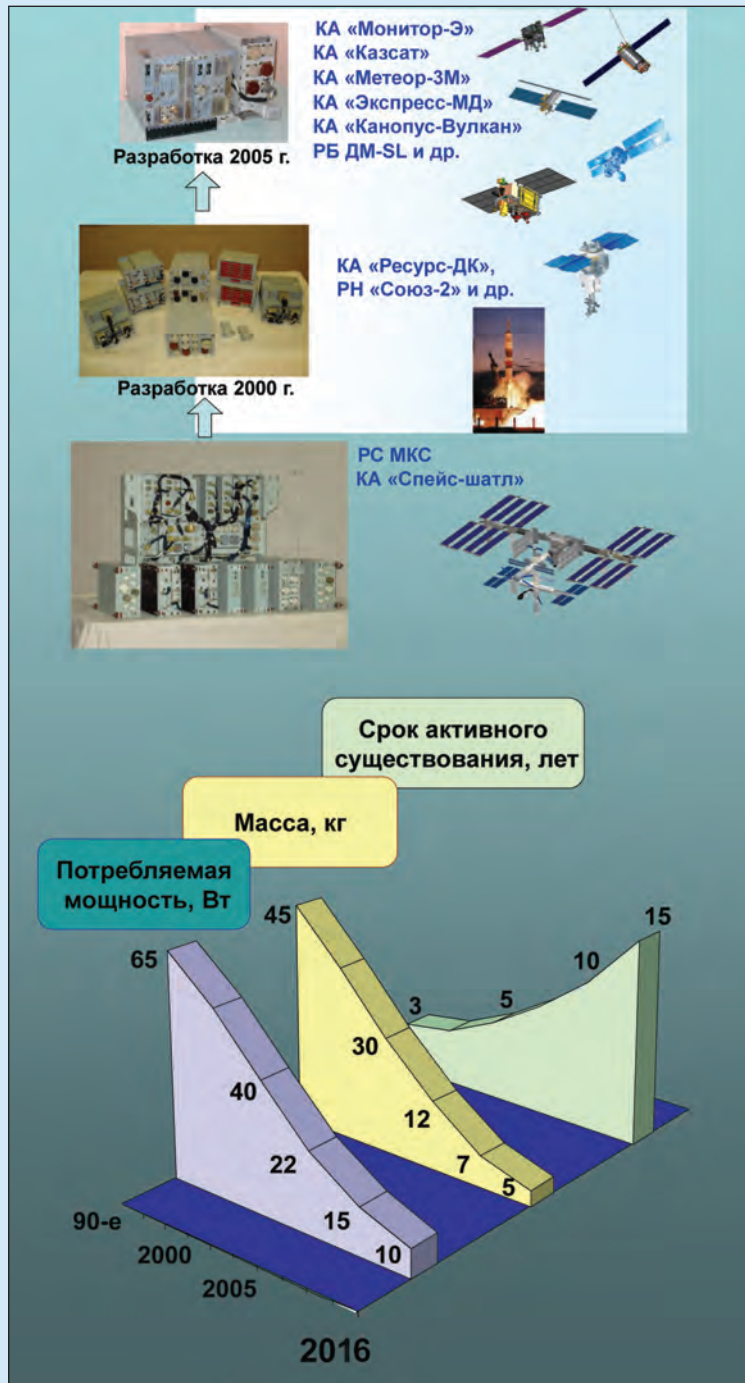


«КОСМОНАВТ ВИКТОР ПАЦАЕВ»
Год постройки – 1968



«МАРШАЛ КРЫЛОВ»
Год постройки – 1989

КОМАНДНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



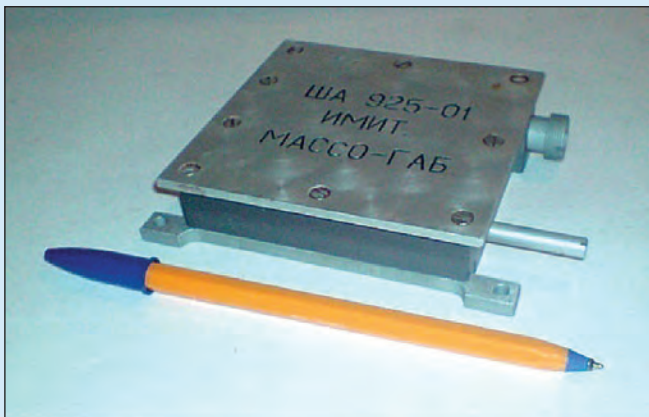
Бортовая аппаратура командно-измерительных систем (КИС)



ЦА907Б
БА КИС для КА «Экспресс», «Sesat»
С-диапазон
 Масса – 57 кг.
 Год разработки – 1991



Малозумящий усилитель на
НЕМТ транзисторах
Ku-диапазон
 Применяется в наземной приемной аппаратуре КИС «Квант-Д».
 Коэффициент усиления $K_y > 26$.
 Собственная температура шума $K_{ш} > 500\text{K}$.
 Охлаждение трехкаскадной термобатарей.
 Год разработки – 1985



ША925-01
Усилитель мощности
 Прибор предназначен для усиления мощности входного СВЧ-сигнала в составе бортовой аппаратуры КИС КА «Монитор-Э», «Канопус», «Стерх», «Метеор».
 Масса прибора – 0,3 кг.
 Год разработки – 1995



Малозумящий усилитель – квантовый парамагнитный усилитель (мазер)

Применяется в антенно-приемных комплексах систем дальней космической связи на входе приемных устройств.

Реализованная шумовая температура – 50 К.

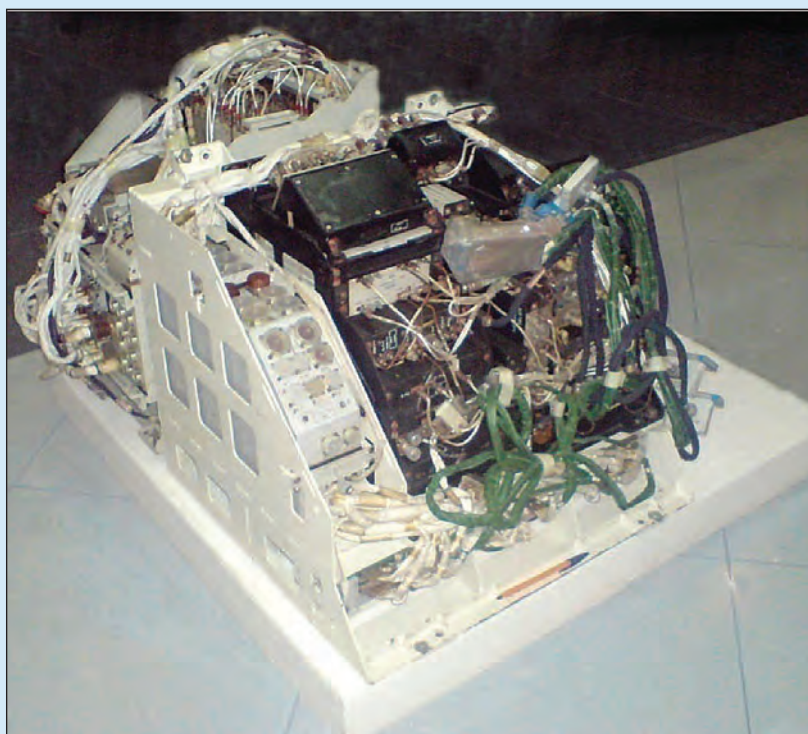
Год разработки – 1960

БА КИС КА «Молния-3К»

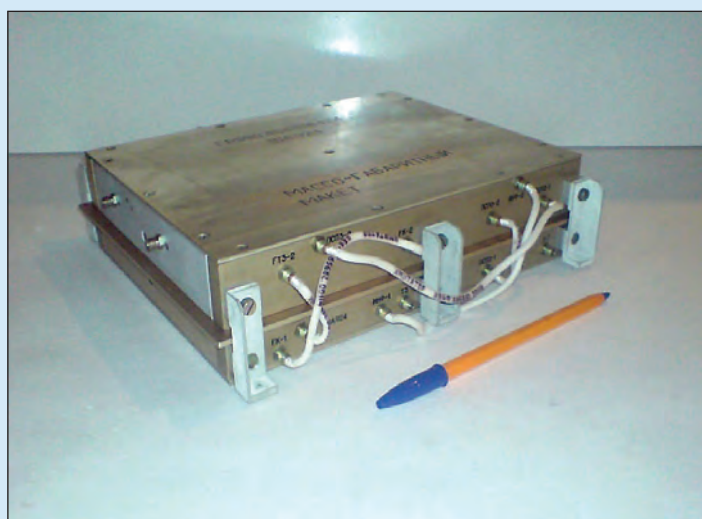
Ku-диапазона

Масса – 110 кг.

Год разработки – 1994

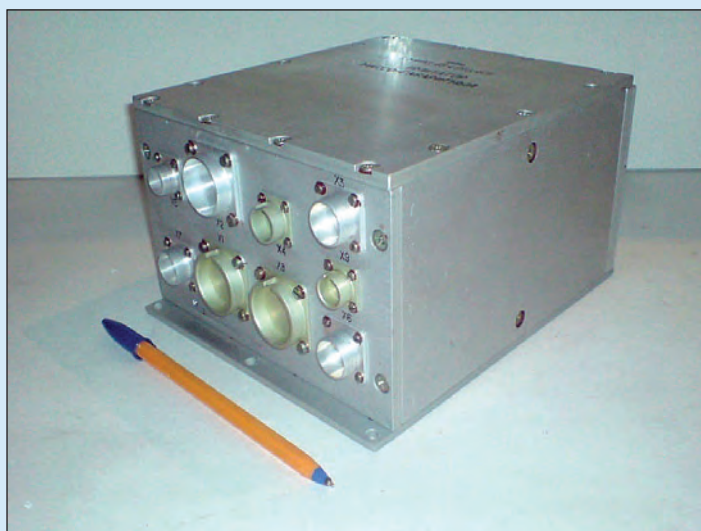


СА159
Бортовой коммутатор
Содержит оптронные каскады
гальванической развязки.
Устанавливался в системе
управления МТКС «Буран».
Год разработки – 1985



ША924
Приемопередающее устройство
Применялось в составе БА КИС
КА «Монитор-Э», «Метеор»,
«KazSat», «Спектр», «Экспресс-МД».
Масса – 3 кг.
Год разработки – 1985

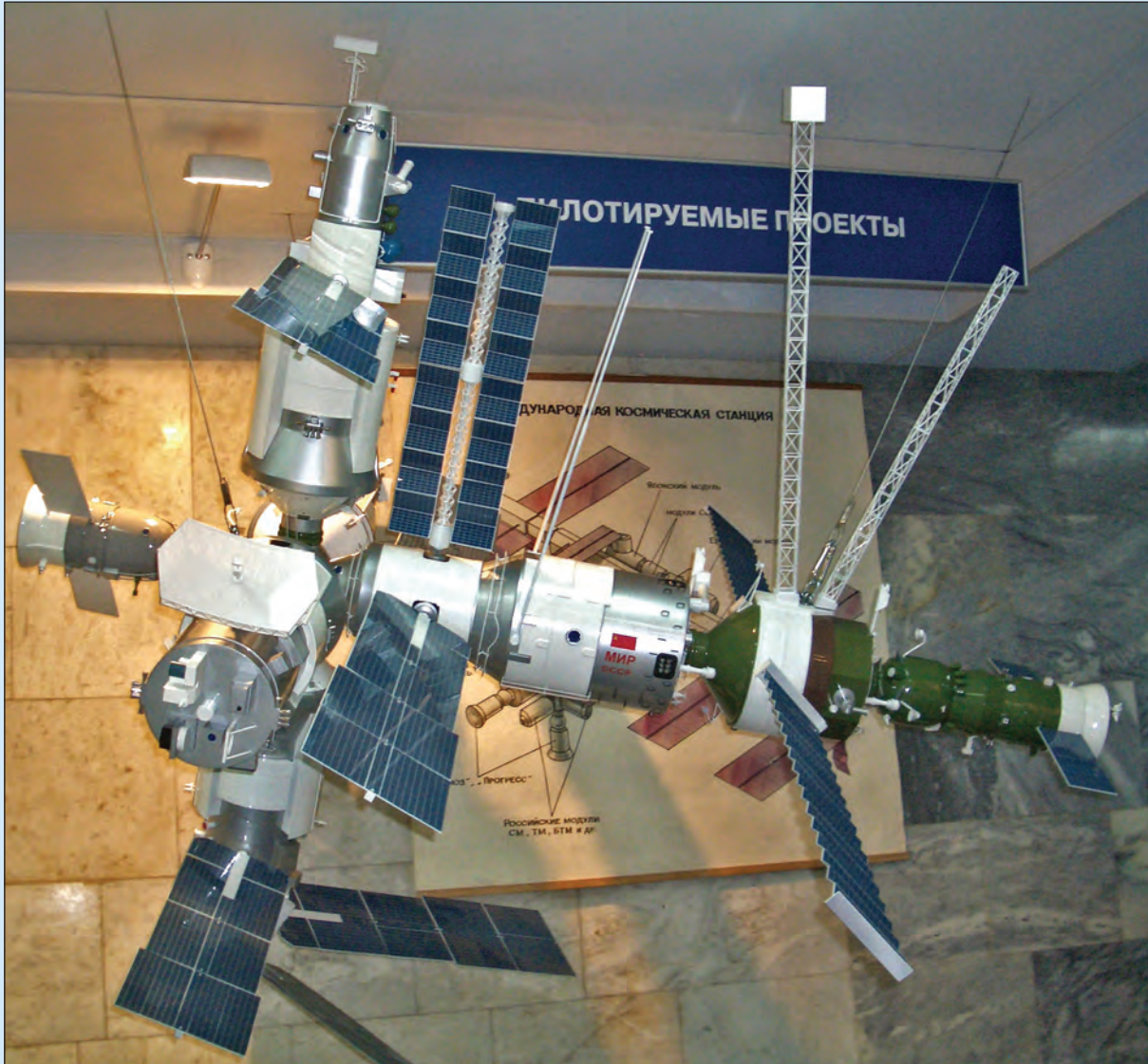
ЦА048
**Дешифратор командно-программной
информации**
Применялся в составе БА КИС
КА «Монитор-Э», «Метеор»,
«KazSat», «Спектр»,
«Экспресс-МД».
Масса – 3 кг.
Год разработки – 1985





Командно-измерительные станции КИС ГПКС (2003-2006 гг.)

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПИЛОТИРУЕМЫХ КОМПЛЕКСОВ



Макет долговременной орбитальной станции «Мир» (масштаб 1:20)

- Станция проработала на орбите с декабря 1986 г. по март 2001 г.
Радиотехнические бортовые системы, созданные для станции «Мир»:
- система связи с наземными пунктами «Квант-В»;
 - система связи через спутник-ретранслятор «Антарес»;
 - системы телеизмерений БР9-ЦУ3, БР9-ЦУ4, БР9-ЦУ5.

Модуль «Природа» станции «Мир» был оснащен разработанной в организации системой ДЗЗ в составе многозональных сканирующих устройств и радиолиний для передачи информации со скоростью до 128 Мбит/с

**Макет многоразовой
транспортной космической
системы (МТКС)
«Энергия» – «Буран»
(масштаб 1:20)**

Первый пуск ракетносителя
«Энергия» состоялся 15 мая 1987 г.

Пуск системы МТКС

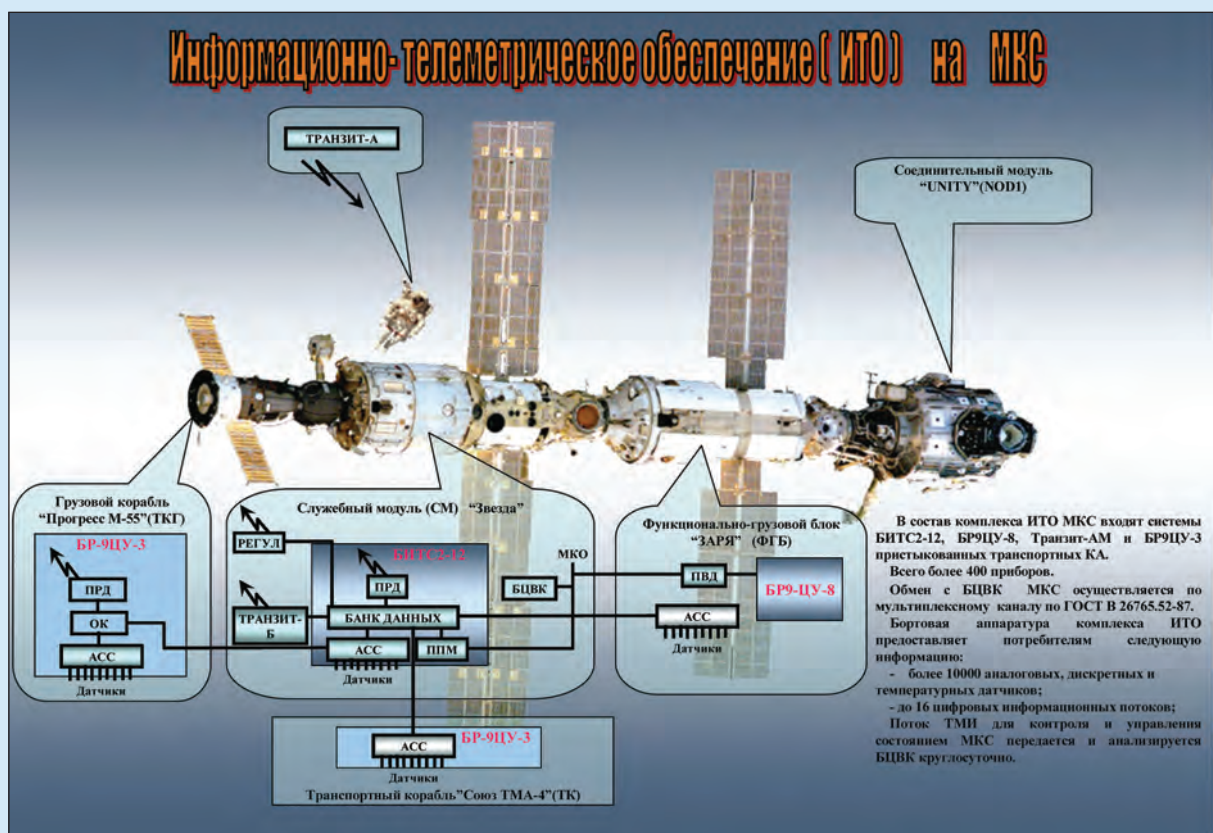
«Энергия» – «Буран»
произведен 15 ноября 1988 г.

Радиотехнические системы,
созданные предприятием
для МТКС «Энергия» – «Буран»:

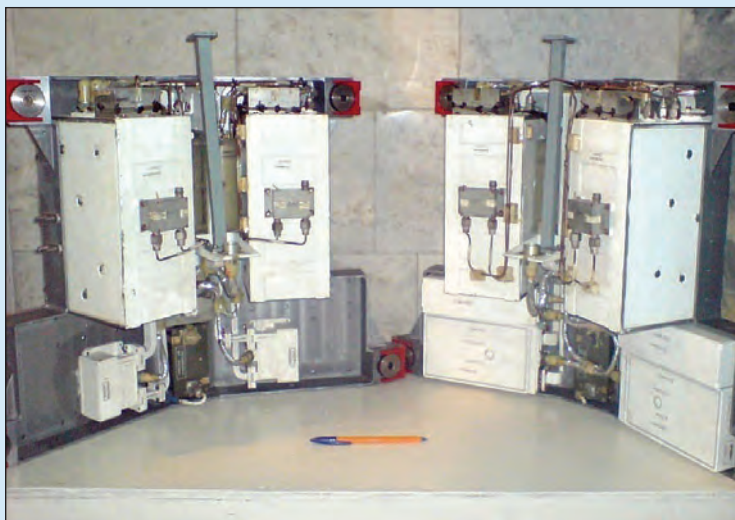
- бортовой радиокomплекс связи;
- система спутниковой навигации;
- радиовысотомер;
- бортовые информационные
телеметрические системы
БИТС-2-1, БИТС-2-4



Информационно-телеметрическое обеспечение (ИТО) на МКС

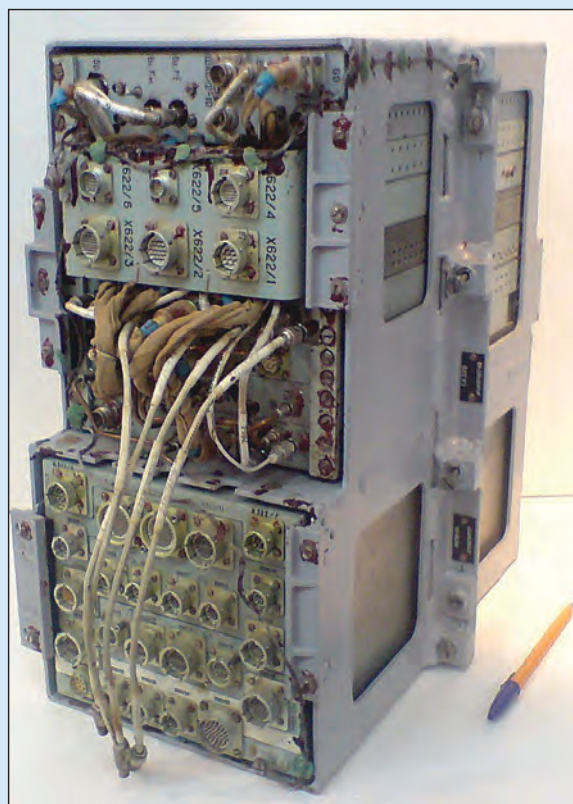


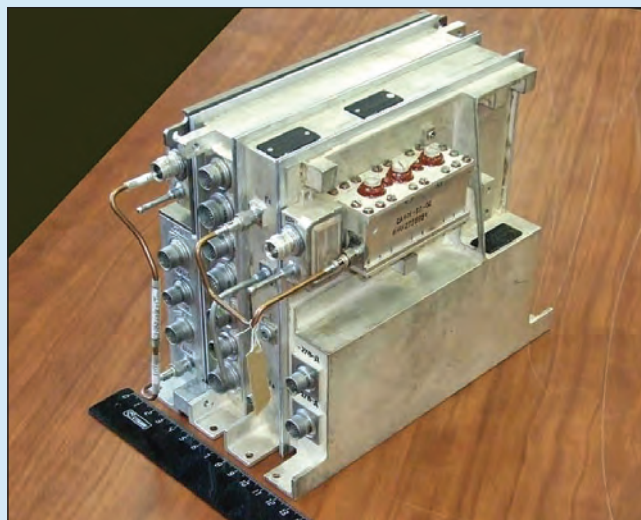
Структура бортовой ТМ системы международной космической станции (МКС)



ША317
Дублированный комплект
приемного устройства
широкополосной радиолнии
передачи информации системы
«Лири» СМ диапазона
 Применяется в служебном
 модуле МКС.
 Год разработки – 1980

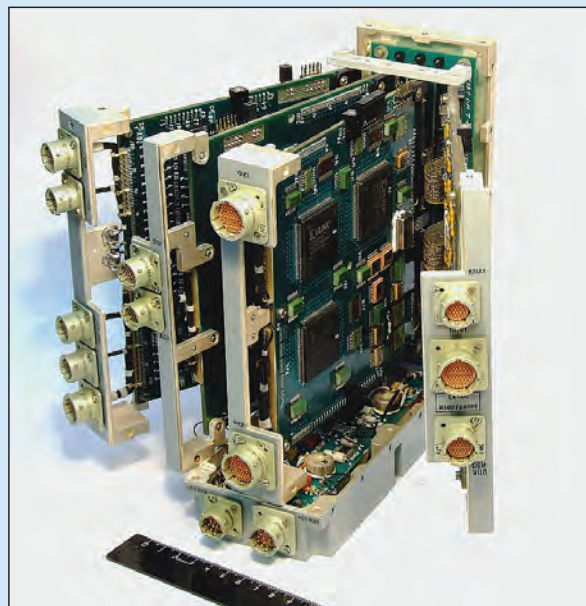
«РЕГУЛ-ОС»
Бортовой комплекс
управления и связи
 Устанавливался на МТКС «Бурани»,
 на кораблях «Союз», «Прогресс»
 и на разгонных блоках.
 Работает в структуре единого цифрового
 потока (ЕЦП) как с наземным
 радиокomплексом КИС «Квант-П»,
 так и со спутниковым контуром
 управления через СР «Альгаир».
 Год разработки – 1985



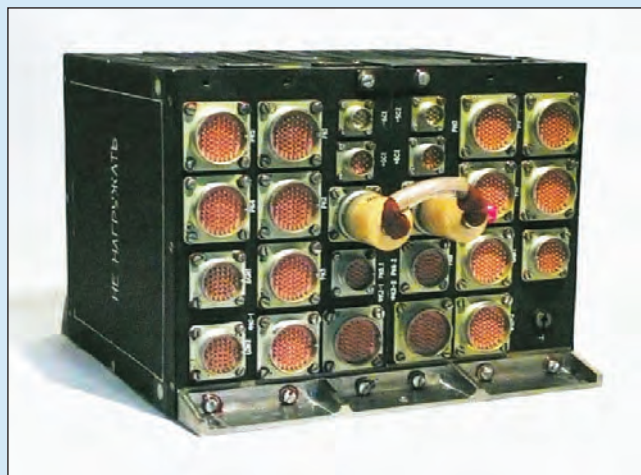


СА401
Приемопередающее устройство
S-диапазона
 Применяется в телекомандной системе
 (ТКС) КА «Канопус-В» и БКА.
 Год разработки – 2008

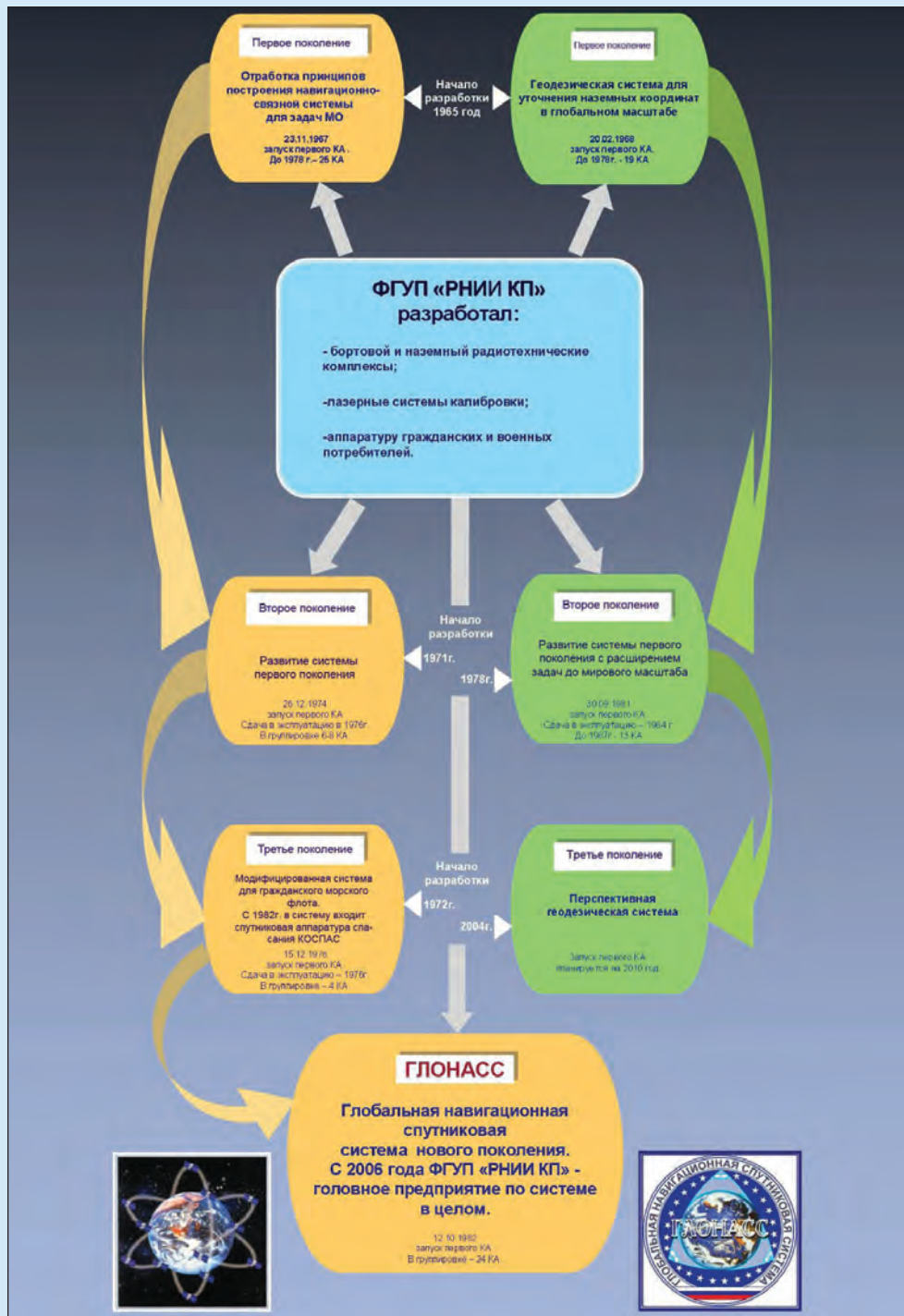
СА400А
Устройство цифровой обработки
 Применяется в телекомандной
 системе (ТКС)
 КА «Канопус-В» и БКА.
 Год разработки – 2008



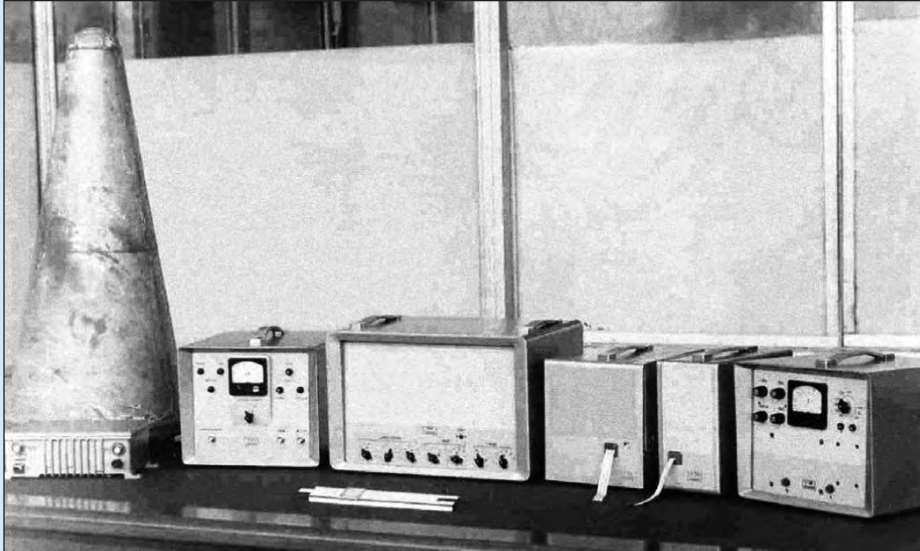
ТА424
Блок разовых команд
 Входит в состав телекомандной системы
 (ТКС) КА «Канопус-В» и БКА.
 Год разработки – 2008



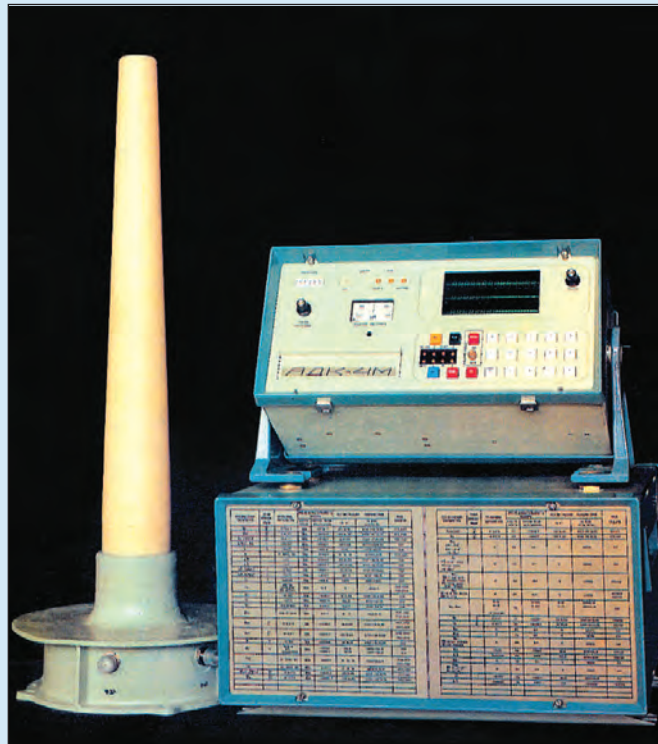
КОСМИЧЕСКИЕ НАВИГАЦИОННЫЕ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ



**Вклад организации в создание и развитие космических навигационных
и геодезических систем**



Аппаратура доплеровских измерений «Сфера-Н» (1968 г.)



Абонентская навигационная аппаратура второго поколения для гражданских морских судов (1975 г.)



**Макет космического аппарата системы ГЛОНАСС
(масштаб 1:20)**

Радиотехнические системы, созданные организацией для КА «ГЛОНАСС»:

БИНК – бортовой информационно-навигационный комплекс, осуществляющий формирование и излучение навигационных сигналов;

БКУ – бортовой комплекс управления, формирующий командно-программно-траекторную и телеметрическую информацию. Первый КА «ГЛОНАСС» был выведен на орбиту 12 октября 1982 года

Проект «ЭРА-ГЛОНАСС» поддержан Комиссией при Президенте Российской Федерации по модернизации и технологическому развитию экономики России



«Ошибки человека должны максимально компенсироваться системой безопасности транспортных средств»
 «По разным данным, за год в мире погибает более миллиона человек и каждый пятый из них – ребенок. По сути, ежегодно с карты мира исчезает большой город, мегаполис»
 19 ноября 2009 года
 Первый заместитель министра информации
 по безопасности дорожного движения
 Президент России Д. Медведев

Россия занимает 3-е место в мире по количеству ДТП после Египта и Украины

От 28 до 35 тыс. человек в год погибает при ДТП
 78% - доля лиц трудоспособного возраста из числа погибших
 476 млрд. руб. (2,6% ВВП) - ущерб в результате ДТП
 56% пострадавших в ДТП умерли до прибытия в лечебные учреждения



СТРУКТУРА СИСТЕМЫ



ОСНОВНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ «ЭРА-ГЛОНАСС»



Проект системы экстренного реагирования при авариях «ЭРА-ГЛОНАСС»

ПРЕДПОСЫЛКИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА



ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Повышение качества жизни инвалидов через развитие безбарьерной техносферы с использованием новейших информационных и навигационных технологий



ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

- Создание условий для реализации социальных стандартов в жизни лиц с инвалидностью
- Вовлечение лиц с инвалидностью в производственные процессы при реализации проекта, создание дополнительных рабочих мест
- Обеспечение персонализированной информационной поддержки лиц с инвалидностью: путями, историей, близкими, инвалидизация, навигационными и телекоммуникационными технологиями
- Создание выделенной общероссийской телекоммуникационной инфраструктуры и социальной сети для лиц с инвалидностью



АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ НАВИГАЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ И ЭКСТРЕННОЙ ПОМОЩИ ИНВАЛИДАМ (ПРОЕКТ «ОПЕКУН»)



Проект «Социальный ГЛОНАСС»



ПРОЕКТ «МИР»

ПРОБЛЕМА

В настоящее время в России отсутствует единый механизм комплексного мониторинга и обеспечения безопасности объектов инфраструктуры и ресурсов страны во всех ее аспектах.

ЦЕЛИ ПРОЕКТА

Обеспечение централизованного сбора, обработки и комплексного анализа информации о состоянии широкого круга экономических и социально значимых объектов инфраструктуры государства.
 Прогнозирование негативных техногенных, природных, социальных процессов и их последствий.
 Координированное принятие управленческих решений.

ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Создание единого информационного пространства, позволяющего объединить разрозненные системы мониторинга объектов инфраструктуры и ресурсов.
 Обеспечение органов государственной власти объективной информацией о состоянии критических и аварийных состояний объектов и ресурсов.
 Развитие информационной системы комплексного анализа и поддержки принятия управленческих решений (экспертная система).

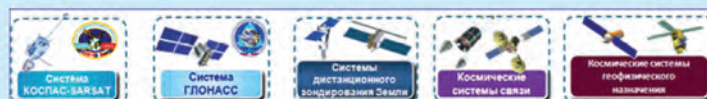
ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ

Проект «МИР» позволяет объединить современные высокотехнологичные навигационные и телекоммуникационные системы, геопространственные базы данных - это даст мультипликативный эффект и послужит катализатором инновационного развития экономики Российской Федерации.
 Интеграция систем «МИР» и «Электронное правительство» позволит создать механизм эффективного взаимодействия органов власти и населения, что станет важной составляющей в области развития всестороннего контроля за состоянием и использованием объектов и ресурсов. Пользователям в органы исполнительной власти и местного самоуправления регионов будет обеспечена возможность составления прогнозных запросов к информационной базе, получение данных для изучения и последующей аналитической обработки.

СТРУКТУРА ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА



КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ – ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ УСЛОВИЕ УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «МИР»



Проект автоматизированной системы комплексного государственного мониторинга объектов инфраструктуры и ресурсов России «МИР»

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ – «ТРАНСМАСТЕР».

«Система обеспечивает решение задач мониторинга и управления транспортными средствами (ТС) как в масштабе регионов, так и в масштабе федерального округа/областного подразделения. Оперативные службы получают достоверную информацию о местоположении и состоянии ТС, что значительно повышает их эффективность.»



СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МЕСТОНаХОЖДЕНИЯ ПЕРЕНОСНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ В ПЕРИОД ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ИЗБИРАТЕЛЬНЫХ КАМПАНИЙ

«Система, автоматизируя устройство мониторинга перемещений и учета, предназначена для мониторинга перемещений специально оборудованных контейнеров для голосования в режиме реального времени и принятия решений при возникновении нештатных ситуаций.»



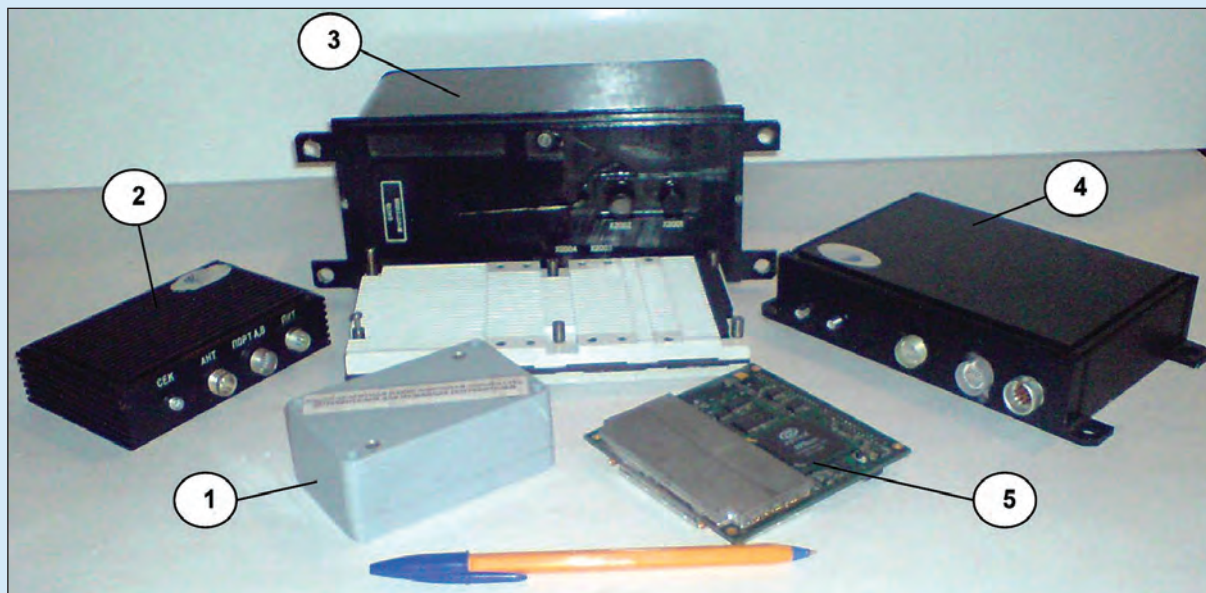
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА РЫБОПРОМЫСЛОВЫХ СУДОВ

«Специализированная навигационно-информационная система на основе НАЛ ГЛОНАСС создана в интересах рыбохозяйства. Система обеспечивает мониторинг рыбопромысловых судов.»

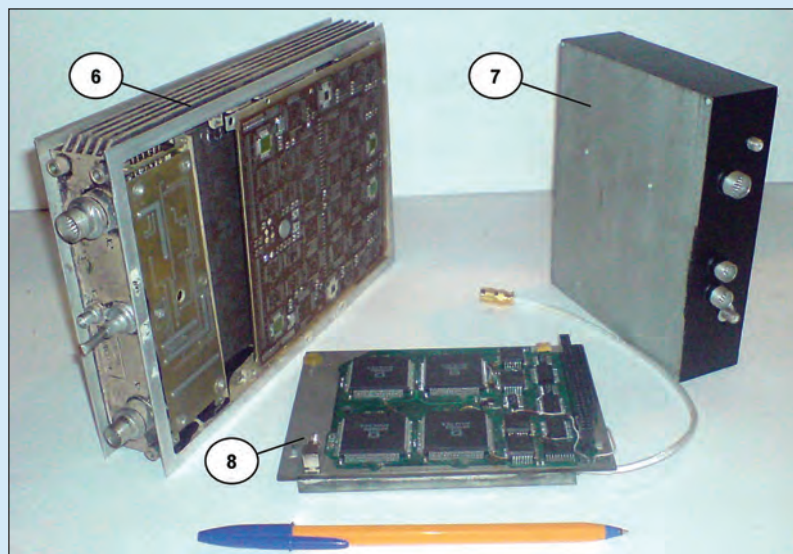


Навигационно-информационные системы на базе ГЛОНАСС

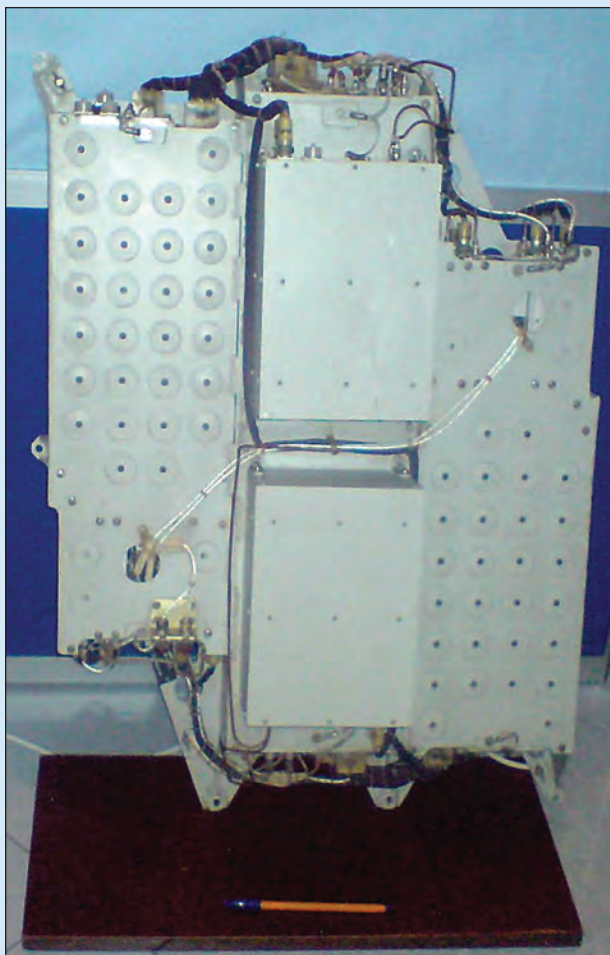
Аппаратура потребителей ГЛОНАСС первого поколения



1. Навигационная аппаратура для наземных пользователей.
2. АСН-Ф. Стационарная аппаратура высокоточного местоопределения наземных объектов и измерения ионосферной задержки.
3. Универсальная бортовая аппаратура спутниковой навигации.
4. Прибор обработки сигналов ГНС для определения азимута.
5. Универсальная плата двухпроцессорного 50-канального навигационного приемовычислителя.



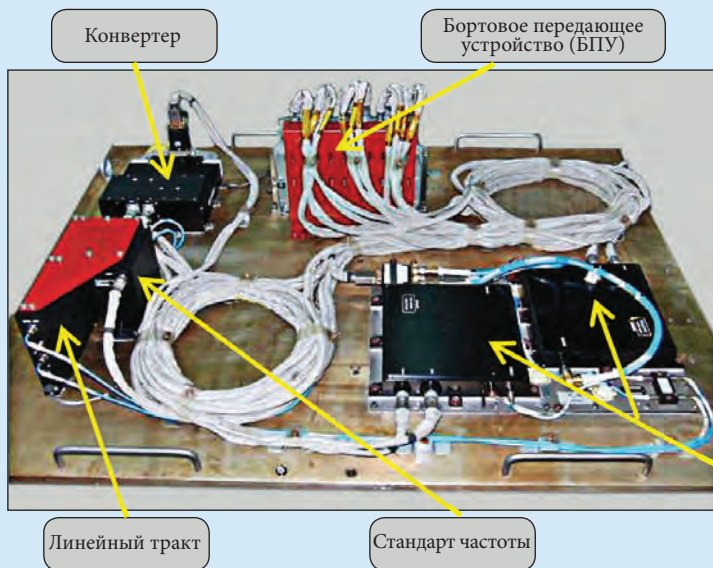
- 6-7. Модели универсальных 24-канальных навигационных приемовычислителей.
8. Плата универсального приемовычислителя.



ЦА023
Бортовая навигационная
аппаратура первого поколения
Год разработки – 1979

Панель лазерных ретрофлекторов
(уголковые отражатели)
Устанавливается на КА и используется
при лазерной локации для решения
геодинамических,
геодезических, навигационных,
научных и прикладных задач и
эталонирования радиосистем
измерения траектории движения КА.
Год разработки – 1979

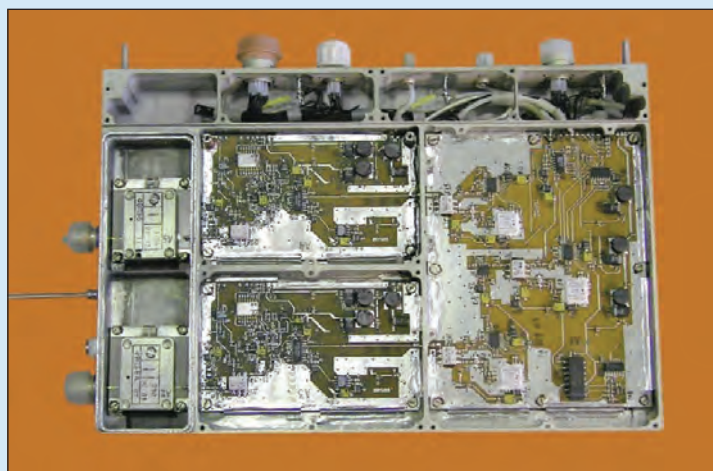
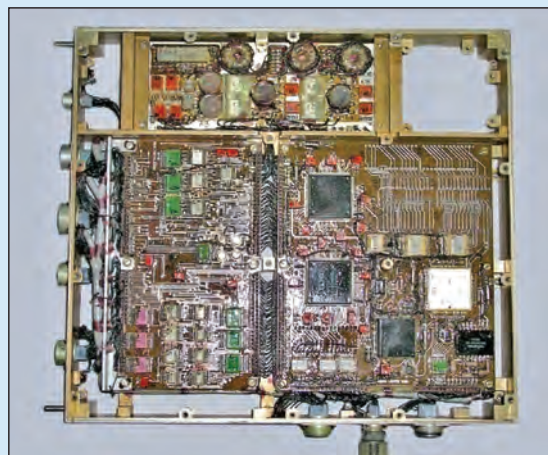




**Бортовой ретранслятор (БРТР)
сигналов системы
дифференциальной коррекции и
мониторинга (СДКМ)**
Входит в состав дифференциальной
системы коррекции и мониторинга
ГНС ГЛОНАСС.
Год разработки – 2009

Моноблок усилителя
мощности

ТА308
**Бортовой источник навигационного
сигнала системы ГЛОНАСС**
Формирователь навигационного кадра
(ФНК) для навигационных радиосигналов
диапазонов L1 и L2 с частотным
разделением.
Год разработки – 2000

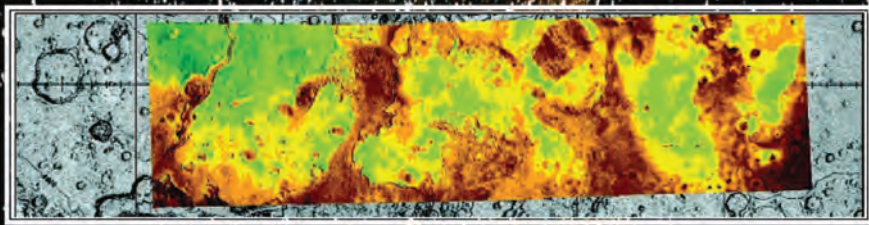


ША 889
**Бортовой источник
навигационного сигнала**
Формирователь навигационного
радиосигнала (ФНРС)
системы ГЛОНАСС.
Год разработки – 2000



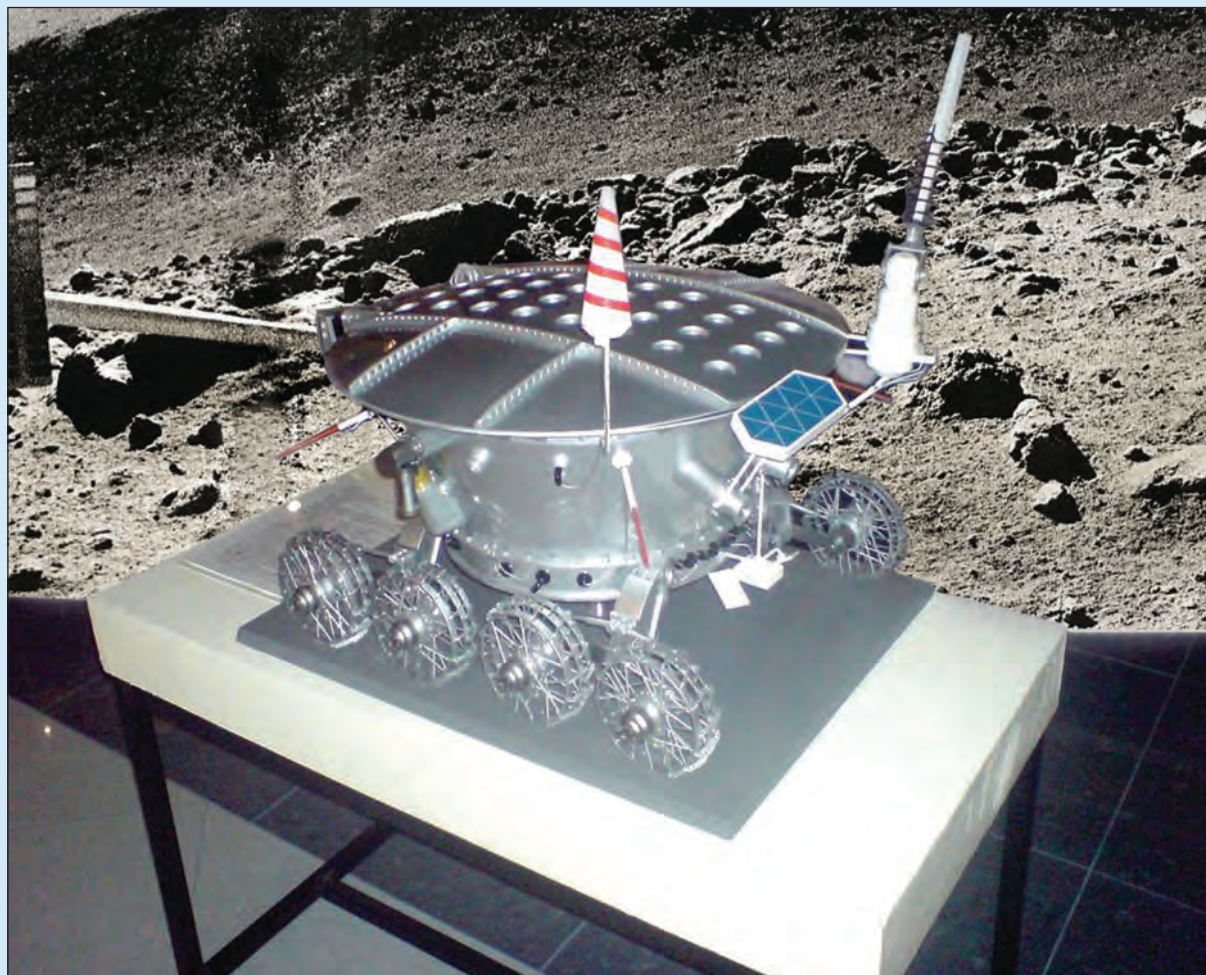
Космический аппарат «ГЛОНАСС-К»
Третье поколение КА системы ГЛОНАСС.
Срок активного существования – 10 лет.
Запущен 26 февраля 2011 г.

ДАТА	МИССИЯ	ВКЛАД
1959	Первая фотосъемка части обратной стороны Луны («Луна-3»)	Радиосистемы для управления, передачи и приёма служебной и научной информации.
1965	Завершение фотосъемки обратной стороны Луны. Создание лунного глобуса («Зонд-3»)	Фототелевизионные системы. Бортовые и наземные радиосистемы.
1966	Первая мягкая посадка на Луну, получение первой лунной панорамы («Луна-9»)	Панорамная телевизионная камера. Бортовые и наземные радиосистемы.
1970-1973	Создание первых дистанционно-управляемых роботов на Луне («Луноход-1, 2»)	Телевизионные и радиосистемы дистанционного управления, обзорные телевизионные системы.
1970-1976	Доставка лунного грунта на Землю («Луна-16», «Луна-20», «Луна-24»)	Радиосистемы посадочной платформы и возвращаемого аппарата.
1970-1972	Достижение поверхности Венеры с помощью спускаемых аппаратов («Венера-7,8»)	Радиосистемы орбитального и спускаемого аппаратов, наземный комплекс управления.
1975-1982	Получение первых чёрно-белых и цветных панорам с поверхности Венеры («Венера-9,10,13,14»)	Панорамные камеры, бортовые и наземные радиосистемы.
1975	Создание первого искусственного спутника (ИС) Марса. Получение первых цветных снимков поверхности («Марс-5»)	Фототелевизионные устройства, бортовые и наземные радиосистемы.
1983-1984	Радиолокационная съемка поверхности Венеры с борта ее ИС («Венера-15, 16»)	Бортовые и наземные радиосистемы.
1972-1985	Изучение солнечно-земных связей с высоко-апогейных спутников («Прогноз 1-10»)	Бортовые и наземные радиосистемы.
1983-1986	Долговременные астрофизические исследования с космических обсерваторий («Астрон», «Гранат»)	Бортовые и наземные радиосистемы.
1984-1986	Посадка на поверхность Венеры, полёт двух зондов в атмосфере Венеры, пролёт орбитального аппарата вблизи кометы Галлея («Вега-1», «Вега-2»)	Бортовые и наземные радиосистемы, радиосистемы азэростатных зондов.
1988	Исследование Марса и Фобоса. Тепловая съёмка экваториальной области Марса. Получение карт тепловой инерции («Фобос-2»)	Бортовые и наземные радиосистемы, тепловизионная камера «Термоскан».
1995-2000	Изучение солнечно-земных связей с помощью многоспутниковой группировки («ИНТЕРБОЛ-1», «ИНТЕРБОЛ-2»)	Бортовые и наземные радиосистемы.
2011	Исследование Марса. Возврат грунта с Фобоса - спутника Марса (проект «Фобос-Грунт»)	Бортовые и наземные радиосистемы.
2011	Исследование объектов Вселенной в радиодиапазоне совместно с наземными радиотелескопами (проект «Спектр-Р»)	Радиоуправление КА, система высокоскоростной передачи данных.



Карта тепловой инерции поверхности Марса, полученная по результатам тепловой съёмки с КА «Фобос-2». (1988 г.)

Вклад Института в космические исследования



«Луноход-1» (макет)

На поверхность Луны были доставлены два аппарата: «Луноход-1» и «Луноход-2».

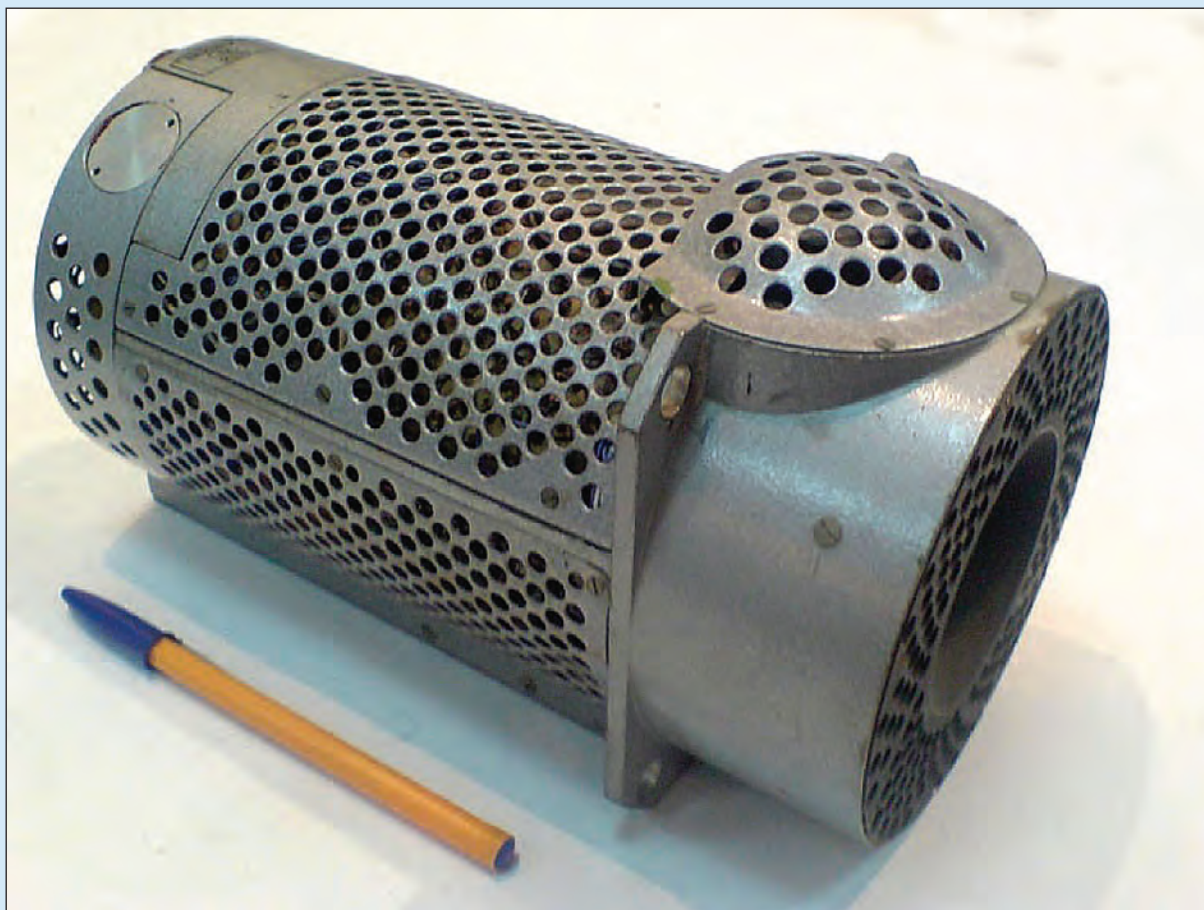
«Луноход-1» проработал с 17.11.1970 по 04.10.1971.

«Луноход-2» проработал с 16.01.1973 по 26.03.1973.

Для «Луноход-1, -2» разработаны:

- аппаратура передачи программно-траекторной и научной информации;
- система малокадрового телевидения МКТВ и панорамные камеры, предназначенные для управления движением аппаратов по поверхности Луны;

Масса каждого из аппаратов – 756 кг.



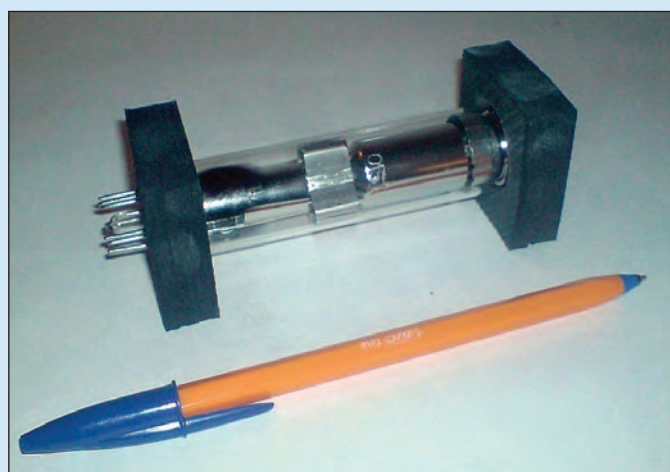
ЭА030

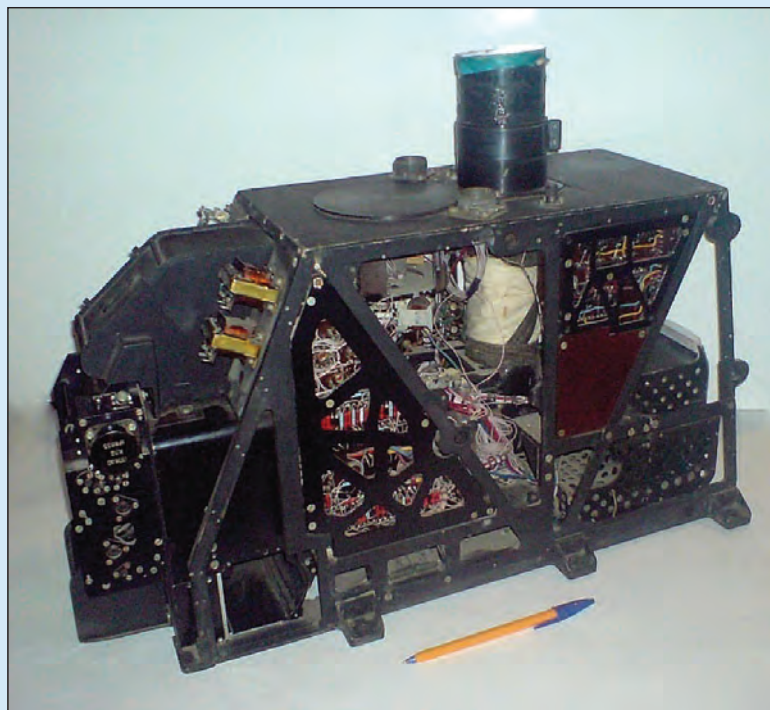
Малокадровая телевизионная камера

Основной прибор системы
 малокадрового телевидения (МКТВ) автоматических лунных самоходных
 аппаратов «Луноход-1» и «Луноход-2». Масса – 2 кг.
 Год разработки – 1968

ЛИ414

**Видикон с регулируемой
 памятью типа «Пермахон»**
 Используется в камерах
 МКТВ луноходов.
 Разработан по заданию
 ФГУП «РНИИ КП»
 во ВНИИ ЭЛП (г. Ленинград).
 Год разработки – 1966





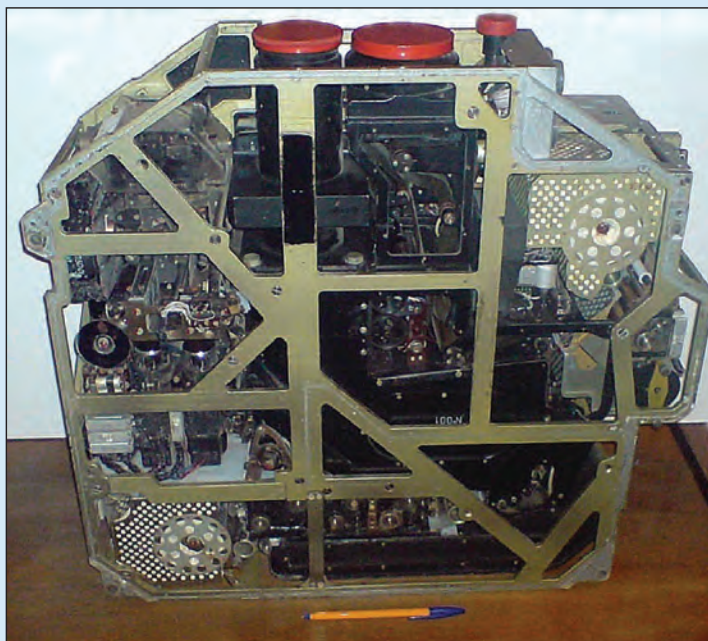
ФТУ13

Фототелевизионное устройство
 Разрабатывалось для первой
 съемки обратной стороны Луны
 в 1958-1959 гг. на конкурсных
 началах с НИИ-380
 (г. Ленинград)

ФТУ14

Фототелевизионное устройство
 Разработано в 1960-1963 гг.
 для съемки Марса и Венеры –
 КА «Марс-1» (1962 г.)
 и «Венера-3» (1965 г.).

В ФТУ используется совмещенная
 узкоугольная и широкоугольная
 съемочная камера с пленкой
 шириной 70 мм разработки
 Красногорского оптико-
 механического завода.
 Химико-фотографическая
 обработка пленки проводилась
 на борту

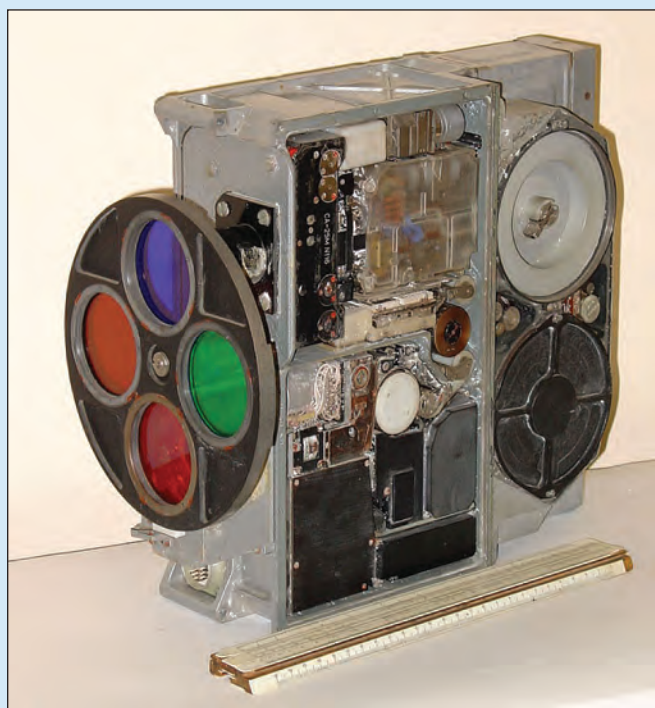
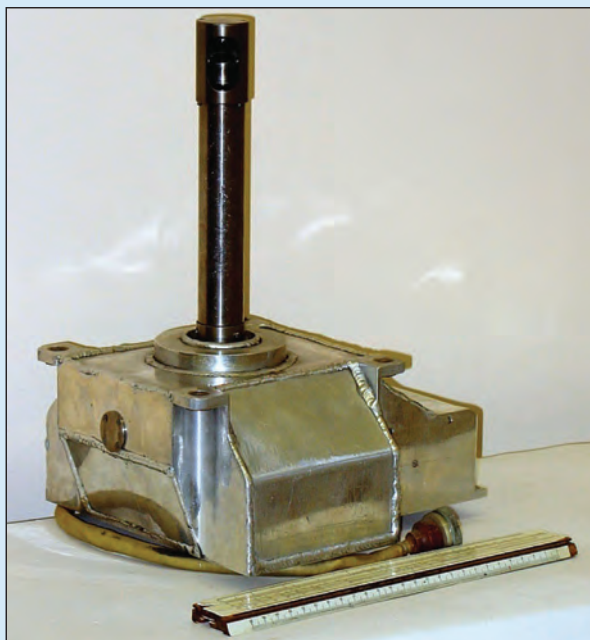


ЭА077

Панорамная телевизионная камера

Камеры посадочных аппаратов станций «Венера-9» и «Венера-10» позволили получить первые черно-белые панорамы поверхности Венеры в 1975 г.

Первые цветные изображения поверхности Венеры были переданы в 1982 г. с посадочных аппаратов «Венера-13,-14» усовершенствованными телевизионными камерами ЭА077



ЭА003-1

Фототелевизионное устройство
с широкоугольным объективом.
Предназначалось для съемки Марса.
Камера содержала светофильтры
для цветной съемки.
Масса – 9,2 кг.
Год разработки – 1973



ЭА048
Оптико-механическое
однострочное сканирующее
устройство

Предназначено для съемки облачной
поверхности планеты Венера.
Скорость строчной развертки – 4 стр/с.
Число элементов в строке – 300
Угол поля зрения – 30°
Год разработки – 1980



ЭА003-2
Фототелевизионное устройство
с узкоугольным объективом
Устанавливалось на КА «Марс-4,-5».
Масса – 8,5 кг.
Год разработки – 1973

Я198

Панорамная телевизионная камера

Устанавливалась на автоматической лунной станции «Луна-9», «Луноходах-1,-2» и на межпланетных станциях «Венера» и «Марс». Камера обеспечила получение первой в мире панорамы лунной поверхности.

Масса – 1,4 кг.

Год разработки – 1963



Оптико-механическое сканирующее устройство панорамных камер

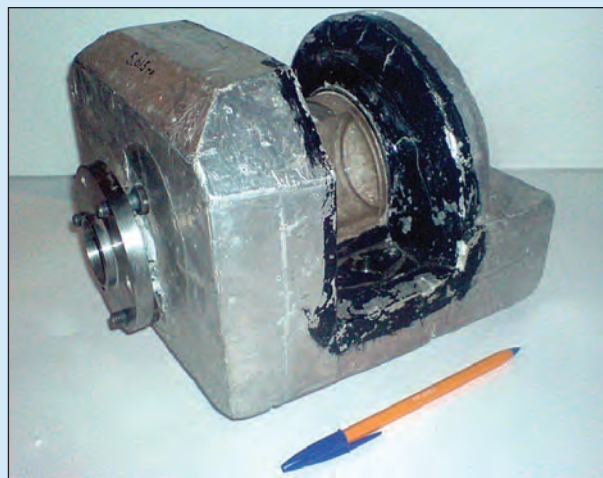
Использовалось в панорамной камере Я198 и ее модификациях (КА «Луна-9,-13», «Луноход-1,-2»). Сканирование по вертикали (строчная развертка) производится с помощью поворотного зеркально-кулачкового механизма, установленного перед оптической системой.

Год разработки – 1962





Иллюминатор для прибора ЭА077



Иллюминатор в защитном кожухе

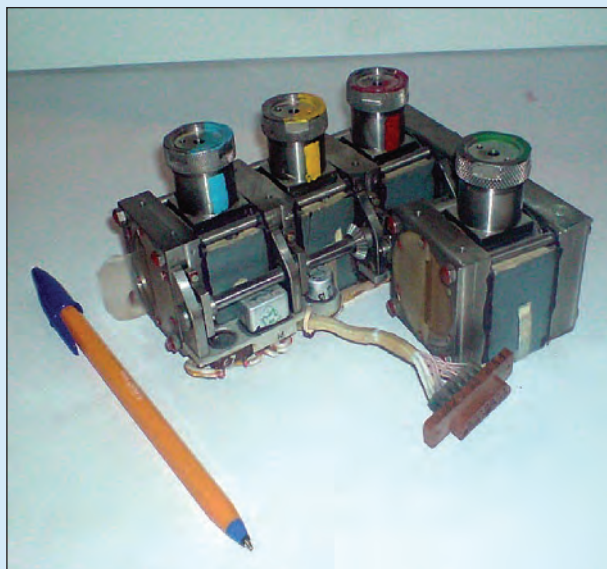
Предназначены для защиты панорамной камеры ЭА077 от воздействий внешней среды на поверхности Венеры. До начала работы панорамной камеры иллюминаторы закрывались теплоизолирующей крышкой белого цвета, которая отстреливалась после посадки (она видна на панорамах на переднем плане).



**Макет ТВ-стереокамеры
для проекта марсохода
Год разработки – 1985**



ФТУ 15П52
Фототелевизионное устройство
 Предназначено для съемки
 обратной стороны Луны.
 Обеспечивает работу в условиях
 невесомости и химическую защиту
 пленки от радиации.
 Масса – 6 кг.
 Год разработки – 1965



**Капсульное проявочное
 устройство для ФТУ 15П52**
 Предназначено для съемки
 обратной стороны Луны.
 Содержит четыре капсулы со сгущенными
 растворами. Обеспечивает в невесомости
 проведение качественной химико-
 фотографической обработки
 неперфорированной пленки шириной
 25,4 мм и ее химическую защиту от
 космической радиации.
 Год разработки – 1965



Фотоэлектронные умножители
 Разработаны в 1963 г. по ТЗ Института
 для космических телевизионных
 устройств



ЭА149
Двухканальный оптико-механический радиометр «Термоскан»

Использовался для съемки поверхности Марса в тепловой и видимой области спектра.

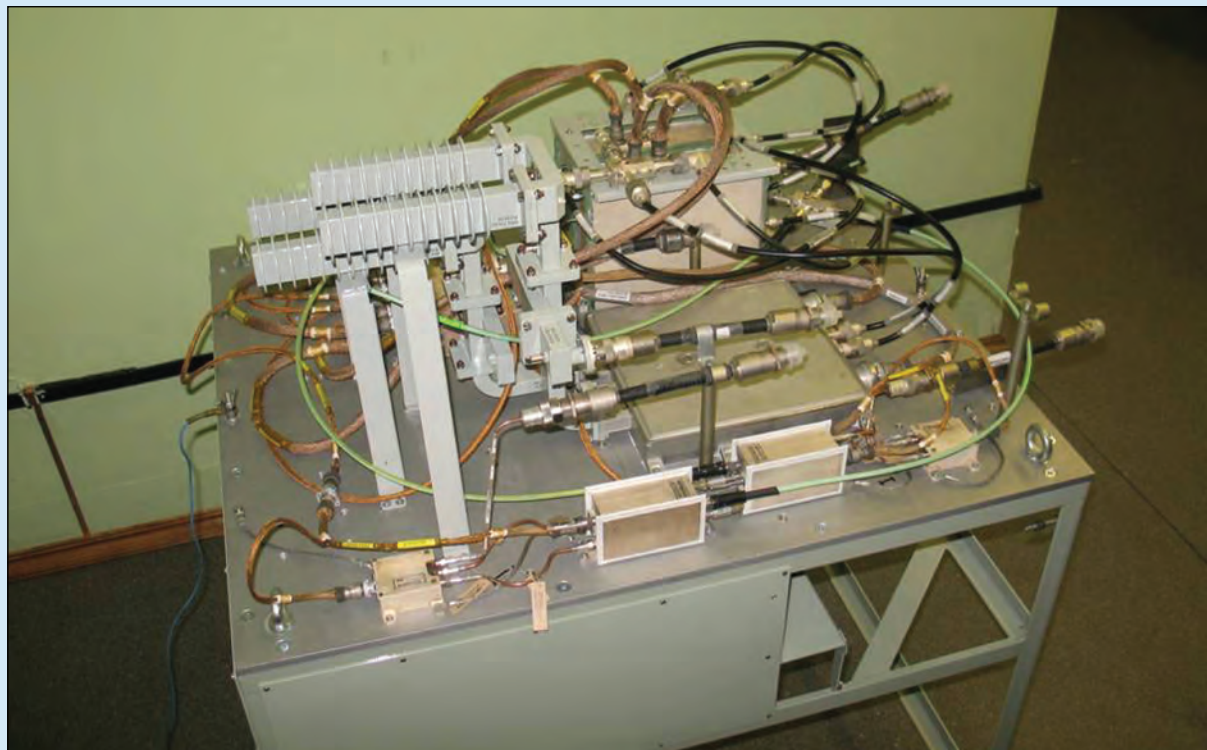
Устанавливался на межпланетной станции «Фобос» (1989 г.).

Полоса обзора – 650 км.

Разрешение – 1,8 км.

Масса – 28 кг.

Год разработки – 1985



Радиокомплекс перелетного модуля (ПМ) КА «Фобос-Грунт»

Предназначен для обеспечения радиосвязи ПМ с Землей на перелете к Марсу, при выведении ПМ на орбиту искусственного спутника Марса, сближения, посадки и нахождения ПМ на поверхности Фобоса. В состав модуля входят 15 приборов.

Год разработки – 2007

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОИСКА И СПАСАНИЯ КОСПАС-САРСАТ



Раздел музея по системе КОСПАС-САРСАТ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОИСКА И СПАСАНИЯ КОСПАС-САРСАТ

Международная космическая система поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ терпящих бедствие судов и самолетов создана в результате сотрудничества СССР, США, Франции и Канады. Российская часть системы - КОСПАС. Головная организация по системе КОСПАС в России - ФГУП «РНИИ КП». Головная организация по ракетно-космическому комплексу - ФГУП «ПО Полет». Оператором системы является ФГУП «Морсвязьспутник».



Первое спасение с ИСЗ КОСПАС
10 сентября 1982 года, Канада



Схема работы системы КОСПАС-САРСАТ



Антенна СПОИ №1

ИСТОРИЯ

1977 г. май
В Вашингтоне состоялась встреча делегации СССР и NASA. Подписание протокола о намерениях между странами.

1978 г. июнь
В Вашингтоне (GSFC) состоялась встреча технических специалистов СССР и NASA (GSFC), подписан протокол о начале работы над проектом КОСПАС-САРСАТ.

1979 г. ноябрь
В Ленинграде подписан «Протокол о взаимопонимании» по системе КОСПАС-САРСАТ.

1980 г. май
Ратифицирован «Протокол о взаимопонимании». Создан «План реализации системы».

1982 г. июнь
Запуск КОСПАС-1 (КОСМОС-1383). Спасение первых 3-х человек - граждан Канады по сигналам АРБ-121.

1983 г. март
Запуск КОСПАС-2 (КОСМОС-1447).

1983 г. март
Запуск САРСАТ-1 (NOAA 8).

1987 г.
Постановление Правительства СССР о приёме в эксплуатацию системы КОСПАС.

1988 г. июль
В Париже подписано «Соглашение о системе КОСПАС-САРСАТ».

1998 г. октябрь
Совет КОСПАС-САРСАТ одобрил использование геостационарного сегмента в системе.

2005 г. ноябрь
Совет КОСПАС-САРСАТ одобрил «План реализации» среднеорбитального сегмента в системе.

СПОИ - станция приема и обработки аварийных данных. Места расположения СПОИ в России: г. Москва, г. Архангельск, г. Находка.
КЦС - координационный центр системы
ПСС - поисково-спасательные службы
АРБ - Морской аварийный радиобуй
ПРБ - персональный радиобуй
АРМ - авиационный аварийный радиобуй



Аппаратура СПОИ №1, первое поколение, Москва, 1982 г.



Разработчики системы КОСПАС на СПОИ-1, Москва



Сессия Совета системы КОСПАС-САРСАТ, Канада, 1982 г.

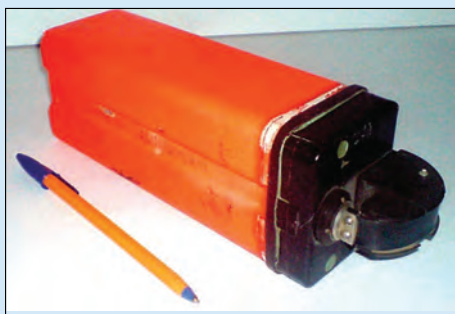


Празднование 25-й годовщины запуска первого ИСЗ КОСПАС, Москва, 2007 г.

Общие сведения о системе КОСПАС-САРСАТ



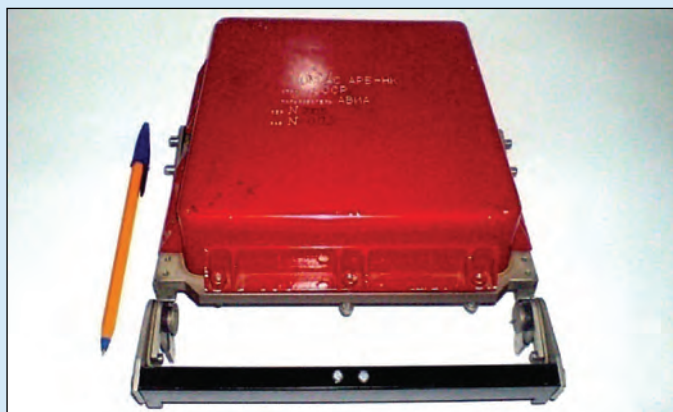
АРБ-МК
Морской аварийный радиобуй
с ручным отделением
 Содержит передатчик спутникового
 канала, передатчик ближнего
 привода, световой маяк.
 Масса – 5 кг.
 Начало производства – 1984 г.



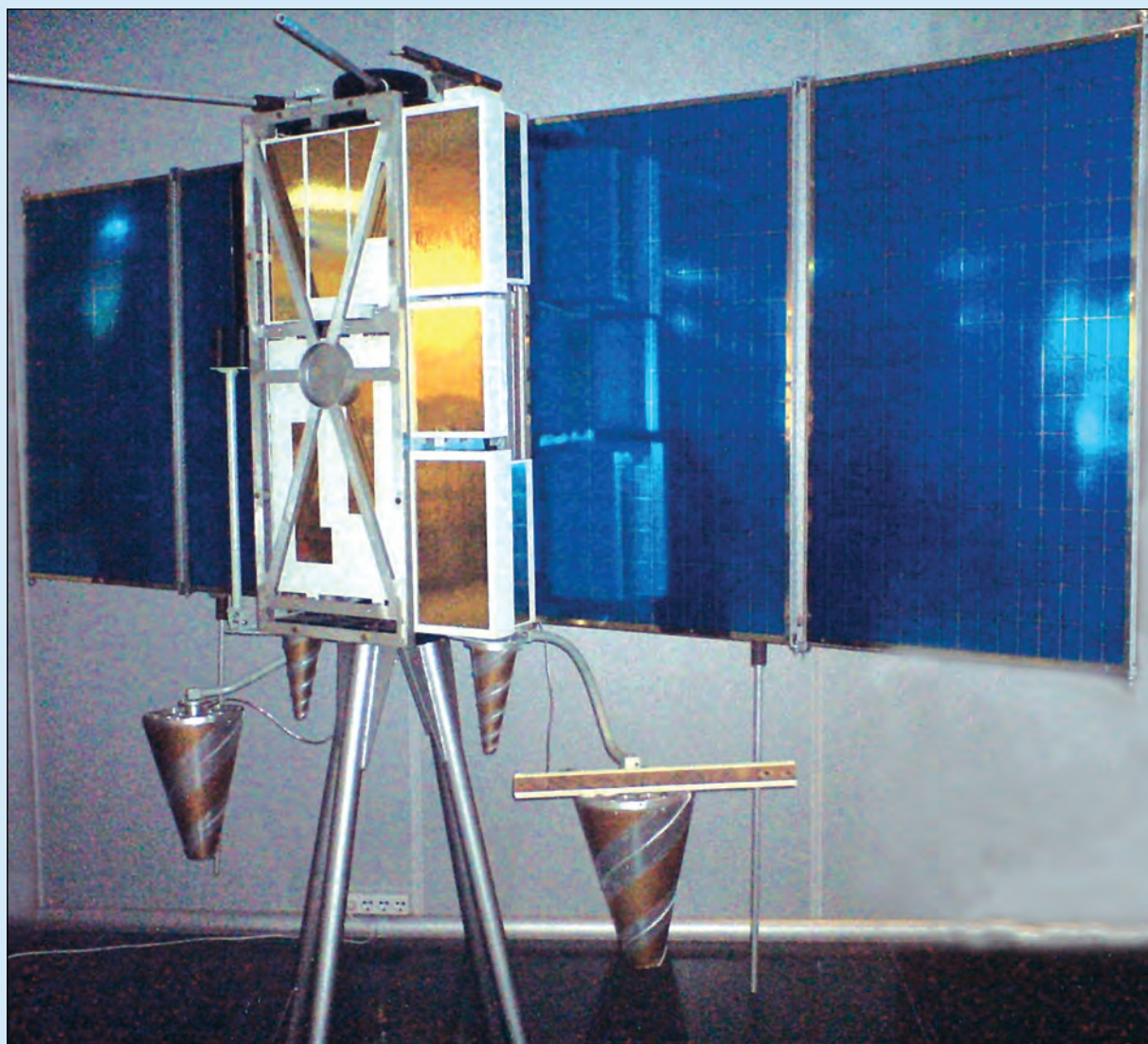
АРБ-А220
Авиационный аварийно-спасательный
(выносной) радиомаяк системы
КОСПАС-САРСАТ
 Содержит передатчик спутникового канала и
 передатчик ближнего привода. Масса в чехле – 1,55 кг.
 Начало производства – 1991 г.



АРБ-ПК-10
Авиационный аварийный радиобуй
с ручным включением
 Содержит передатчик спутникового канала,
 передатчик ближнего привода. Масса – 3 кг.
 Начало производства – 1990 г.



АРБ-НК
Автоматически включаемый авиационный
аварийный радиобуй с возможностью
ручного включения
 Содержит передатчик спутникового канала,
 передатчик ближнего привода. Масса – 6 кг.
 Начало производства – 1990 г.



Малый космический аппарат «Стерх»

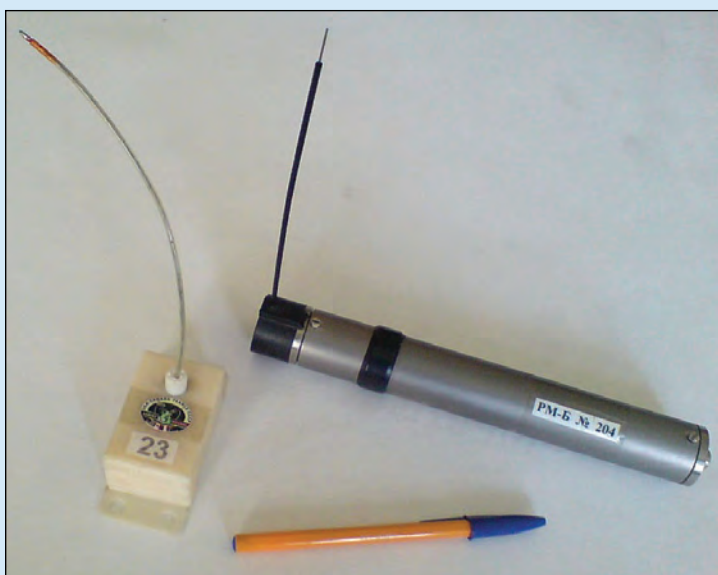
Новое поколение КА для российской части
международной системы спасания КОСПАС-САРСАТ.
Разработан организацией совместно с ФГУП «ПО «Полет», г. Омск.
Содержит усовершенствованную радиосистему РКС,
а также радиосистему мониторинга «Курс».
Масса МКА – 160 кг. Масса полезной нагрузки – 60 кг.
Год разработки – 2000



РК-С КОСПАС
Бортовая аппаратура приема
и передачи информации,
поступающей
от аварийных буев

Устанавливалась на
 низкоорбитальные ИСЗ типа
 «Цикада» в качестве
 дополнительной нагрузки.

Масса – 62 кг.
 Год разработки – 1980



Малогабаритные радиомаяки для
мониторинга миграций животных
 Работают в составе
 системы «Курс».

Слева: РМ-А. Использовался для
 контроля миграции белых
 журавлей (стерхов).
 Частота – 402 МГц.

Время работы при периодическом
 включении по специальной
 программе – шесть месяцев.
 Масса – 80 г.

Справа: РМ-Б. Использовался для
 мониторинга перемещений
 дельфинов.
 Частота – 402 МГц.

Время работы при периодическом
 включении по специальной
 программе – шесть месяцев.
 Масса – 500 г.

Год разработки – 2000

РАКЕТНАЯ И СПУТНИКОВАЯ ТЕЛЕМЕТРИЯ



Раздел музея по ракетной и спутниковой телеметрии

БОРТОВЫЕ И НАЗЕМНЫЕ МАГНИТНЫЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА РАЗРАБОТКИ ФГУП «РНИИ КП»

НАЧАЛО РАБОТ В СКБ-567, 1952г

Бортовые запоминающие устройства ЗУ и запоминающие коммутационные устройства ЗКУ

ЗУ для РТС. Носитель - магнитная проволока

1956	АЗУ-1	РТС
1953	ЗКУ-11К	Восток
1962	ЗУ-8АМ	Аметист, Вьюга
	Э124	Циклон, Сфера
	ЗА008	Венера, Марс
	ЗА035	Марс
	ЗА037	Молния
1983	ЗА080	Молния, Фобос



Старт-стопное ЗУ на магнитной проволоке ЗА080.
Объем памяти 5Мбит
Диаметр проволоки 25мк
Масса ЗУ 2,4кг
Масса ПГМ 280г

ЗУ и ЗКУ для РТС. Носитель - магнитная лента

1960	ЗКУ-92	Полет, Протон
	ЗКУ-92С	Метеор
1962	15-П27	Марс, Венера, Зонд, Молния, Стальн. Магн. лента.
	ЗА103А	РН
1964	ЗА006	БЦВМ
	Э016	Стрелнина, Стрела
1965	ЗА112	Н1
1969	ЗУ9А, Б	УА60, УА500
	ЗУ-91	Союз, Салют
	ЗА024	Различные ТМ системы
1970	Э103	БРК 75
	Э122	Сфера
	Э137	Сфера, Молния, Протон, Стерх
1973	ЗА025	Различные ТМ системы

ЗУ с бесконечной лентой на магнитной ленте Э137. Используются специальная «использав» лента. Большая скорость работы обеспечивает для синхронных двигателей.
Объем памяти 15Мбит
Масса 3,2кг.



ЗУ для систем ТВ и ДЗЗ

1972	ЗА002	Космос-521
1974	ЗА062	Метеор-Природа, Океан-01
	ЗА079	Марс, Венера
1977	ЗА085	Метеор, Океан-01
1984	ЗА093	Ресурс О1
	ЗА093М	Океан О, модуль «Природа» КС Мир
1991	ЗА100	Сапфир



Э103 малогабаритное ЗУ на магнитной ленте 8,25мм. Конструкция кассеты над кассетой.
Объем памяти 16Мбит
Масса 2,1кг

ЗУ ЗА025 на магнитной ленте шириной 12,5мм с подуровневыми кассетами. Цифровая 16-ти дорожечная запись. С1975г. по 1998г. использовалась на большинстве КА в составе ТМ систем.
Объем памяти 60Мбит
Масса 6,5кг

ЗУ для систем ДЗЗ на жестких дисках

2000	ЗА219	Метеор 1М
2003	ЗА233	Син-1М
2004	ЗА222	Монитор-Э
2007	ЗА242	Метеор 3М

Наземные и самолетные ЗУ

1957	ДЭ, Е-9, (наземн.)	Для станции МА-9
1958	ЗУ-8СК (самолетн.)	
1962	17С 06-07 (наземн.)	Для станции МА-9
1969	«Сатурн» (наземн.), Марс, Венера.	
1983	ЗА200 Наземный и самолетный регистратор	



Аналоговое ЗУ «Сатурн» на магнитной ленте шириной 12,5мм. Коэф.ф. дилатации 0,01%. Время записи 1,9ч.

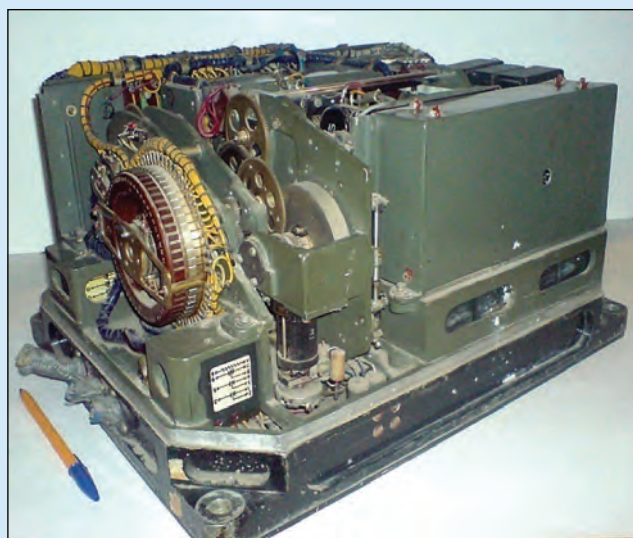


Универсальный наземный и самолетный регистратор ЗА200. Ширина ленты 12,5мм



Внешний вид станции МА-9. Видны накопители 17С0607

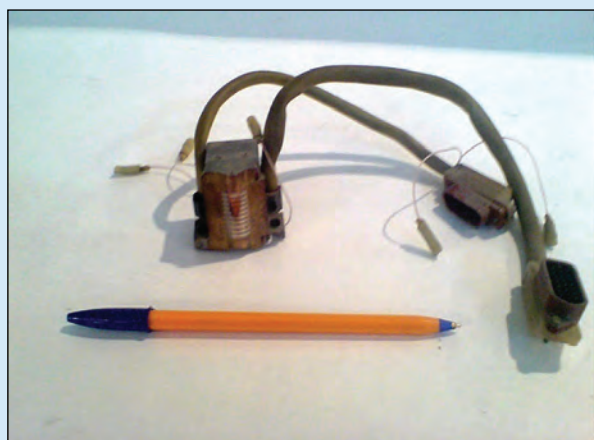
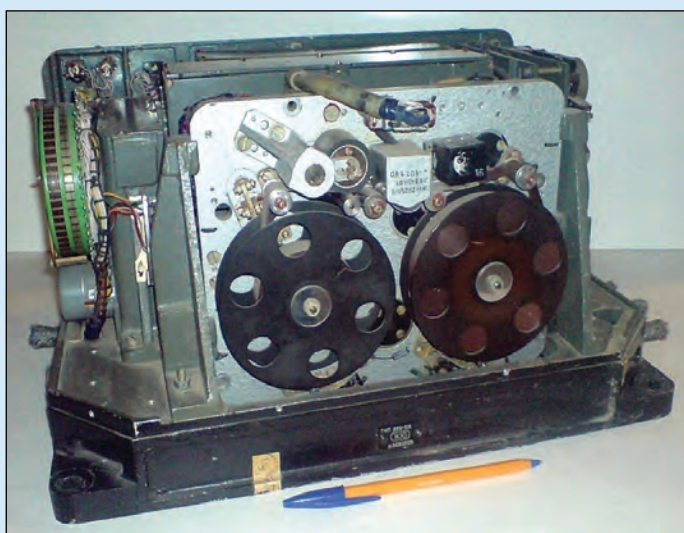
Магнитные ЗУ телеметрических систем



ЗКУ11
Запоминающее коммутирующее устройство

Носитель — магнитная микропроволока $\varnothing 0,05$ мм.
 Первое отечественное запоминающее устройство. Использовалось в ТМ-системах первых ИСЗ.
 Масса — 30 кг.
 Год разработки — 1957

ЗКУ12
Запоминающее коммутирующее устройство
 Запись информации производится на микропроволоку $\varnothing 0,05$ мм.
 Устанавливалось в ТМ-системах на первых ИСЗ.
 Масса — 20 кг.
 Год разработки — 1957



Магнитные головки запоминающих устройств ТМ-систем
 Разработаны в 1958–1960 гг.

АЗУ1

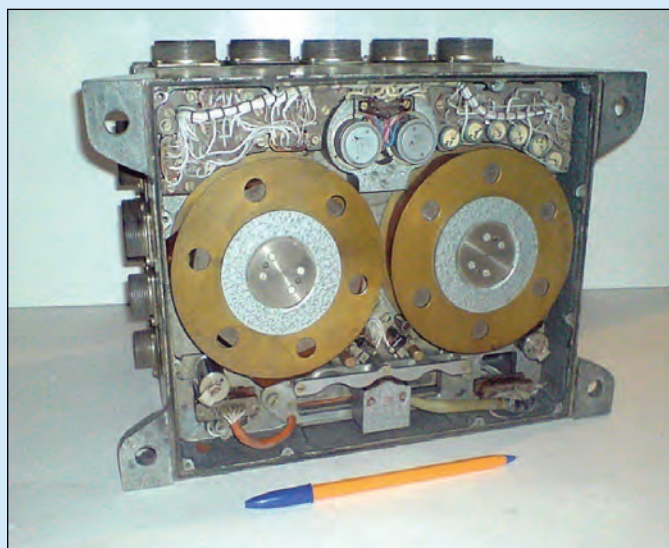
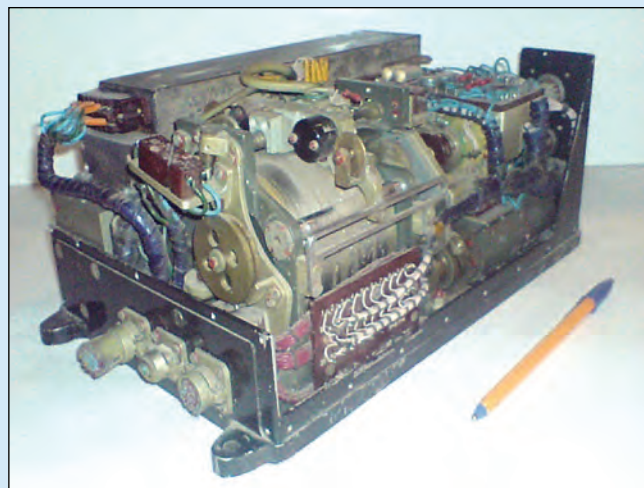
Автономное запоминающее устройство

Предназначалось для циклической записи цифровой ТМ-информации. Запись информации производится в старт-стопном режиме на металлическую магнитную микропроволоку.

Использовалось в составе ТМ-системы РТС-11К, устанавливаемой на пилотируемом КА «Восток-1К».

Масса прибора – 10 кг.

Год разработки – 1958



ЗКУ92

Непрерывное ЗУ

Применялось в ТМ-системах БР-17, БР-18, БР-22-Б.

Емкость памяти – $22 \cdot 10^6$ дв. зн.

Носитель – магнитная лента.

Масса – 15,6 кг.

Год разработки – 1961

АЗУ5ИЕ

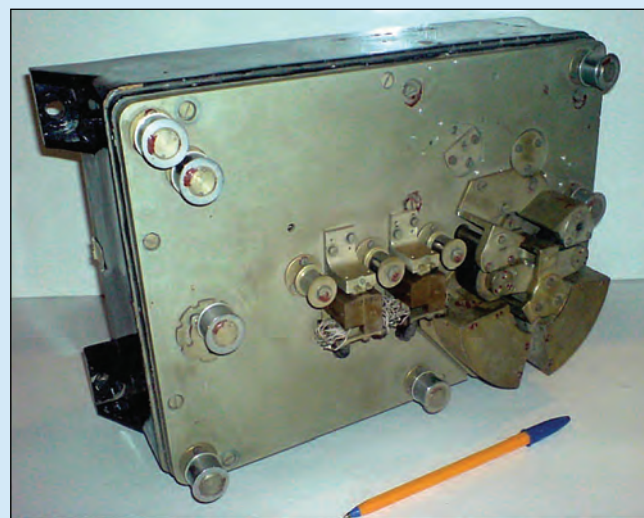
Автономное запоминающее устройство

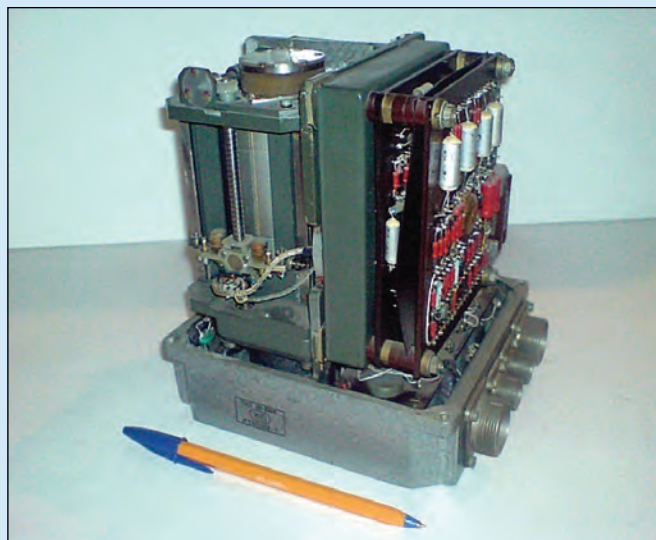
Носитель – металлическая магнитная лента шириной 12,7 мм, соединенная в кольцо.

Емкость памяти – $0,2 \cdot 10^5$ дв. ед.

Масса прибора – 10,5 кг.

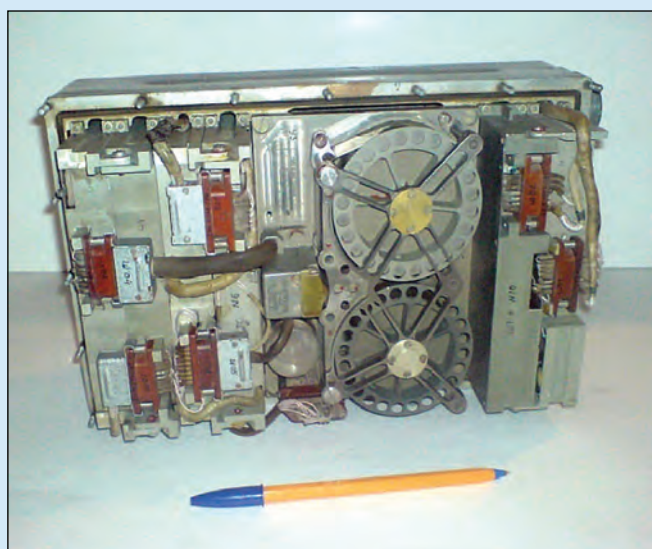
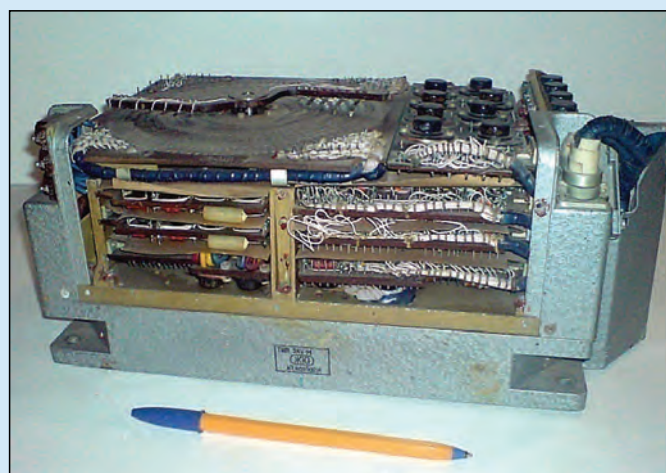
Год разработки – 1962





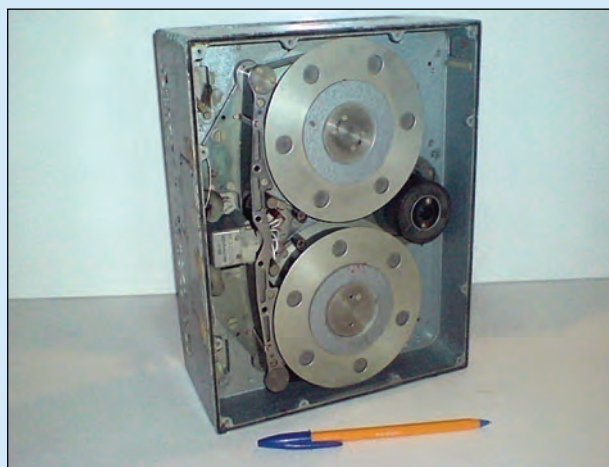
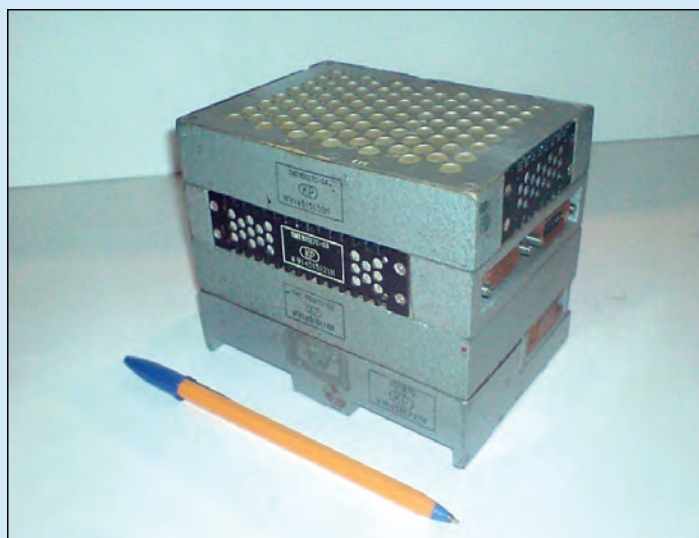
ЗУ-8АМ
Запоминающее устройство
на магнитной микропроволке
 Год разработки – 1962

ЗКУ-М
Модернизированный вариант
запоминающе-коммутационного
устройства ЗКУ-11
 Год разработки – 1960
 Год изготовления – 1963



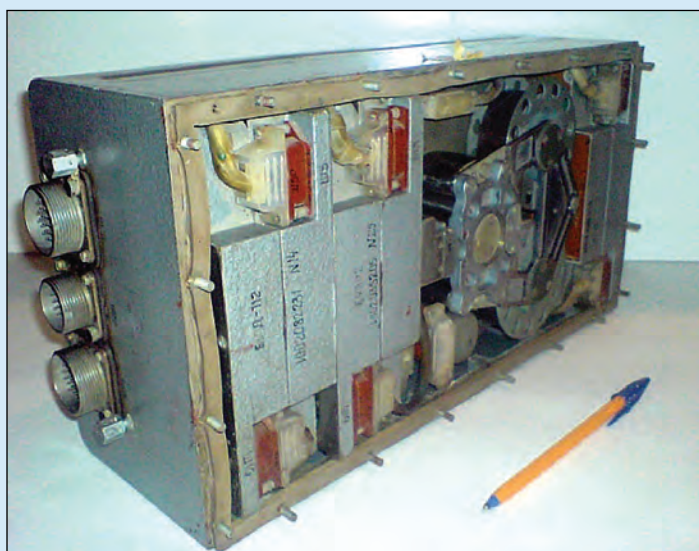
ЗУ-9А
Непрерывное ЗУ
 Применяется в ТМ-системах
 БР-91, БР-К75, БР-92.
 Емкость памяти – $1,2 \cdot 10^6$ дв. зн.
 Носитель – магнитная лента.
 Масса – 8,5 кг.
 Год разработки – 1963

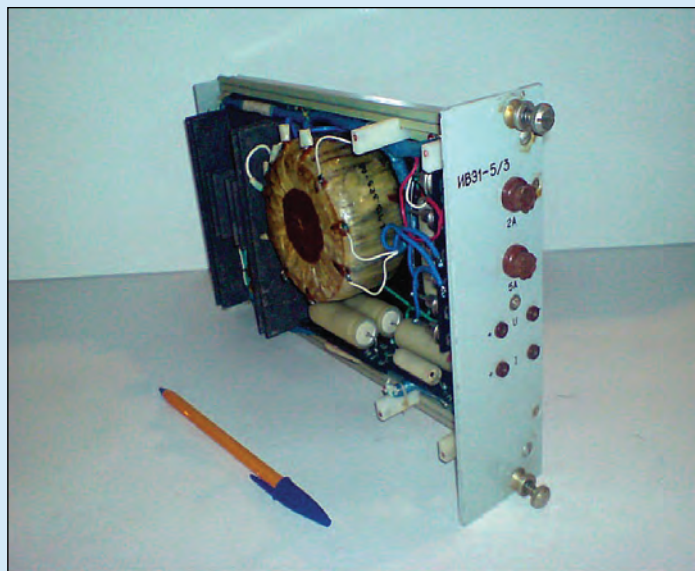
15П27С
Запоминающее устройство
Носитель – металлическая
магнитная лента
шириной 6,25 мм.
Год разработки – 1963



ЗУ91-01
Лентопротяжный механизм
на магнитной ленте
прибора ЗУ-91
Емкость памяти – $50 \cdot 10^6$ дв. зн.
Год изготовления – 1965

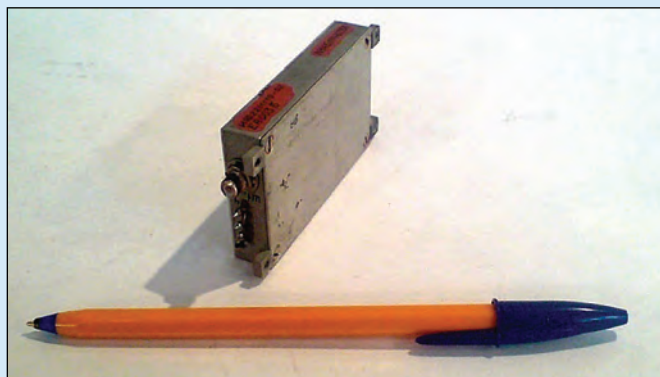
Э112
ЗУ на магнитной ленте
для комплекса Н1-Л3
Год разработки – 1965





**Блок питания наземной
аппаратуры станций приема
ТМ-информации МА9-МК**
Год разработки – 1965

ЕА003Б
ВЧ-блок приемника
ТМ-информации
Год разработки – 1965



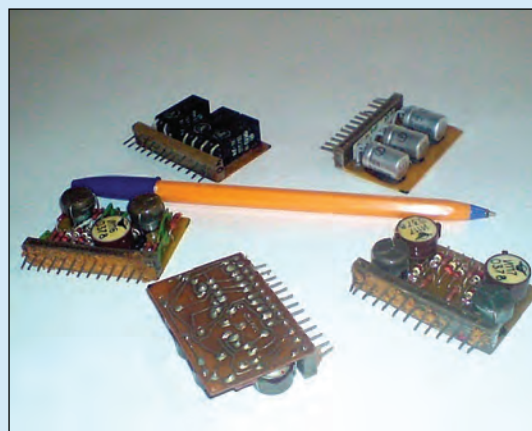
Э124
Старт-стопное ЗУ
Применялось в ТМ системах
навигационных и геодезических КА.
Емкость памяти – $0,37 \cdot 10^6$ дв. зн.
Носитель информации –
магнитная микропроволока.
Масса – 4,8 кг.
Год разработки – 1966

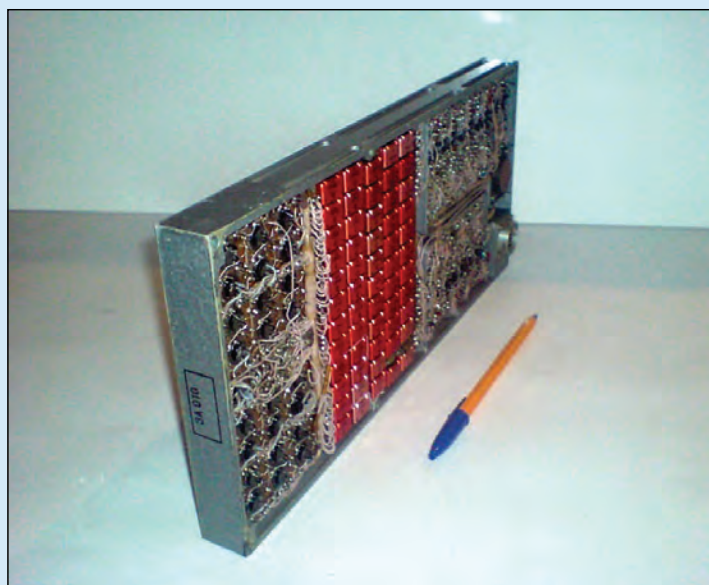
ЭА021
Статическое запоминающее устройство
Год разработки – 1968



ЭА035
Старт-стопное ЗУ
Применяется в ТМ-системе
КА «Марс».
Емкость памяти – $5 \cdot 10^6$ дв. зн.
Носитель информации –
магнитная микропроволока.
Масса – 2,5 кг.
Год разработки – 1969

Модули счетно-решающих устройств аппаратуры комплекса обработки телеметрической информации
Год разработки – 1966





ЭА010
Программно-временное устройство

Применялось для автономного управления объектом и в качестве запоминающего устройства.

Устанавливалось в бортовой аппаратуре навигационных систем.

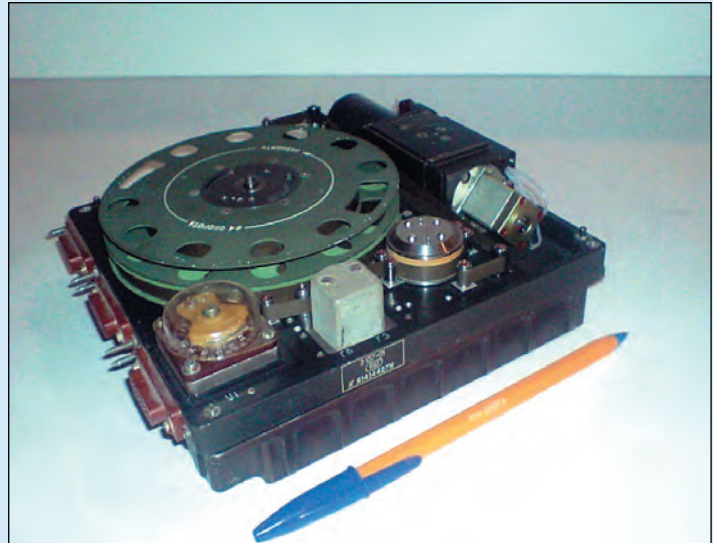
Масса – 3,5 кг.

Год разработки – 1969

ЭА025М
Ленточное многоскоростное запоминающее устройство
 Является составной частью бортовых РТ ТМ-систем космических пилотируемых аппаратов «Союз», «Прогресс», МТКС «Буран» и ТМ-систем КА серии «Космос».
 Объем памяти – 60 Мбит.
 Год разработки – 1969



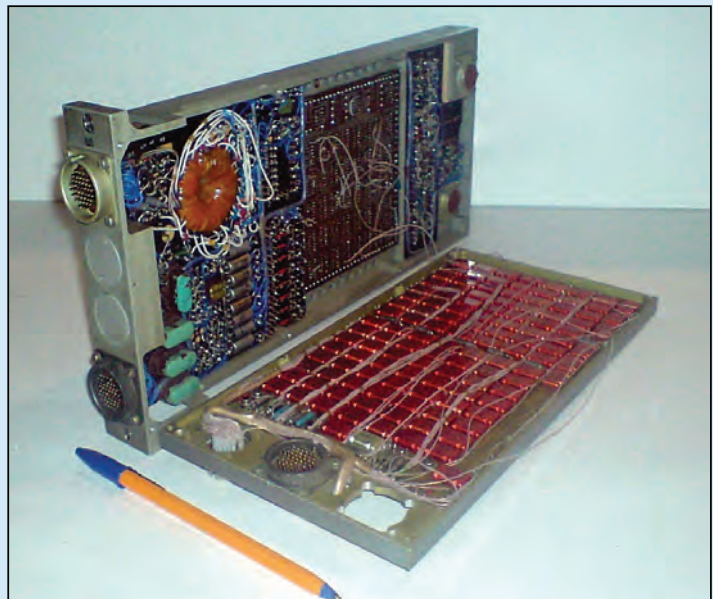
Э137-01
Лентопротяжный механизм
малогобаритного ЗУ
на магнитной ленте 6,25 мм.
Конструкция
«кассета над кассетой».
Объем памяти – 15 Мбит.
Использовался в качестве
бортового ЗУ в РТС КА и РН.
Масса – 0,5 кг.
Год разработки – 1970

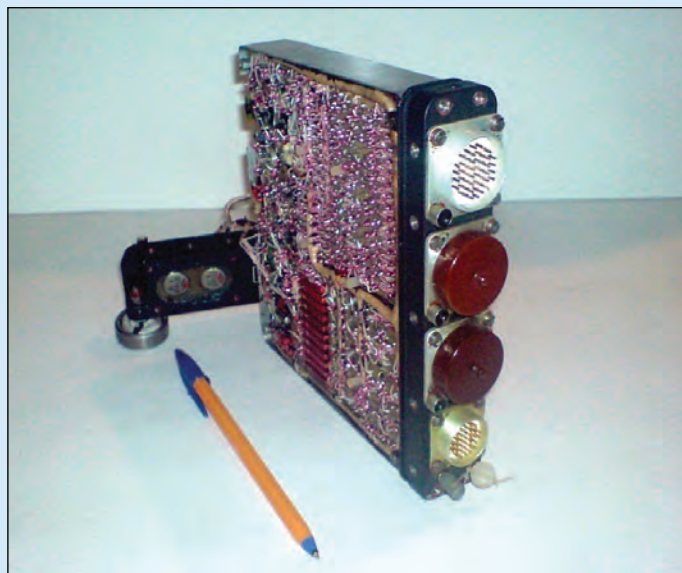


ЭА037-01
Проволочно-протяжный механизм
(ППМ)

Объем памяти – 5 Мбит.
Использовался
в приборах ЭА037, ЭА080.
Масса – 280 г.
Год разработки – 1970

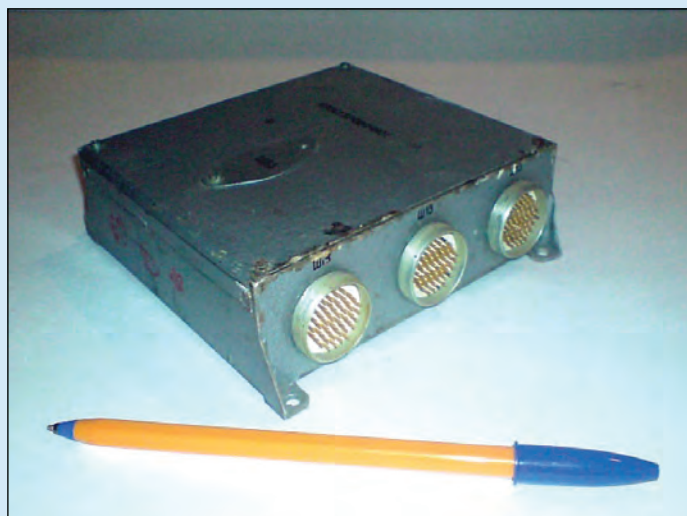
Печатные платы наземной
аппаратуры станций приема
ТМ-информации МА-9МК
Год изготовления – 1970





ТА203
Электронный коммутатор для аналоговых датчиков на гибридных микросхемах типа «Пенал»
 Использовался в бортовой аппаратуре ТМ-систем.
 Год разработки – 1970.
 Год выпуска – 1972

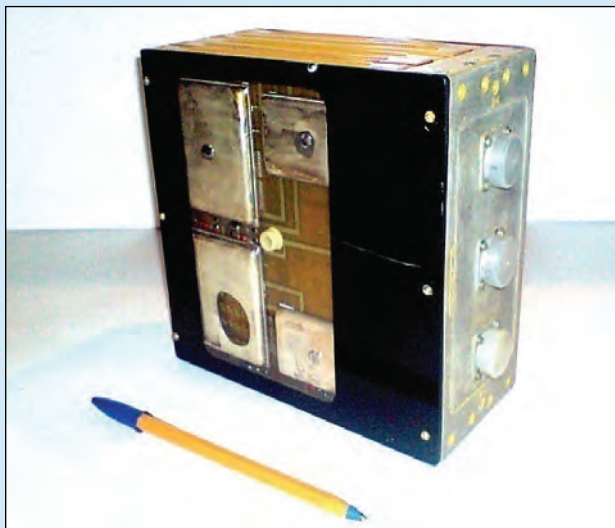
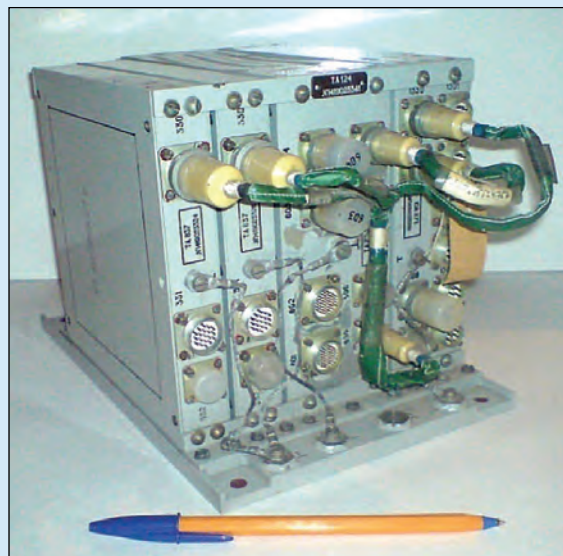
Платы формирователя сигналов
 Использовались в блоках формирователей сигналов для управления регистрирующим устройством наземных станций приема ТМ-информации.
 Годы изготовления – 1970-1980



ТА603
Блок кроссировки
 Предназначен для создания рациональной конфигурации бортовой кабельной сети КА и РН при подключении датчиков к коммутаторам ТМ-систем.
 Год разработки – 1975

ТА124
Подсистема выдачи ТМ-данных
(ПВД)

Входит в систему БИТС2-12.
Применялась на МТКС «Буран».
Масса – 2,5 кг.
Год разработки – 1977

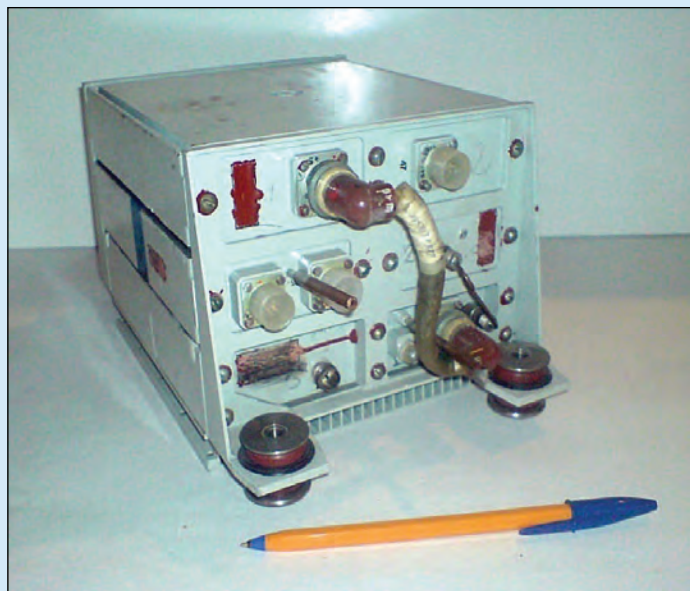


ЧА005
Бортовой кодер и декодер канала
передачи командно-программной
информации

Прибор использовался в системе
управления МТКС «Буран».
Скорость передачи – 128 Кбит/с.
Год разработки – 1980

ЭА038
Статическое ЗУ
Год разработки – 1980





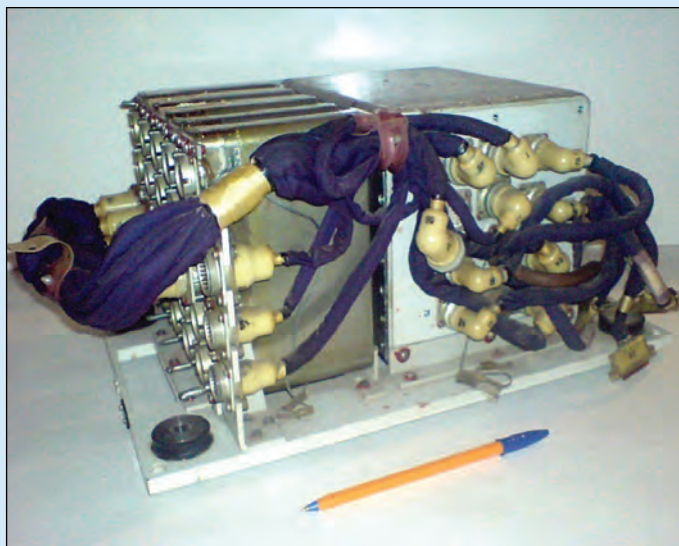
ША262
Бортовой передатчик
 Использовался в ТМ-системе.
 Выходная мощность – 10 Вт.
 Масса – 2,2 кг.
 Год разработки – 1981

ТА229
Универсальный электронный коммутатор на бескорпусной элементной базе на 256 каналов
 Используется в бортовой аппаратуре ТМ-систем.
 Масса – 550 г.
 Год разработки – 1981.
 Год выпуска – 1985



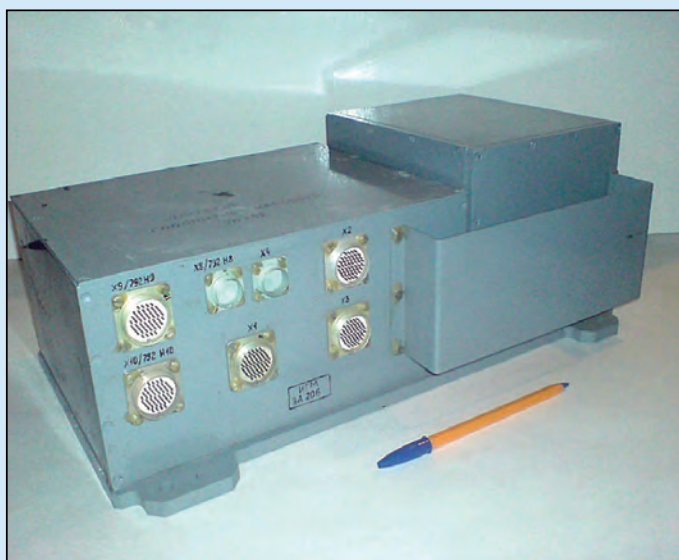
ТА735
Устройство согласования массивов ТМ-информации
 Предназначено для сопряжения бортовой вычислительной машины системы управления МКС с ТМ-системой БИТС2-12.
 Масса – 1,1 кг.
 Год разработки – 1981

ТА963-14
Подсистема сбора сообщений
Входит в состав ТМ-системы БР-9
Прибор применялся на КА «Мир»,
«Глонасс», проект «Комета Галлея».
Масса – 2 кг.
Год разработки – 1981
Год изготовления – 1990



ПСЧ
Бортовой прецизионный
стандарт частоты
Год разработки – 1981

ИГМ ЭА206
Габаритно-массовый
имитатор
прибора ЭА206
Год разработки – 1981





TA953

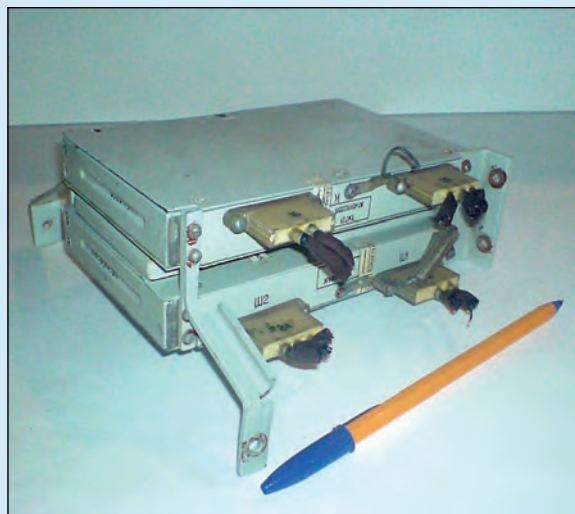
Моноблок

В составе: коммутатор,
автоматика, источник питания.
Выполнен на бескорпусной
элементной базе.

Применяется в ТМ-системе
МКС «Буран».

Масса – 2,5 кг. Год разработки – 1981.

Год изготовления – 1985



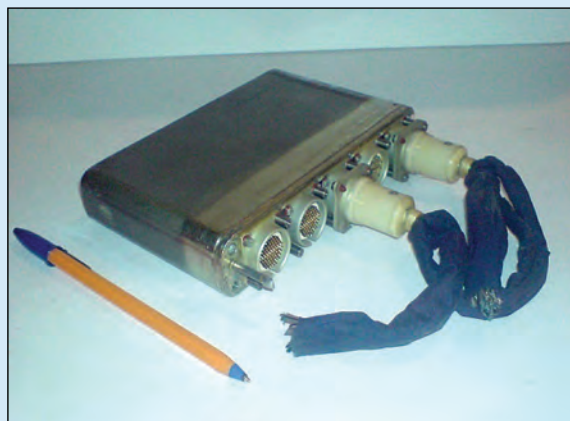
TA721

**Запоминающее устройство на
магнитных сердечниках**

Используется для программирования
аппаратуры ТМ-систем.

Масса – 1,6 кг.

Год изготовления – 1985



TA229M

Коммутатор бортовой

Выполнен на бескорпусной
элементной базе.

Количество каналов – 256.

Год изготовления – 1985



TA232

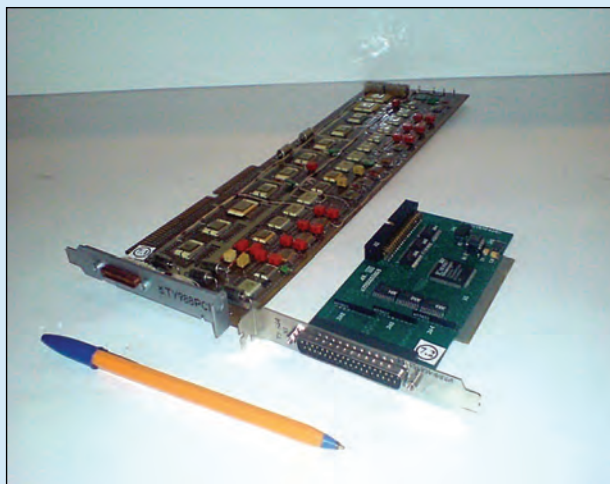
**Универсальный электронный
ТМ-коммутатор на бескорпусной
элементной базе на 256 каналов
любых видов датчиков**

Масса – 650 г. Год разработки – 1981.

Год изготовления – 1985

Платы ввода телеметрической информации в ПЭВМ наземной аппаратуры обработки ТМИ «КРЫМ 2М»

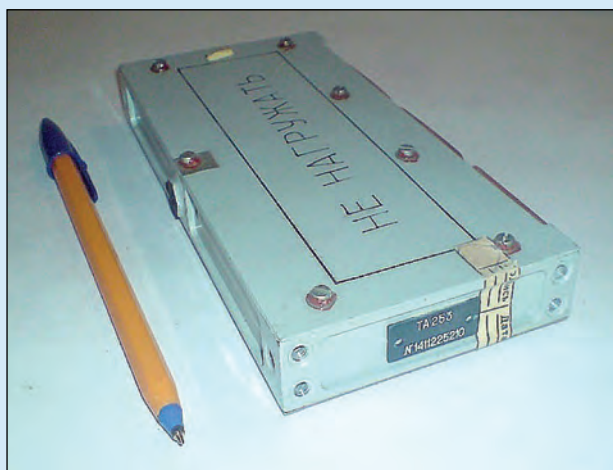
Годы разработки:
ТУ988 – 1988 (слева);
ТУ644 – 1999 (справа)



TA082

Блок нормирующих устройств
Предназначен для преобразования и нормирования информации от датчиков-преобразующей аппаратуры.
Масса – 2,6 кг.
Год разработки – 1993

TA253
Дополнительный цифровой коммутатор
Предназначен для увеличения количества каналов при подключении цифровых и сигнальных датчиков.
Год разработки – 1997





TA251
Локальный коммутатор
температурный (ЛКТ)
 Предназначен для сбора информации
 от ТМ-датчиков станции МКС
 и транспортных кораблей «Союз».
 Масса – 1,8 кг.
 Год разработки – 1997

TA837B
Вторичный источник питания
 Входит в состав ТМ-системы
 БИТС2-12 международной
 космической станции (МКС).
 Год разработки – 1998



TA170
Моноблок системы сбора
телеметрической информации
(МССТИ)
 Входит в состав телекомандной
 системы (ТКС) КА «Канопус-В» и БКА.
 Год разработки – 2008



ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ



Раздел музея по системам ДЗЗ

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ «МЕТЕОР-ПРИРОДА»



Радиотелевизионный комплекс РТВК системы «Метеор-Природа».

Состав: многоканальные сканеры малого (МСУ-М) и среднего (МСУ-С) пространственного разрешения, передатчики на 465 и 136 МГц, ЗУ. Общая масса 25 кг.

1972 – начало экспериментальных работ.
1974 – запуск первого КА «Метеор-Природа». Решение широкого круга задач наблюдения суши, акватории и атмосферы Земли с высокой периодичностью для всей территории СССР. Разработка первого бортового радиотелевизионного комплекса (РТВК) для ДЗЗ.
Система сдана в эксплуатацию в 1978 г. Всего до 1983 г. запущено 7 КА.



КА «Метеор» -

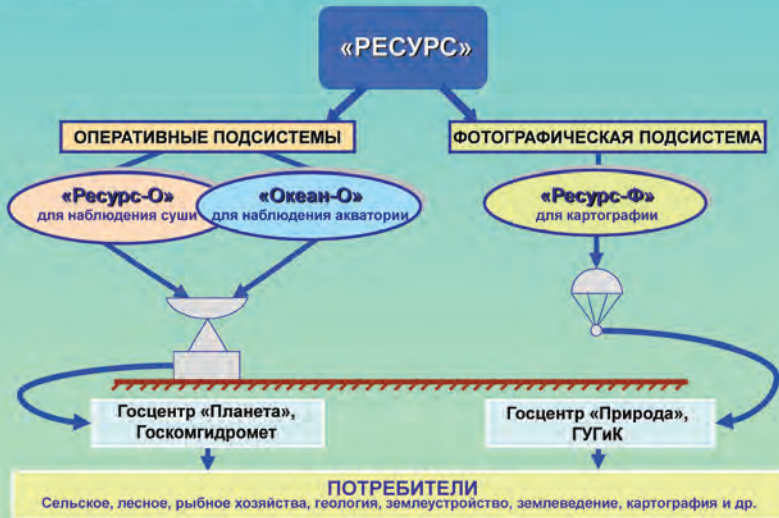
платформа для серии КА ДЗЗ: «Метеор-Природа», «Ресурс-О1», «Метеор-Э» и др.

Разработка ВНИИЭМ, Москва.

ПРИЕМ ИНФОРМАЦИИ
на базе приемных пунктов Госкомгидромета, в г.г. Обнинск, Новосибирск, Хабаровск.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ «РЕСУРС»

Космическая система «Ресурс» создана в 1977 г. для исследования природных ресурсов и контроля окружающей среды. ФГУП «РНИИ КП» – головное предприятие по системе в целом, а также многоканальным сканирующим устройствам, бортовым и наземным информационным комплексам.



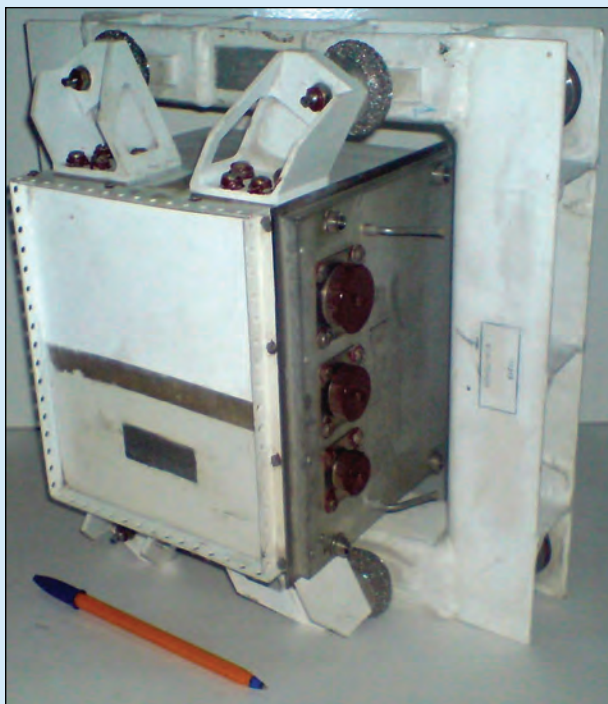
ПЕРВЫЙ ЭТАП СИСТЕМЫ «РЕСУРС»

<p>РЕСУРС-01</p> <p>Основная задача: наблюдение суши и прибрежных районов. Сочетание многофункциональных сканеров среднего (120 м) и высокого (до 25 м) разрешения с возможностью переадресации. Солнечно-синхронная орбита с высотой 850 км и наклоном 98°. Бортовая информационная система, унифицированная и перепрограммируемая (БИСУ-П) со скоростью передачи до 128 Мбит/с. Всего запущено 4 КА (до 1998 г.)</p>		<p>ОКЕАН-01</p> <p>Основная задача: мониторинг ледовой обстановки Арктики и Антарктики с помощью РЛБС. Сочетание в одном канале передачи радиолокационной и оптической информации. Радиотелевизионный комплекс – РТВК-М. КА на модифицированной платформе «Целина-Д». Высота круговой орбиты 650 км, наклонение 83°. В 1987 г. система сдана в эксплуатацию. С 1983 г. по 1985 г. запущено 10 КА. Разраб. КБЮ г. Днепродзержинск.</p>	<p>РЕСУРС-Ф1, Ф2</p> <p>Картографическая съемка на возвращаемую фотопленку. Год создания: 1981 (Ф1) и 1990 (Ф2). Разрешение 15-30 м (спектрально-аналоговое), 5 м (Черно-белое) для Ф1 и 8-16 м (спектрально-аналоговое) для Ф2. Высота съемки 180-250 км, наклонение 82°. Всего запущено с 1981 г. по 2000 г. больше 10 КА. Сдана в эксплуатацию в 1983 г.</p>
---	--	--	--

ДАЛЬНЕЙШИЕ РАБОТЫ



Системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)



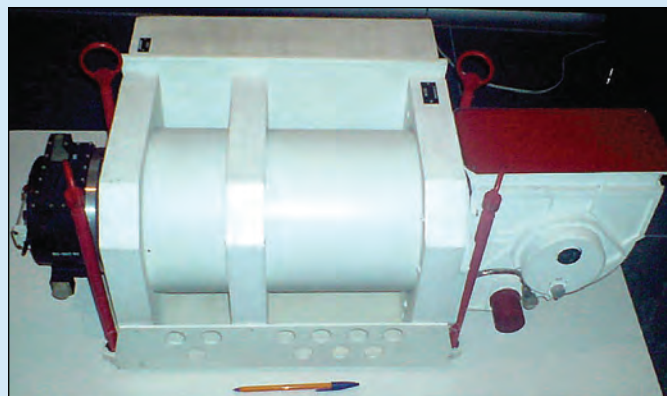
ЭА219
Запоминающее устройство
цифровой информации
бортового информационного
комплекса БИК-М
КА «Метеор-3М»
Год разработки – 1986

ЭА130
Запоминающее устройство
цифровой информации
на магнитной ленте
Год разработки – 1986



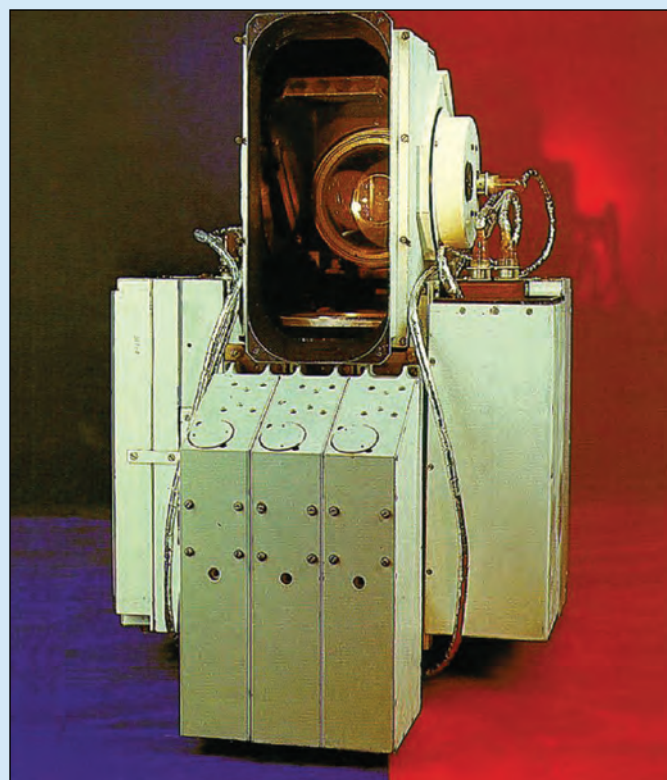
**Спектроразделительный блок
с приемниками ПЗС
многозонального сканирующего
устройства МСУ-Э (ЭА098)**
Служит для разделения светового потока
на три спектральных диапазона.
Год разработки – 1977

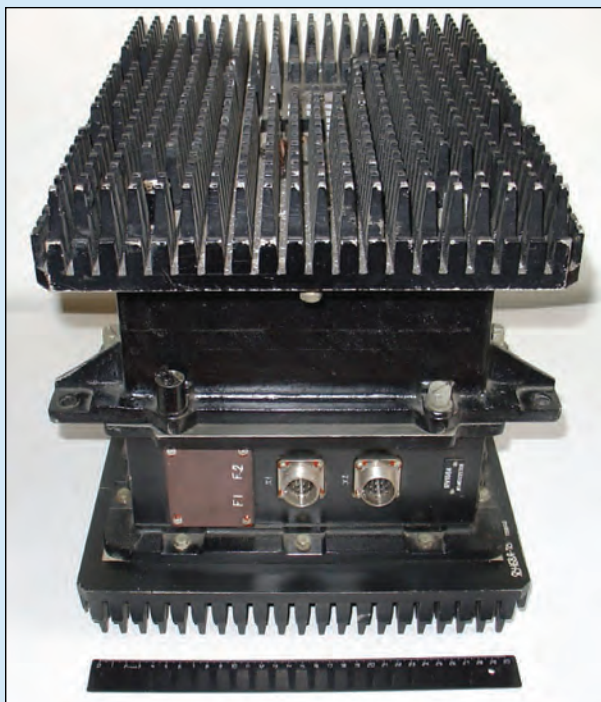
ЭА100
Четырехканальное
сканирующее устройство
высокого разрешения
 Пространственное разрешение –
 10 м с высоты КА 650 км.
 Объектив ЗУФАР-1000 с фокусом
 1000 м работает в УФ области
 оптического диапазона.
 Год разработки – 2004



Главное зеркало
оптико-механического сканирующего
устройства с конической разверткой
МСУ-СК
 Изготовлено из облегченного ситалла
 на оптическом производстве Института.
 Масса – 3 кг. Год разработки – 1977

ЭА098
Трехканальное
сканирующее устройство
высокого разрешения (МСУЭ).
Выполнено на линейных ПЗС
для КА ДЗЗ типа «Метеор»
и «Ресурс-О»
 Скорость сканирования – 200 стр/с.
 Разрешение – 44 м.
 Спектральные диапазоны –
 0,5-0,6; 0,6-0,7; 0,8-0,9 мкм.
 Полоса обзора – 44 км.
 Перенацеливание путем поворота
 зеркала по командам с Земли.
 Масса – 31 кг.
 Год разработки – 1977





YA168

Выносной приемник-конвертор

Устанавливался на 12-метровых антеннах ТНА-57Р наземных приемных комплексов ДЗЗ в Обнинске и Новосибирске.

Частота входных сигналов – фиксированная (8192 МГц).

Шумовая температура – 400 К.

Частота выходного сигнала – 465 МГц.

Полоса пропускания – 130 МГц.

В составе имеется встроенный микрохолодильник (для охлаждения входного транзистора).

Масса – 10,5 кг.

Год разработки – 1980

YA369

Выносной приемник-конвертор

Устанавливался на 12-метровой антенне ТНА-57Р приемного комплекса ДЗЗ (г. Обнинск).

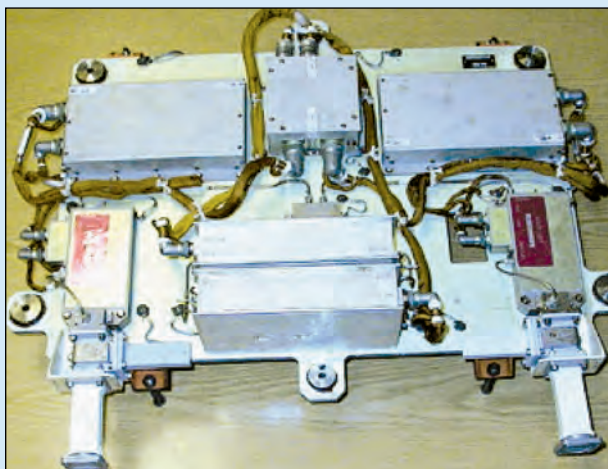
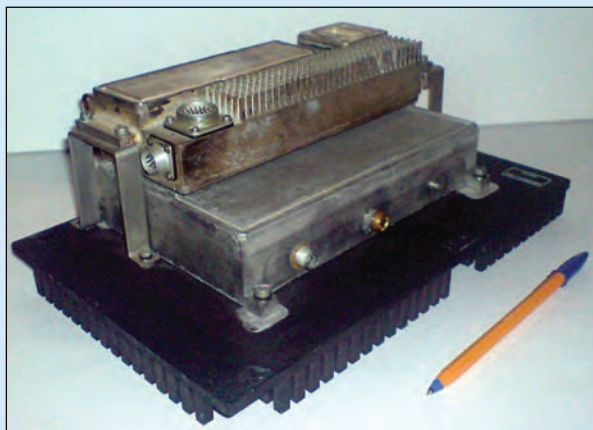
Диапазон частот входных сигналов – 8,025-8,4 ГГц. Шумовая температура – 140 К.

Частота выходного сигнала – 465 МГц.

Полоса пропускания – 130 МГц.

Масса – 2 кг.

Год разработки – 1993



SHA990

Бортовой передатчик с блоками формирования и модуляции для систем ДЗЗ

Диапазон частот – 8100-8400 МГц.

Выходная мощность – 10 Вт. КПД – 14%.

Тип модуляции – QPSK.

Скорость передачи информации – 128 Мбит/с.

Масса – 14,0 кг.

Год разработки – 2000

ЭА200

Универсальный наземный
и самолетный регистратор
на магнитной ленте

Ширина ленты – 12,6 мм.

Используется на пунктах приема
информации системы ДЗЗ.

Год разработки – 1983



ЭА105

Пятиканальное оптико-механическое
сканирующее устройство среднего
разрешения с конической разверткой
(МСУ-СК)

Устанавливался на КА типа «Метеор»,
«Ресурс-О» и др.

Скорость сканирования – 50 стр/с.

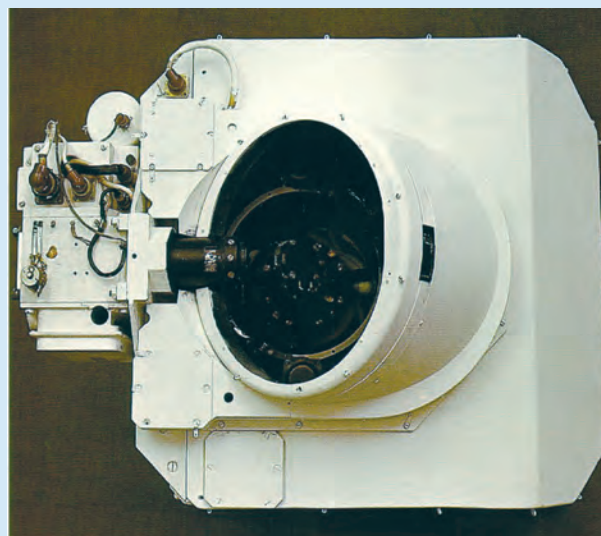
Полоса обзора – 600 км.

Разрешение – 170 м.

Угол сканирования – 30°.

Масса – 56 кг.

Год разработки – 1977



ЭА093М

Бортовое записывающее устройство
Устанавливался на КА типа «Метеор»,
«Ресурс-О» и др.

Объем записываемой информации –
5,4 · 10⁹ бит.

Скорость записи в режиме «Запись 1» –
15,36 Мбит/с.

Время непрерывной работы
в режиме «Запись 1» – 6,4 мин.

Масса – 36 кг.

Год разработки – 1975



ЭА033

Четырехканальное оптико-механическое сканирующее устройство малого разрешения (МСУ-М) для КА ДЗЗ с высотой орбиты 600–700 км

Применялся на КА «Метеор-Природа», «Океан», и др. Угол сканирования – 106°.

Число тел.эл./стр – 1900.

Скорость сканирования – 4 стр/с.

Разрешение на местности – 1,7 км.

Масса – 4,5 кг. Год разработки – 1977



ЭА050

Двухканальное оптико-механическое сканирующее устройство среднего разрешения (МСУ-С)

Устанавливается на КА ДЗЗ с высотой орбиты 600–700 км. Применялся на КА «Метеор-Природа», «Океан», и др.

Угол сканирования – 57°.

Число тел.эл./стр – 1900.

Скорость сканирования – 48 стр/с.

Разрешение на местности – 140 м.

Вес – 5,5 кг. Год разработки – 1977



Бериллиевый диск

Несущий элемент оптико-механического устройства сканера среднего разрешения с конической разверткой МСУ-СК (ЭА-105).

Год разработки – 1977



ЭА141 (макет)

Оптико-механическое однострочное сканирующее устройство с увеличенным углом обзора

Предназначено для исследования поверхности океана.

Фокусное расстояние объектива $F=75$ мм.

Угол сканирования передней и задней зон – 110° .

Полоса захвата на местности передней и задней зон – 900 км.

Масса – 6 кг. Год разработки – 1980

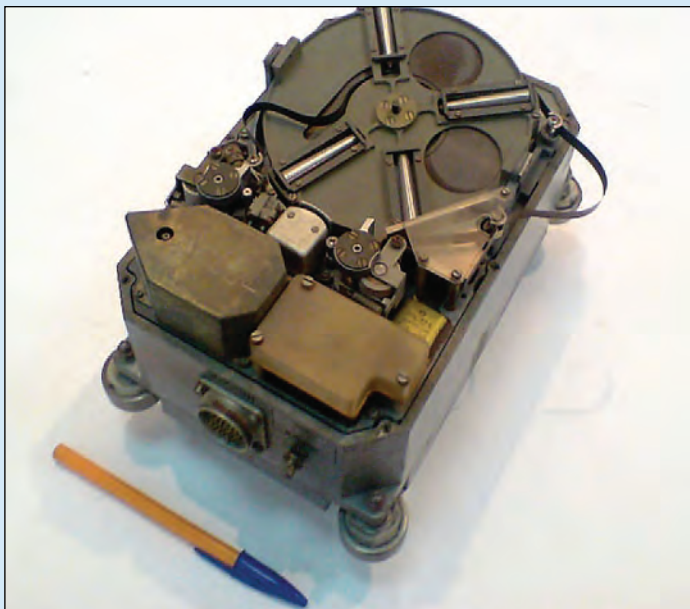


Зеркало перенацеливания

Изготовлено из облегченного ситалла.

Применяется в многозональном сканирующем устройстве МСУ-Э (ЭА098).

Год разработки – 1977



ЭА062

Бортовой узкополосный двухдорожечный магнитофон

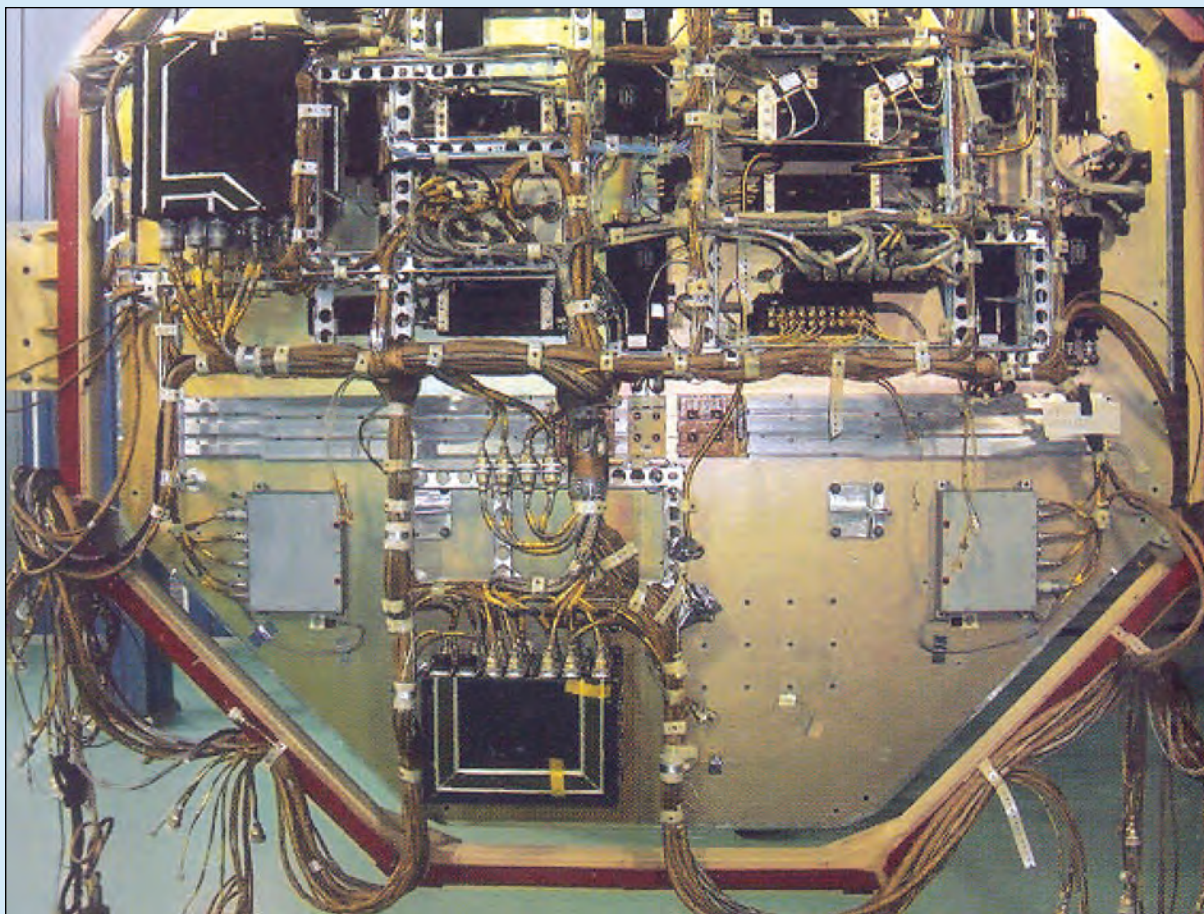
Служит для записи видеосигналов, поступающих с оптико-механических сканирующих устройств ЭА033, ЭА046 и др.

Полоса видеосигнала – 150 кГц.

Время записи – 75 мин.

Время воспроизведения – 150 мин.

Год разработки – 1977



**Бортовой радиотехнический комплекс (БРТК)
геостационарного гидрометеорологического КА «Электро-Л»**

БРТК обеспечивает:

- передачу целевой метеорологической и гелиогеофизической информации;
- телекоммуникацию и распространение обработанной метеоинформации;
 - ретрансляцию от платформ сбора данных;
 - ретрансляцию информации от аварийных радиобуев.

Год разработки – 2010

ЭА240 (МСУ-МР)

**Многозональное сканирующее устройство
для непрерывной глобальной съемки Земли**

Установлен на метеорологическом КА
«Метеор -М» № 1, запущенном в 2009 г.

Количество спектральных диапазонов:

в видимых диапазонах – 2;

в ИК диапазонах – 4.

Угол обзора строка/кадр – 110°.

Разрешение на поверхности Земли

ВД/ИК – 1,0/1,0 км.

Диапазон измеряемых температур

в ИК диапазонах – (213-313) К.

Потребление – 110 Вт.

Масса – 106 кг.

Год разработки – 2008



ЭА241 (МСУГС)

**Многозональное сканирующее устройство
для оперативного гидрометеорологического
наблюдения Земли с геостационарной
орбиты**

Установлен на КА «Электро-Л», выведенном
на орбиту 20 января 2011 г.

Количество спектральных диапазонов:

в видимых диапазонах – 3;

в ИК диапазонах – 7.

Угол обзора строка/кадр – 20+0,5°/20+0,5°.

Разрешение на поверхности Земли

ВД/ИК – 1,0/4,0 км.

Диапазон измеряемых температур

в ИК диапазонах – (220-340) К.

Потребление – 150 Вт.

Масса – 116 кг.

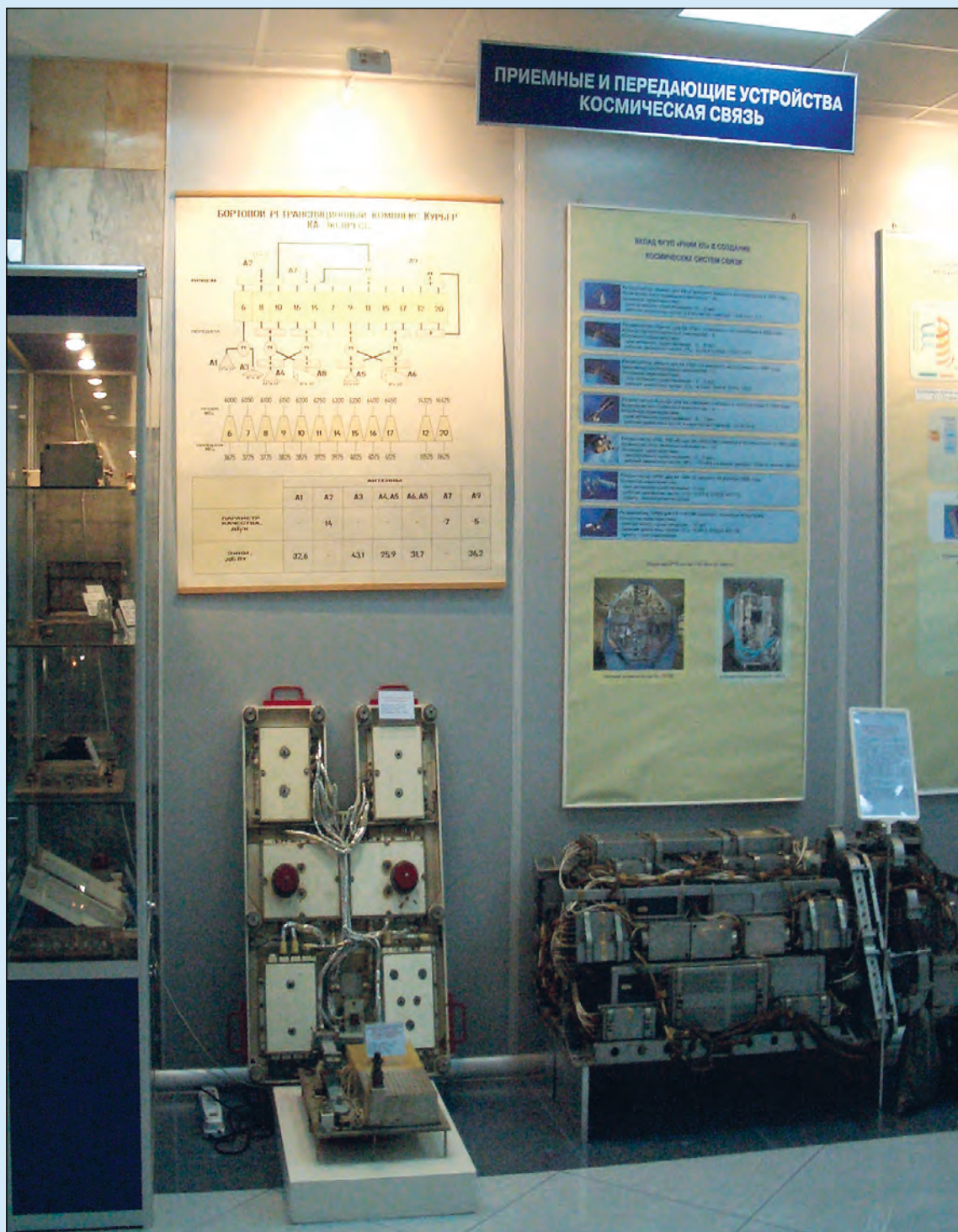
Год разработки – 2010





Снимок Земли, полученный с прибора МСУ-ГС КА «Электро-Л»

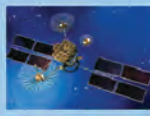
РАДИОПРИЕМНЫЕ И ПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ И НАВИГАЦИИ



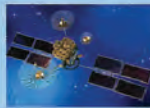
Внешний вид раздела музея по космической связи



Ретранслятор «Поток» для КА «Горизонт» введен в эксплуатацию в 1978 году.
Количество изготовленных комплектов – 35.
Основные характеристики:
- срок активного существования – 3 ...5 лет
- рабочие диапазоны частот и количество стволов – С-6, Ku-1, L-1



Ретранслятор «Орион» для КА «Луч - 1» введен в эксплуатацию в 1986 году.
Количество изготовленных комплектов – 5.
Основные характеристики:
- срок активного существования – 3 ...5 лет
- рабочие диапазоны частот – L, Ku.



Ретранслятор «Марс» для КА «Луч - 2» введен в эксплуатацию в 1987 году.
Количество изготовленных комплектов – 2.
Основные характеристики:
- срок активного существования – 3 ...5 лет
- рабочие диапазоны частот – L, Ku.



Ретранслятор «Курьер» для КА «Экспресс» введен в эксплуатацию в 1994 году.
Количество изготовленных комплектов – 3.
Основные характеристики:
- срок активного существования – 5 ...7 лет
- рабочие диапазоны частот и количество стволов – С-10, Ku-2



Ретранслятор «РКС, РКС-М» для КА «КОСПАС» введен в эксплуатацию в 1982 году.
Количество изготовленных комплектов – 10.
Основные характеристики:
- срок активного существования – 3 ...5 лет
- рабочие диапазоны частот, МГц – 121/406 на линии «вверх»; 1544 на линии «вниз»



Ретранслятор для высокоэллиптической орбиты запущен 24 декабря 2006 года.
Основные характеристики:
- срок активного существования – 7 лет
- рабочие диапазоны частот – L, С

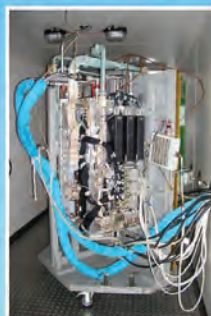


Ретранслятор для геостационарной орбиты проходит наземные испытания.
Основные характеристики:
- срок активного существования – 10 лет
- рабочие диапазоны частот – L, С

Ретрансляторы спутников связи



Бортовой ретранслятор для геостационарной орбиты

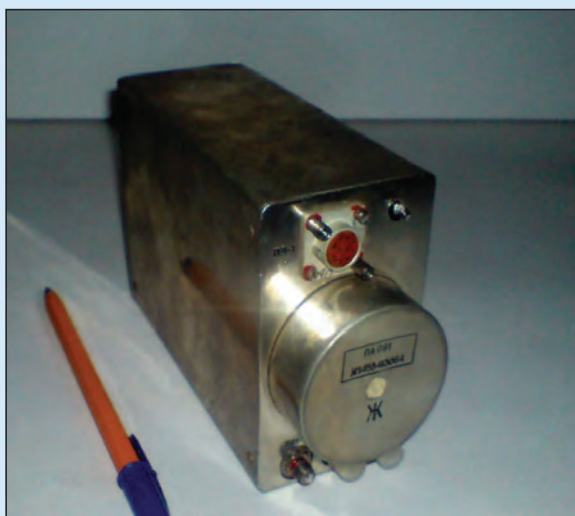


Бортовой ретранслятор для высокоэллиптической орбиты



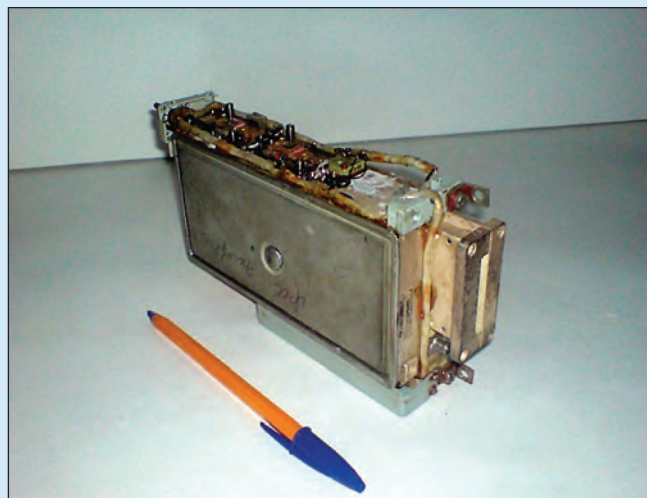
ША005-07
Кварцевый термостатированный
генератор бортового радиокomплекса
для КА «Марс», «Венера»
Частота – 15 МГц.
Год разработки – 1970

ПА091
Кварцевый
термостатированный генератор
бортового ретранслятора (БРТР)
«Поток» для КА «Горизонт»
Частота – 18,75 МГц.
Год разработки – 1979



ША536
Синтезатор БРТР
Опорная частота – 10 МГц.
Диапазон выходных частот – 8-100 МГц.
Год разработки – 1985

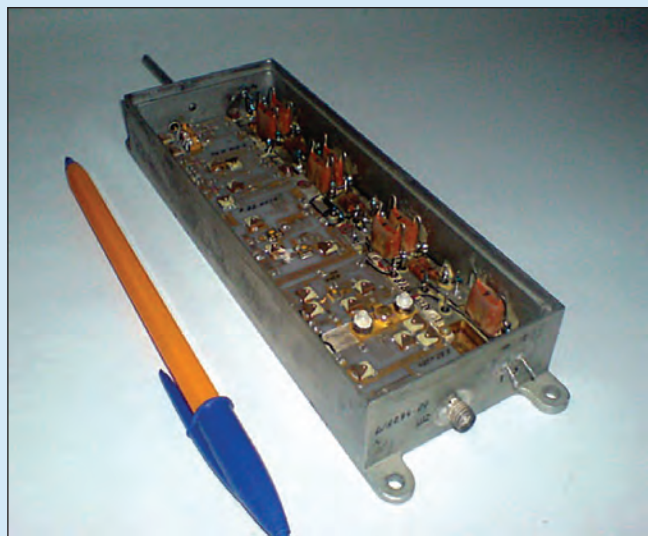
ША645- 01
Формирователь ответного сигнала
БРТР «Курьер» КА «Экспресс»
Частота – 6 ГГц.
Год разработки – 1989



ША508
Возбудитель БРТР
Частота – 15 ГГц.
Год разработки – 1989

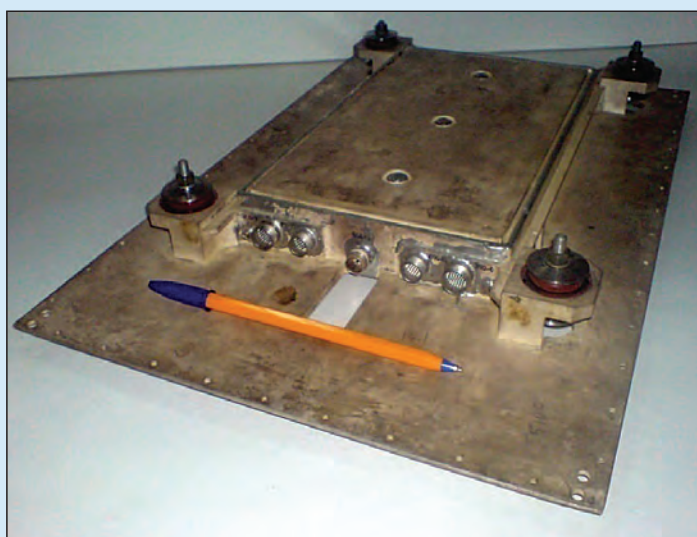
ША576-10
Модулятор бортового
радиокомплекса КА «Ресурс»
Пропускная способность – 128 Мбит/с.
Частота – 8 ГГц.
Модуляция четырехпозиционная ФМ.
Год разработки – 1985





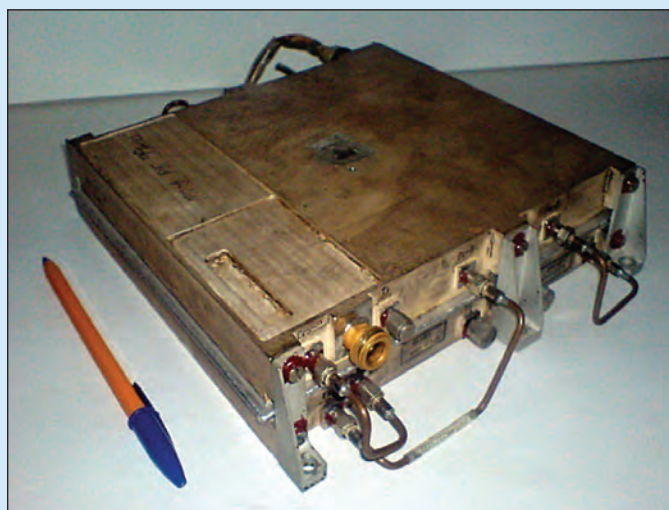
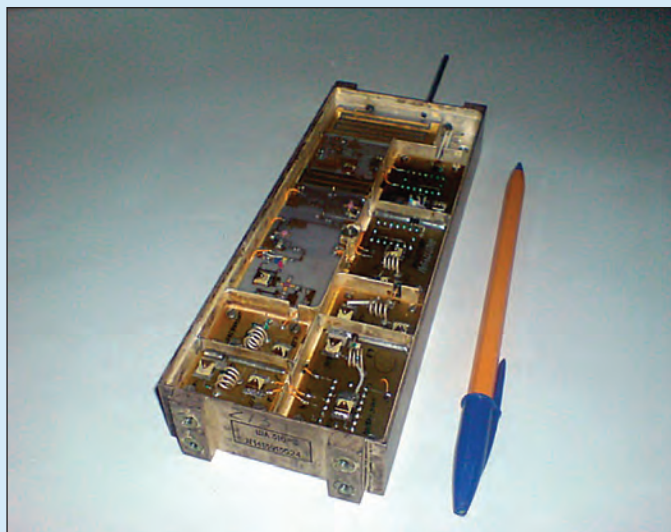
ША294-04
Умножитель частоты бортового
радиокомплекса КА «Буран»
 Частота:
 на входе – 75 МГц;
 на выходе – 750 МГц.
 Год разработки – 1982

ША890
Усилитель мощности канала L2.
Входит в состав аппаратуры бортовой
информационно-навигационной
системы (БИНС) КА «Глонасс»
 Выходная мощность – 17 Вт.
 Частота – 1,2 ГГц.
 Год разработки – 2002



ША890-02
Источник вторичного питания
усилителя мощности канала L2 (1,2 ГГц)
для БИНС КА «Глонасс»
 Выходная мощность – 17 Вт.
 Год разработки – 2002

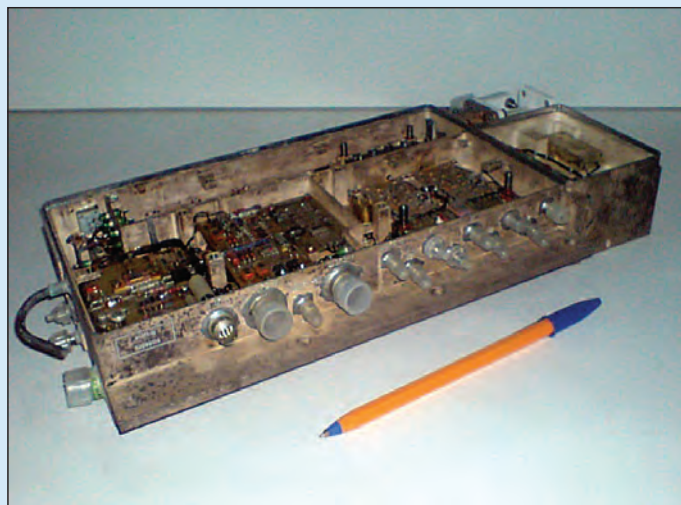
ША316
Усилитель мощности
Входит в состав БРТР.
Выходная мощность – 17 Вт.
Частота – 6 ГГц.
Год разработки – 1985



ША840
Приемо-передающее устройство
Входит в состав аппаратуры командно-измерительной системы (КИС) РБ «Фрегат».
Год разработки – 1995

ША397Б
Бортовой передатчик спутниковой системы передачи информации
Год разработки – 1983





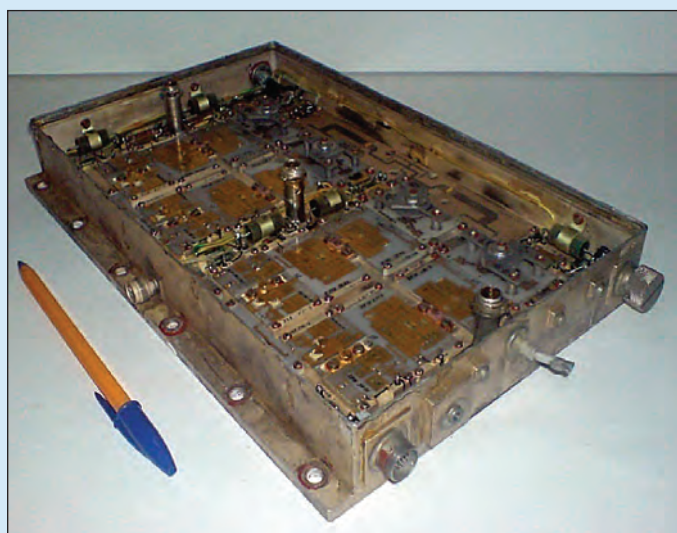
ША373-01
Формирователь сигнала бортового радиокomплекса КА «Сапфир»
 Пропускная способность – 128 Мбит/с.
 Модуляция четырехпозиционная ФМ.
 Год разработки – 1989

ДК-228
Высокочастотный полосовой фильтр
 Полоса пропускания
 по уровню 3 дБ – 40 МГц.
 Год изготовления – 1980



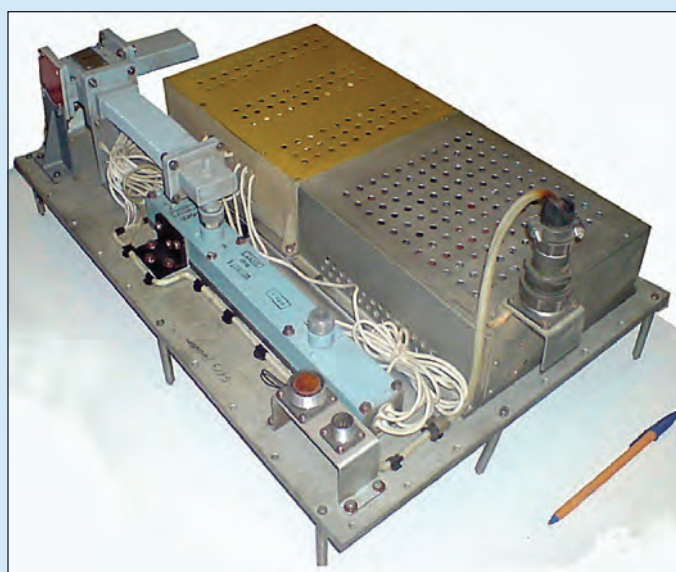
ША297М
Усилитель мощности для БРТР
 Выходная мощность – 50 Вт.
 Рабочая частота – 485 МГц.
 Год разработки – 1980
 Годы изготовления – 1982-1986

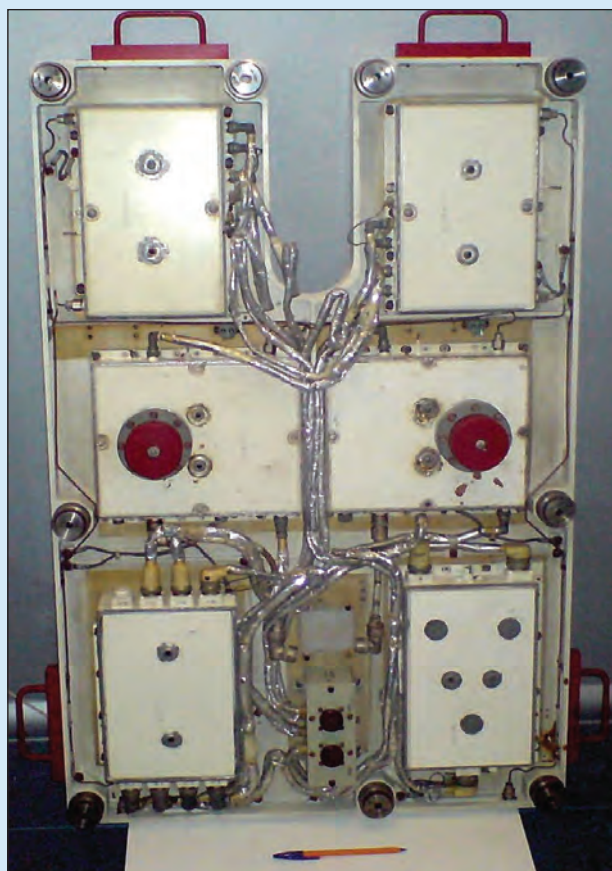
ША266
Усилитель мощности канала L1
Входит в состав аппаратуры
БИНС КА «Глонасс».
Выходная мощность – 17 Вт.
Частота – 1,6 ГГц.
Год разработки – 1980



ША296-02
Бортовой передатчик
спутниковой системы контроля и
управления (ССКУ)
Год разработки – 1984

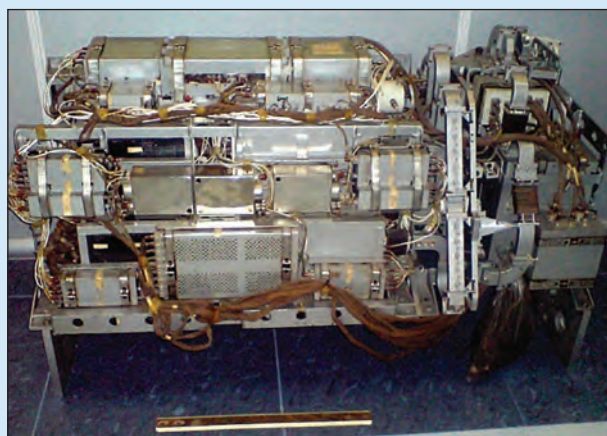
Усилитель мощности
на ЛВВ для системы
подвижной связи
Выходная мощность – 40 Вт.
Год разработки – 1990
Год изготовления – 1993





ША297М
Усилитель мощности
для бортового ретранслятора
 Выходная мощность – 50 Вт.
 Рабочая частота – 485 МГц.
 Год разработки – 1980

Усилитель мощности на ЛБВ
С-диапазона
 Применяется в БРТР.
 Выходная мощность – 80 Вт.
 Год изготовления – 2009



РА250
Приемный моноблок бортового
ретранслятора «ПОТОК» космической
системы связи ГОРИЗОНТ
 Использовался в системах фиксированной
 спутниковой связи и телевизионного
 вещания в диапазонах 4/6 ГГц и 11/14 ГГц,
 а также для подвижной спутниковой службы,
 в диапазоне 1,5/1,6 ГГц.
 Год разработки – 1977

АНТЕННЫЕ СИСТЕМЫ



Раздел музея по антенным системам



**Бортовая приемопередающая
антенна межспутниковой
системы передачи информации
«Сапфир»**

Работала в трехсантиметровом
диапазоне волн.
Год разработки – 1971

ВА030

**Унифицированная бортовая
антенна радиовысотомера и
радиовертикали**

Предназначалась для применения на
космических станциях.

Работала в трехсантиметровом
диапазоне волн. Формирует пять лучей:
центральный – для высотомера и четыре
луча – для построения радиовертикали.

Масса с приводом – 18 кг.

Год разработки – 1971





Макет антенны П-2500

Антенна разработана в кооперации с другими предприятиями.
Используется для дальней космической связи и научных исследований.
Установлена в Западном и Восточном центрах дальней космической
связи в Евпатории (1978 г.), в Уссурийске (1986 г.).

Диаметр антенны – 70 м.

Год разработки – 1975

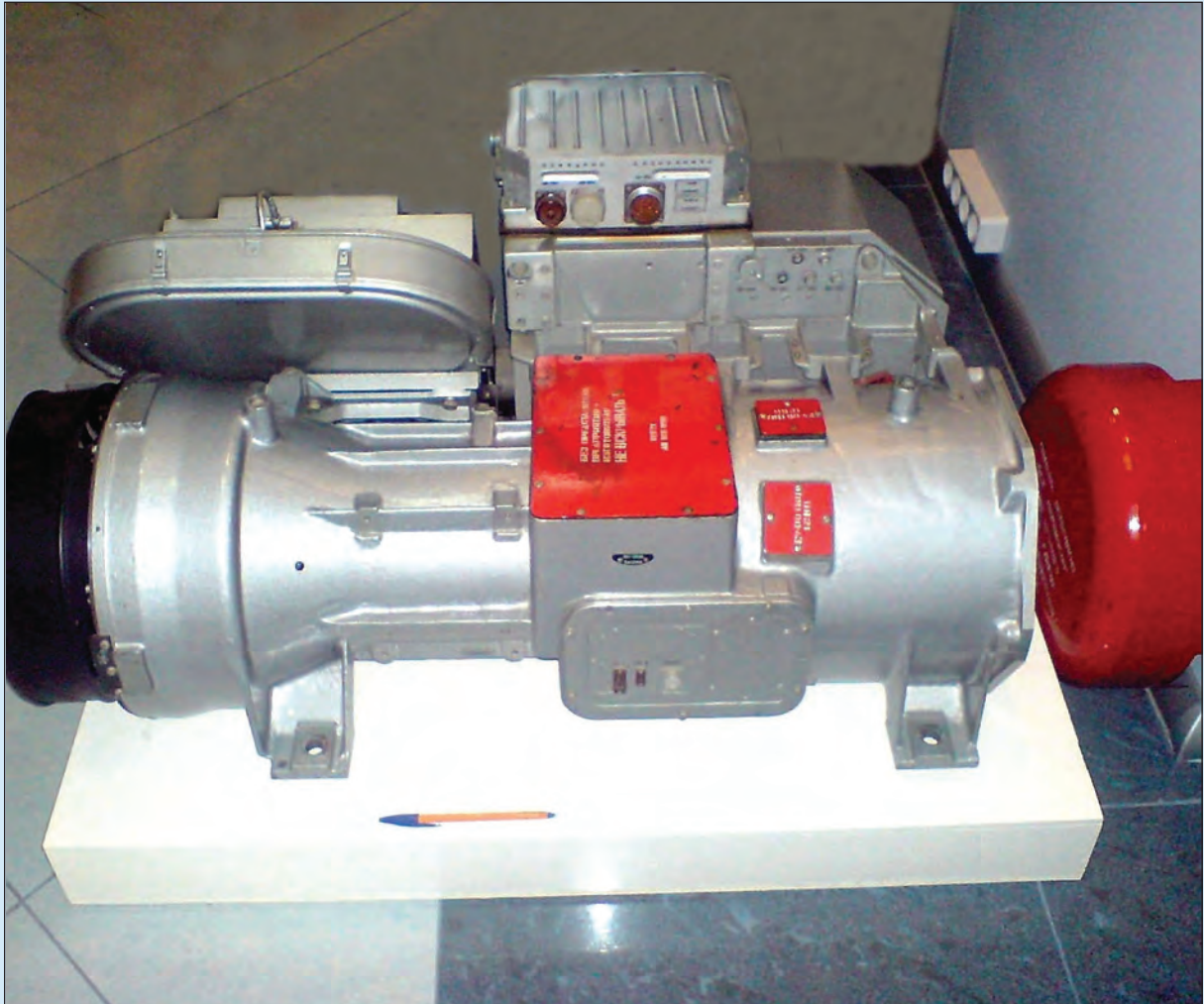


Телеметрическая антенна Б-529 «Ромашка»

Основная антенна телеметрических систем, разработанных предприятием. Зеркальная система состоит из четырех зеркал диаметром 6 м каждое. Работает на двух поляризациях в дециметровом и метровом диапазонах без перестройки. Обеспечивается автосопровождение по принимаемому сигналу.

Год разработки – 1975

ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ



ЛВ-1

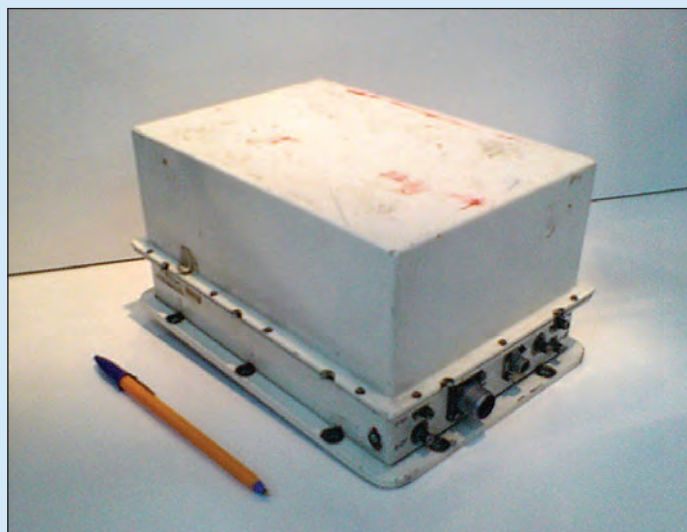
Бортовой импульсный лазерный высотомер первого поколения
Устанавливался на КА топографической космической системы.

Погрешность измерения высоты – не более 70 м.

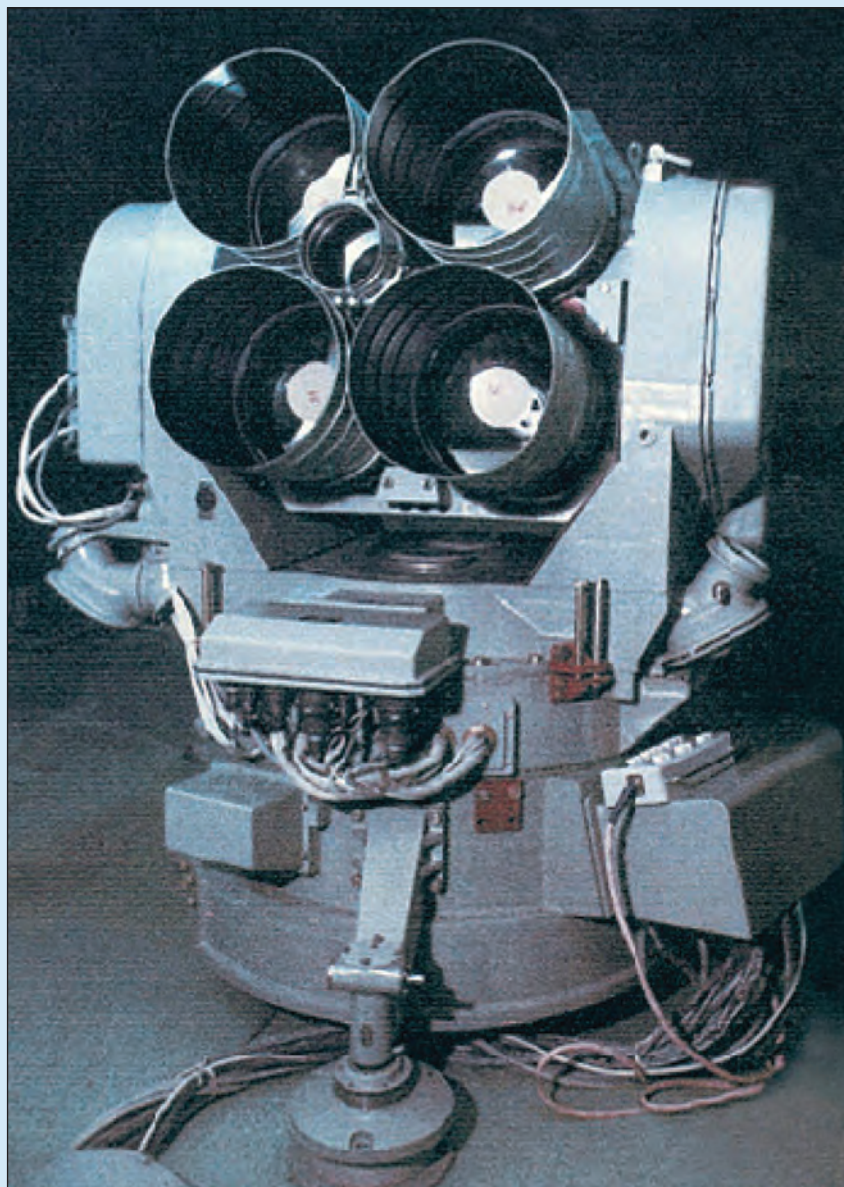
Масса – 130 кг.

Год разработки – 1970

ЛВ2
**Бортовой импульсный лазерный
высотомер второго поколения**
Устанавливался на космическом
аппарате, для фотографирования
земной поверхности.
Погрешность измерения
высоты – не более 1 м.
Масса – 95 кг.
Год разработки – 1980



ФА137
**Приемник лазерного излучения
на ФЭУ**
Длина волны $\lambda = 0,532$ нм.
Максимальная дальность – 400 км.
Точность измерения дальности – 1,5 м.
Использовался в качестве лазерного
дальномера на КА ближнего космоса
для высокоточных траекторных
измерений.
Год разработки – 1979



Лазерный дальномер

Входит в состав аппаратуры наземного измерительного пункта отечественной космической геодезической системы.

Год разработки – 1981

МАЛОРАЗМЕРНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ



Макет технологического наноспутника ТНС-0

Предназначался для экспериментальной отработки новых космических технологий.

Спутник имеет цилиндрическую форму (диаметр – 170 мм, длина – 315 мм).

В качестве несущей конструкции для крепления приборов используется сотовая панель. В составе спутника – модем спутниковой системы связи ГЛОБАЛСТАР, радиобуй системы КОСПАС-САРСАТ, бортовой компьютер, экспериментальные солнечные датчики.

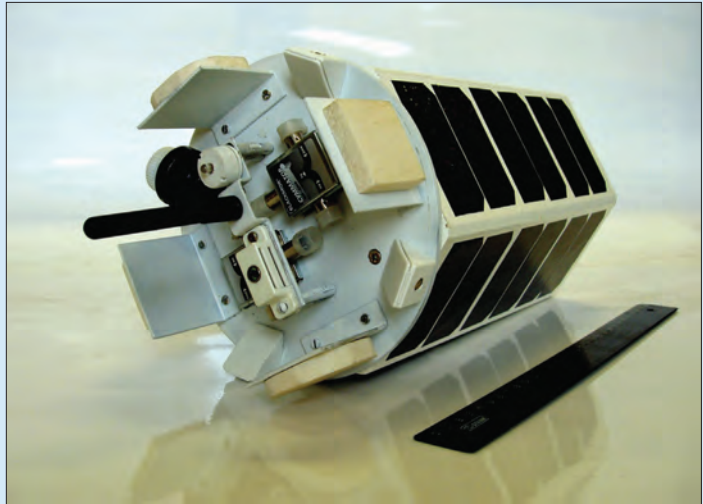
Относится к категории малых космических аппаратов (МКА).

Масса – 5 кг.

Год разработки – 2005

Спутник запущен с МКС 28 марта 2005 года

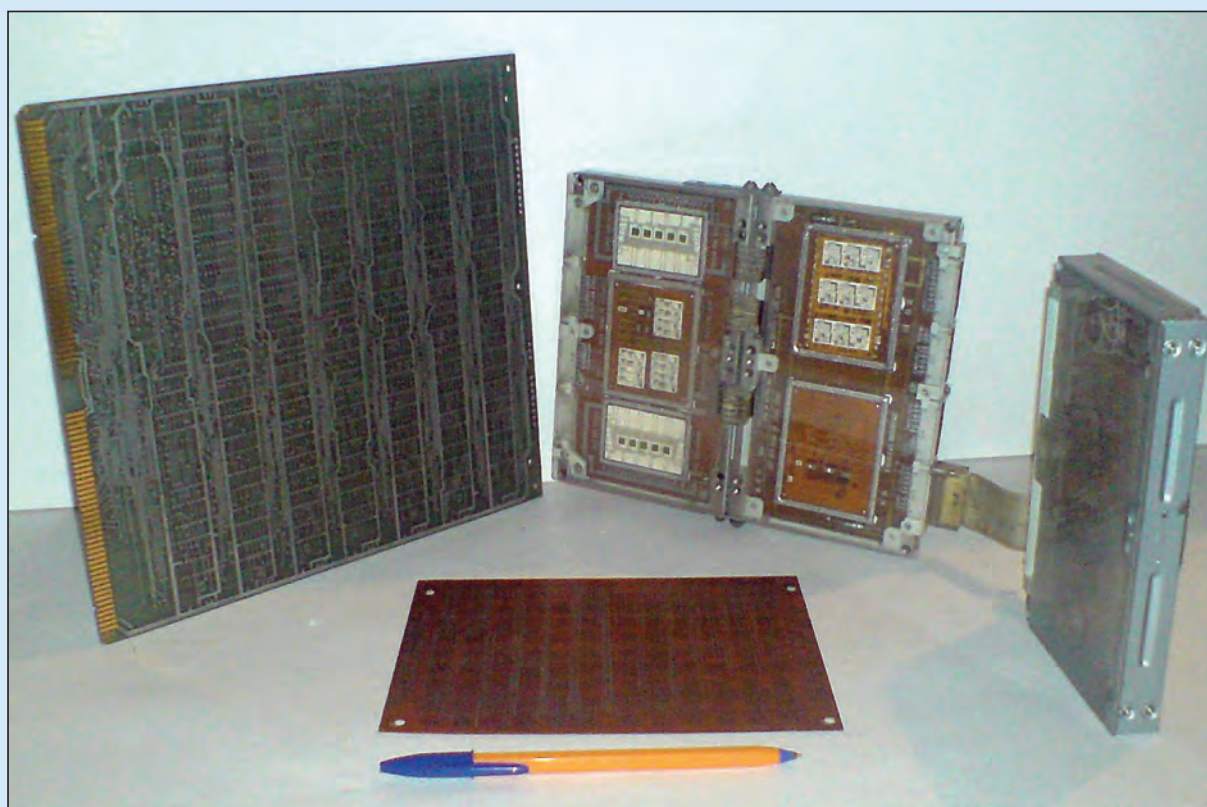
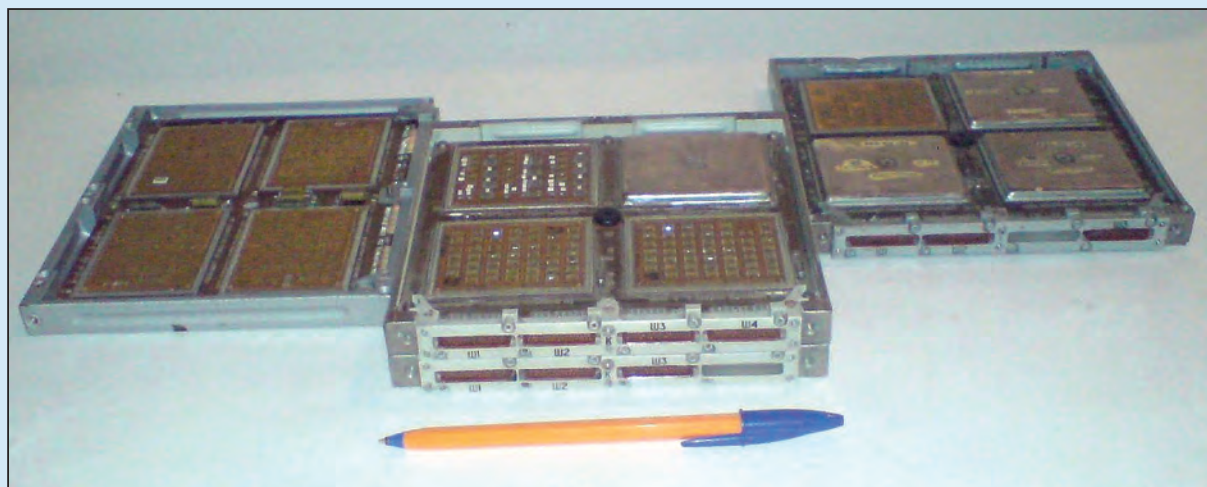
**Технологический наноспутник
ТНС-0 №2 (макет)**
Электропитание на базе
солнечных батарей.
Дополнительный канал
связи на основе модема
УКВ-диапазона 430 МГц.
Аппаратура спутниковой навигации.
Усовершенствованный системный
контроллер.
Общая масса – около 5 кг.



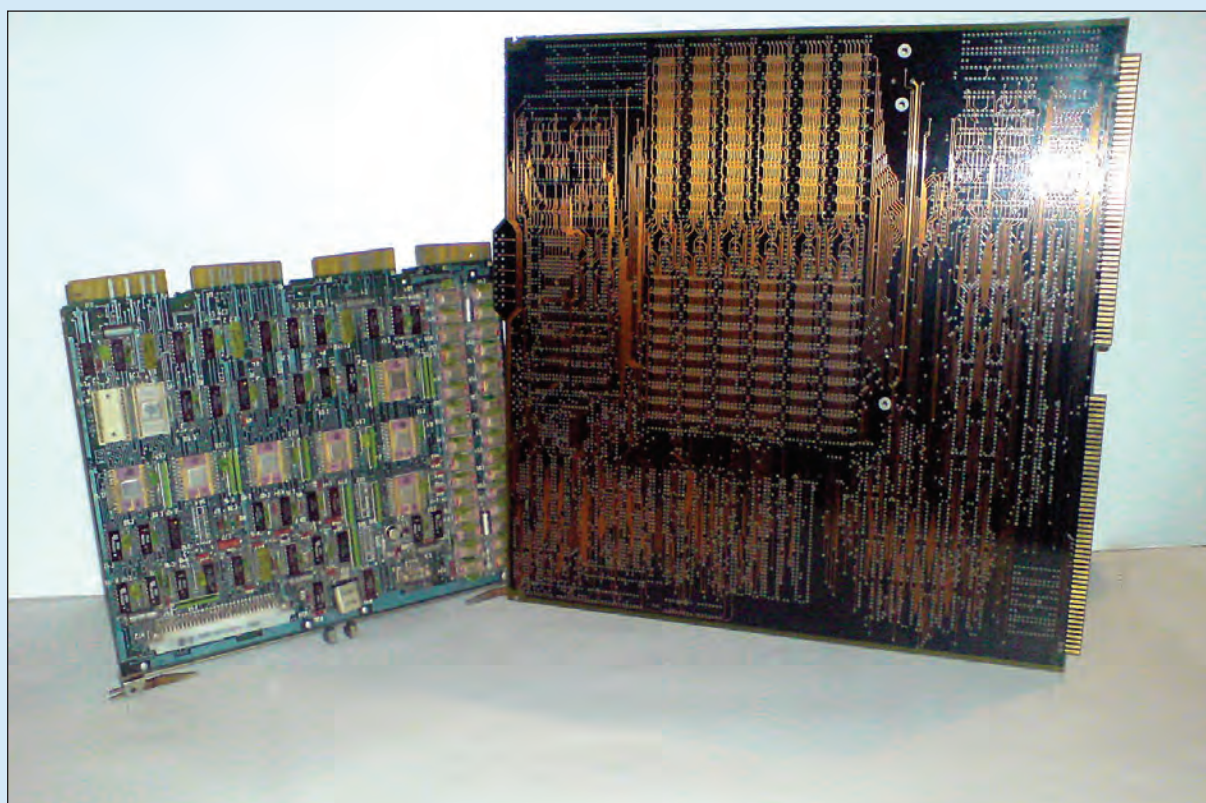
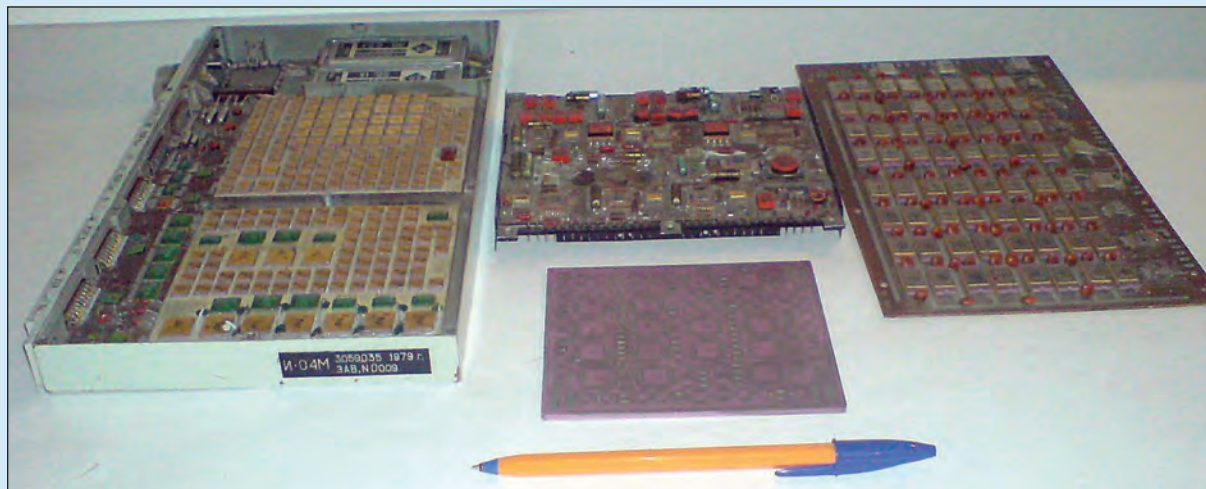
**Наноспутник ТНС1 для целей ДЗЗ
(проект)**
Орбита – синхронно-солнечная,
высота – 650 км.
Управление – ГЛОБАЛСТАР/Интернет.
Радиодиапазоны – 1,6/2,5/1,7 ГГц.
Разрешение на местности – 100 м.
Захват – 259 км.
Размер кадра – 2592x1944 пикс.
Скорость передачи – 0,665 Мбит/с.
Находится на стадии разработки

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАДИОПРИБОРОВ

Образцы деталей, узлов печатных плат и приборов печатных плат
изготовления опытно-экспериментального завода (ОЭЗ)

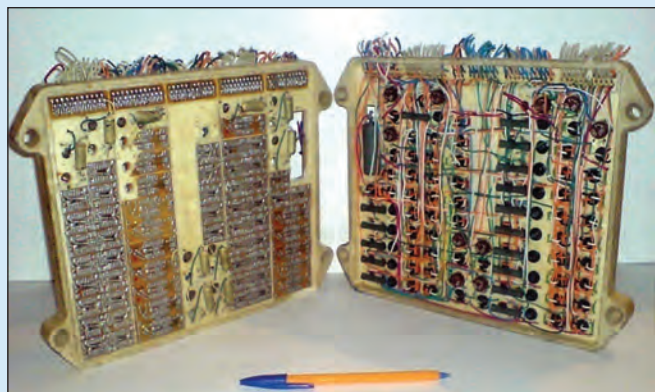


Печатные платы бортовых приборов ТМ-систем
Годы изготовления 1965-1980



Печатные платы контроллеров и приборов вычислительной техники
Годы изготовления 1980-2000

Технология производства приборов



Образец прибора

«книжной конструкции»

Корпус сборочной единицы изготовлен из пенополиуретана марки ППУ-3 методом вспенивания.

Впервые данная технология была применена в изделии С-190 («Союз»).
Годы изготовления 1963-1964

Образцы изделий микроэлектроники:

- микросборки (толстые пленки);
 - микросхемы (тонкие пленки);
 - биметаллические маски (напыление слоев схем);
 - корпуса для микросхем («ОКТАВА»);
 - СВЧ-платы (напыление-травление-гальваническое усиление рисунка схемы).
- Годы изготовления 1968-1980



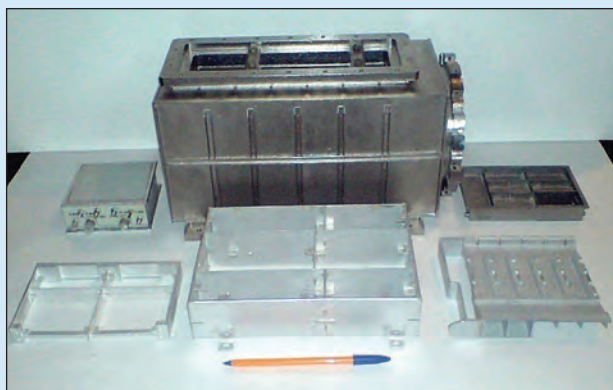
Образцы конструкционных деталей, изготовленных по технологии:

- гальванопластики (волноводы КВЧ-диапазона);
 - литья из полиамида 610 СВ-30, ДСВ 2Р-2М марки «Л» (рамки, корпуса и т.п.).
- Годы изготовления 1964-2000

Изготовление корпусов приборов из алюминиевых и титановых сплавов методом погружения в расплавленные соли

Метод высокотемпературной пайки в вакууме (1981-1983)

Герметизация приборов методом электронно-лучевой сварки в вакууме (1988)



**Конструкция
микросхемы
(1980)**



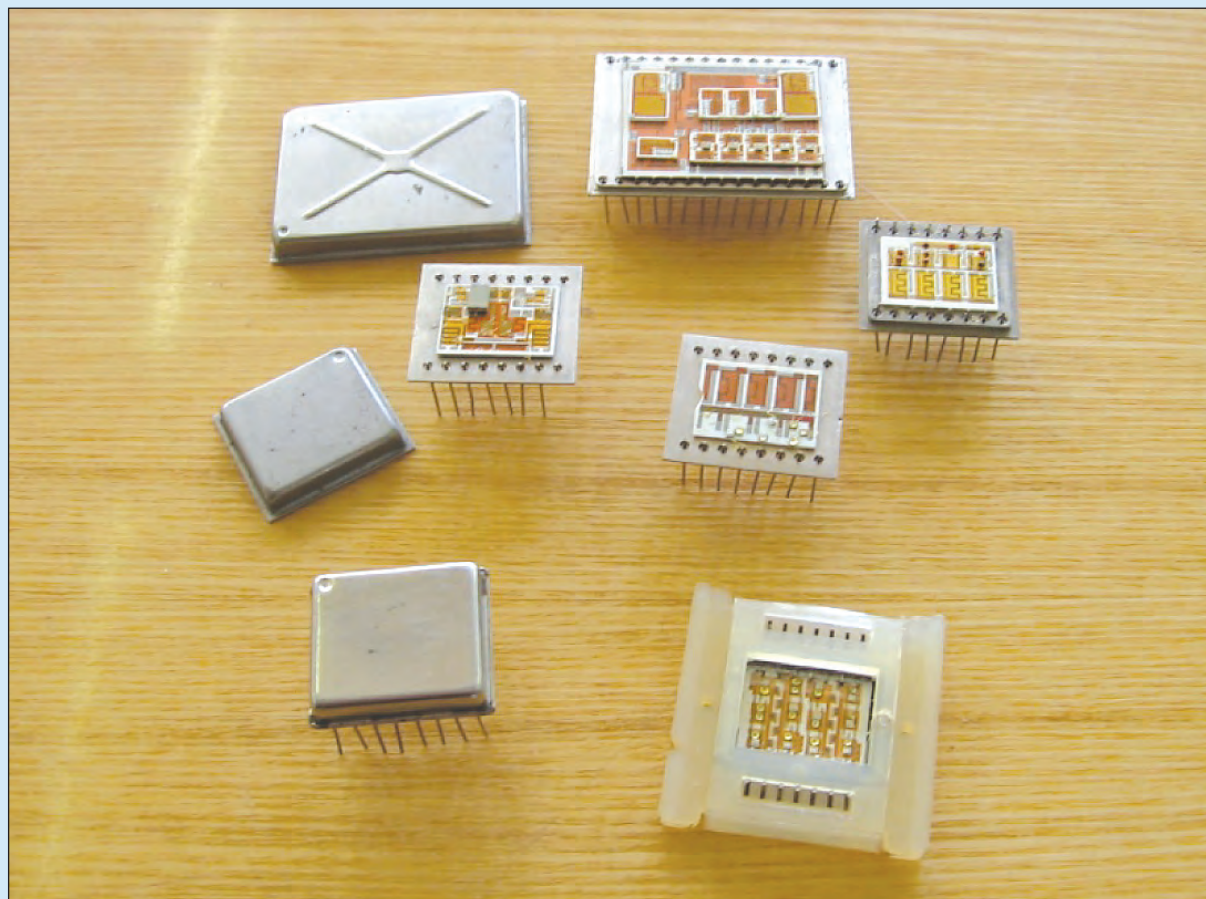
**Кварцевые резонаторы
изгибных колебаний**
Высокодобротные резонаторы.
Обладают большой
долговременной
стабильностью частоты.
Применяются в бортовых
приборах – кварцевых задающих
генераторах и синтезаторах
частоты.
Годы изготовления 1970-1990

**Набор интерференционных
светофильтров**
Используются в оптических
трактах аппаратуры ДЗЗ.





**Волноводные устройства КВЧ-диапазона,
изготовленные методом гальванопластики**
Годы изготовления 1982–1984



**Образцы тонкопленочных микросхем, установленных в корпусах
с планарными и штыревыми расположениями выводов**
Годы изготовления 1970–1975

ЭКСПОЗИЦИИ, ПОСВЯЩЕННЫЕ ИСТОРИЧЕСКИМ ДАТАМ



Экспозиция, посвященная 100-летию со дня рождения М.С. Рязанского – основателя НИИ-885 (ныне АО «Российские космические системы»), главного конструктора радиосистем ракетно-космической техники, члена-корреспондента Академии наук, Героя социалистического труда, лауреата Ленинской и Государственной премий, кавалера многих других правительственных наград



Экспозиция, посвященная 50-летию полета в космос Ю.А. Гагарина, Героя СССР, первого в мире космонавта



Гусев Леонид Иванович

С 1948 по 1959 гг. — разработчик приборов системы радиоуправления ракетой Р-7 в НИИ-885. С 1959 по 1963 гг. — директор НИИ-695, где под его руководством создана для КА «Восток» система «Сигнал» для передачи оперативной телеметрии, система «Пеленг» для пеленгации КА на орбите, система «Заря» для радиосвязи с космонавтами.



Рязанский Михаил Сергеевич

С 1955 по 1985 гг. — заместитель директора НИИ-885 по науке, главный конструктор системы радиоуправления ракетой Р-7. Система обеспечивает управление ракетой по направлению и по дальности на конечном активном участке траектории движения.



Пилюгин Николай Алексеевич

С 1955 по 1963 гг. — главный конструктор автономной системы управления ракетой Р-7. Система обеспечивает стабилизацию центра масс и относительно центра масс, регулирование кажущейся скорости, опорожнение и синхронизацию топливных баков, автоматику управления по дальности

Руководители НИИ-885, принимавшие непосредственное участие в создании аппаратуры для ракеты Р-7 и космического корабля «Восток», пилотируемого Ю.А. Гагариным

39. ПЕРСОНАЛИИ

В данном разделе приведены списки сотрудников АО «Российские космические системы», внесших значительный вклад в создание приборов и систем, представленных в разделах книги. В связи с отсутствием у редколлегии необходимых персональных данных, ряд сотрудников не были упомянуты в списках, за что редколлегия приносит свои извинения. Значком (*) отмечены руководители разработок систем и приборов.

2. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКИМИ РАКЕТАМИ

*В.Г. Акуличев**, *Н.В. Алексеев*, *М.Л. Артамонов*, *В.В. Астапов**, *Г.А. Барановский**, *А.М. Батагов*, *А.В. Белоусов**, *А.В. Беляев*, *Л.О. Блох*, *Э.Л. Боброва*, *С.Н. Богоявленский*, *Е.Я. Богуславский**, *М.И. Борисенко**, *Б.М. Брегман*, *В.Г. Буряк*, *Г.В. Ванеев*, *Г.А. Вилков*, *И.И. Виноградов**, *Н.М. Волков*, *С.В. Волков**, *И.Ц. Гальперин**, *В.И. Герасимов**, *И.У. Гинзбург*, *Г.П. Глазков**, *С.С. Глазов**, *В.А. Гришмановский**, *В.Ф. Грушецкий**, *Е.С. Губенко**, *Л.И. Гусев**, *Г.Я. Гуськов**, *А.И. Дунаев**, *В.Е. Емельянов**, *Ю.Г. Еремин*, *Н.И. Жирнова*, *Я.С. Жуков**, *В.В. Завьялов*, *В.В. Засецкий**, *В.И. Захарчук-Кухарев*, *К.К. Зыков**, *Н.Е. Иванов**, *В.В. Калашник*, *А.М. Карпов*, *В.О. Кириша*, *А.В. Козырев*, *Б.М. Коноплев**, *Р.П. Косенко**, *А.Е. Кострюков*, *И.А. Костюков*, *Ю.М. Круглов**, *И.А. Крыльцов**, *А.И. Кудряшев**, *К.И. Кузнецов**, *В.П. Кузовкин*, *С.И. Кузьмина*, *А.Ф. Курский*, *В.И. Лаппо**, *В.Э. Лемберг*, *В.И. Леонтьев*, *Д.Я. Летичевский*, *В.И. Макаров*, *Ю.Ф. Макаров**, *В.М. Макуров*, *Л.В. Малина**, *Э.М. Манукян**, *Ф.Л. Мещанский*, *А.Н. Микиртумяц**, *Т.А. Михайловская*, *Е.П. Молотов**, *М.Л. Наталович*, *А.Б. Найшуль*, *В.С. Нефедов*, *И.А. Норвейшиис**, *Ю.С. Павлов*, *Г.Б. Петропавловский*, *С.П. Пешнев**, *Н.А. Пилюгин**, *Г.М. Подорванов*, *М.Ф. Поликанов**, *В.И. Польский*, *Д.А. Пономарев**, *А.М. Правдина*, *Г.М. Присс*, *К.А. Решетов*, *В.И. Ржевский*, *Е.А. Розенман**, *М.С. Рязанский**, *Г.С. Савельев**, *В.А. Сахаров*, *Г.В. Семенов**, *Б.Г. Сергеев*, *Б.П. Симонович*, *В.Н. Ситников*, *О.А. Смирнов*, *В.П. Сорокин**, *Н.В. Сорокин**, *А.В. Стариков*, *В.К. Старцев**, *И.Я. Сытин**, *И.Я. Тарнорудер*, *Ю.А. Тимофеев*, *Е.Ф. Тищенко**, *Ф.И. Токарев**, *В.А. Толмачев*, *В.С. Толчков*, *В.М. Топс**, *А.М. Трахтман**, *П.А. Туник**, *Б.М. Тучин*, *В.В. Тюбалин*, *В.В. Ушаков*, *Т.Д. Фаткина*, *Г.М. Федоренко**, *Ф.И. Филиппов**, *В.П. Финогеев**, *М.С. Хитрик**, *Е.С. Чернолуцкая*, *Т.Д. Черномордик**, *Р.А. Чигирев**, *М.Г. Шабанов**, *Ю.С. Шеманский*, *А.П. Шиловский*, *В.С. Ястребов**.

3. НАЧАЛО КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ

*А.В. Белоусов**, *М.И. Борисенко**, *К.И. Грингауз**, *А.И. Зиньковский*, *В.Д. Зуйков*, *А.В. Капорский*, *Е.Е. Коган*, *В.И. Лаппо*, *М.С. Рязанский**, *Н.В. Сорокин**.

4. ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ

Н.Б. Адашкин, В.А. Аксенов*, А.Г. Алексенко*, Г.М. Алешин*, А.К. Амерханов, В.И. Аппель*, В.В. Астапов*, Р.В. Бакитько*, А.В. Белоусов*, Е.Я. Богуславский*, В.И. Болдин, М.И. Борисенко*, Б.М. Брегман, А.С. Винницкий, Е.Н. Галин*, Ю.М. Гектин, И.У. Гинзбург*, В.М. Говоров, В.А. Гришмановский*, Е.С. Губенко*, Л.И. Гусев*, В.Т. Гусяков*, Е.Ф. Дубовицкая*, А.И. Дунаев*, В.В. Засецкий*, О.А. Зенкевич*, Н.Е. Иванов*, Е.Д. Копылова, Ю.М. Круглов*, М.М. Кручкович, Ю.Ф. Макаров*, А.М. Малахов*, О.Е. Малючков, Э.М. Манукян*, Е.П. Молотов*, М.К. Нараева*, И.А. Норвейшис*, И.И. Пиковский, М.С. Рязанский*, А.С. Селиванов*, Б.Г. Сергеев, В.И. Серегин, И.Ф. Синельникова*, Ю.Л. Смирнов*, В.П. Сорокин, Ю.А. Тимофеев, В.А. Тимохин*, А.С. Титов*, А.М. Трахтман*, П.А. Туник*, Ю.М. Тучин*, Б.Я. Хисин, Ю.К. Ходарев*, В.П. Чемоданов*, А.Г. Шабанов*.*

5. ПРОГРАММЫ ПИЛОТИРУЕМЫХ ПОЛЕТОВ

А.Г. Алексенко, Н.М. Анцибор, Р.В. Бакитько*, А.В. Белоусов*, Е.Я. Богуславский, В.И. Болдин, М.И. Борисенко*, М.Б. Васильев*, А.С. Винницкий, С.С. Вяжевич, Е.Н. Галин*, И.У. Гинзбург*, С.С. Глазов*, Л.Н. Гнитиев, Р.Г. Гольцер, И.В. Гриненко, В.А. Гришмановский*, Е.С. Губенко*, Л.И. Гусев*, В.Т. Гусяков*, Д.С. Ивенский, В.И. Кирейченко, Г.Б. Климов, Ю.А. Комлев*, Г.С. Кондраков, Ю.М. Круглов*, А.Н. Крутов, М.М. Кручкович*, А.И. Кудряшов, В.С. Кузнецов, Э.М. Манукян*, А.Н. Микиртумянци, Е.П. Молотов*, И.А. Норвейшис*, Е.П. Овсянников, А.И. Останий*, И.И. Пиковский*, Ю.П. Пятошин, М.С. Рязанский*, И.А. Сенаторов*, В.П. Сорокин*, В.К. Старцев*, В.М. Топс*, А.М. Трахтман*, Б.Я. Хисин, В.К. Хороших, Х.Х. Цейтлин, К.В. Черевков*, И.Д. Черномордик.*

6. ИССЛЕДОВАНИЯ ДАЛЬНЕГО КОСМОСА

Н.П. Акимов, А.Г. Алексенко, Г.М. Алешин*, Б.Г. Амелин, В.И. Аппель*, В.А. Архангельский*, В.В. Астапов*, Р.В. Бакитько*, М.В. Башмачников, Ю.И. Бехтерев*, Н.Н. Бирюков, А.Н. Богдашов, Е.Я. Богуславский*, М.И. Бохонов, П.А. Букатин, Т.К. Бучнева, А.Ю. Виноградов*, И.Н. Воробьев, Е.Н. Галин*, Ю.М. Гектин*, А.Л. Гинзбург*, С.С. Глазов*, Л.А. Голубев, Б.М. Горин, В.А. Гришмановский*, Л.И. Гусев*, В.Т. Гусяков, Г.Я. Гуськов*, В.Я. Еленский, Ю.Г. Еремин*, Н.И. Жуковская, В.В. Засецкий*, С.П. Игнатов*, О.С. Индисов, А.М. Каждан, И.В. Калининская, В.В. Карпов*, А.Г. Карасев, Н.В. Карутин*, А.Н. Козлов*, Д.Я. Корнеев, А.В. Костин, И.А. Крыльцов*, Ю.М. Круглов*, А.С. Курдюмов, В.И. Куркин*, В.Д. Кустодиев*, А.И. Линьков, О.С. Лукина, В.П. Лысов, Ю.Ф. Макаров*, С.И. Макарова, Р.Н. Малькова, О.Е. Малючков, В.А. Меерович, Ф.Л. Мещанский, Е.П. Молотов*, И.О. Надеждин, М.К. Нараева*, В.И. Никандров, М.В. Новиков*, И.А. Норвейшис*, Б.И. Огорелков, А.С. Панфилов*, А.Н. Плигин, В.И. Рогальский*, В.Т. Разинков, В.Н. Родионов, Л.Н. Рубан, М.С. Рязанский*, А.С. Селиванов*,*

Б.Г. Сергеев, И.Ф. Синельникова*, В.М. Синельщиков, М.Б. Смелянский, В.П. Сорокин, В.К. Старцев*, Б.А. Суворов, В.А. Тимохин*, А.С. Титов*, В.М. Топс*, А.М. Трахтман*, Б.П. Трусов, П.А. Туник*, Ю.М. Тучин*, В.Д. Харламов, Ю.К. Ходарев*, В.П. Чемоданов*, Н.В. Четыркин, К.В. Черевков*, А.В. Чирво, Т.С. Шевелева, Ю.Н. Шныгин, В.Н. Юнгеро.*

7. КОСМИЧЕСКИЕ НАВИГАЦИОННЫЕ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

А.Г. Алексенко, В.С. Анашин, В.А. Архангельский*, В.В. Астапов*, Р.В. Бакитько*, А.М. Бататов, В.Г. Безбородов*, Л.Ю. Белоусов*, М.И. Борисенко*, Б.М. Брегман, Н.Н. Булгаков*, В.П. Васильев*, Н.М. Волков, О.П. Гобчанский, Б.М. Горин*, Л.И. Гусев*, В.В. Дворкин*, Ю.А. Додонов, А.В. Дунаев*, А.И. Дунаев*, Ю.Г. Еремин*, Н.И. Жамалетдинов*, А.И. Жодзишский*, О.М. Загорец, А.А. Загуменных, Е.К. Захаров, Н.Е. Иванов*, И.С. Иоффе, В.В. Калашник, А.М. Карпов*, Е.А. Коломбет, Б.М. Коноплев*, А.И. Коночкин, Ю.М. Крёмовских, М.М. Кручкович*, В.Н. Кузнецов, В.П. Кузовкин*, В.В. Ламкин, В.И. Лапно*, В.Э. Лемберг, В.И. Леонтьев, О.Е. Лопатко, В.В. Лунин, Г.С. Любчиков, В.М. Макуров*, Е.П. Молотов*, М.Л. Наталович, В.И. Немцев, И.А. Норвейшис*, Я.Ю. Овчинников, А.С. Побожей, В.С. Полишкаров, Д.А. Пономарев, А.И. Рыбин, М.С. Рязанский*, В.А. Салищев*, В.А. Сахаров, В.В. Селезнев, Г.В. Семенов*, В.И. Сергиенко, В.Н. Ситников, Г.Г. Ступак*, В.В. Тюбалин, Г.М. Федоренко*, Ф.И. Филиппов, А.В. Хрустин*, Е.Е. Цейтлин, А.А. Чаднов, А.Н. Шарашенидзе, В.Д. Шаргородский*, П.С. Шкулин, А.М. Якунин.*

8. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ДОПОЛНЕНИЯ К ГЛОНАСС

С.В. Аверин, В.А. Архангельский*, А.М. Батагов*, А.А. Виноградов*, Н.М. Волков, В.В. Дворкин*, А.В. Дунаев*, Н.Е. Иванов*, С.Н. Карутин*, В.В. Куришин*, А.Ю. Майданов*, Д.А. Пономарев*, В.А. Салищев*, В.Г. Сернов*, С.Ю. Силановицкий*, Г.Г. Ступак*, В.А. Трахтман*.*

9. НАВИГАЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ГЛОНАСС

С.В. Аверин, А.М. Батагов*, В.Г. Безбородов*, Н.М. Волков*, Л.И. Гусев, А.А. Дворкин*, В.В. Дворкин*, А.В. Дунаев*, И.Б. Зимин*, Г.Л. Золототрубов, Н.Е. Иванов*, С.Ю. Калинин*, С.Н. Карутин*, В.Ф. Каишманов, В.В. Куришин*, В.В. Лунин, Е.П. Молотов*, И.В. Никушкин*, М.Ф. Поликанов*, Д.А. Пономарев, В.А. Салищев*, В.Г. Сернов, Г.Г. Ступак*, В.В. Тюбалин.*

10. КОМАНДНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Т.Е. Агапова, В.Е. Агеев, Е.В. Агеева, В.И. Аксенов, В.А. Александров, А.А. Алексеев, В.Г. Алыбин*, В.И. Амелькин, Б.Н. Андреев, В.Б. Андреев, Н.М. Анцибор,*

В.А. Архангельский*, М.Л. Артамонов*, В.И. Архипкин, О.А. Афанасьев, И.Б. Афанасьева, Д.А. Бабушкин, А.Н. Багач, Р.В. Бакитько, К.Н. Баландин, А.М. Батагов*, В.И. Бахурин, А.П. Бекасов, Н.И. Белов*, Н.Ю. Белоглазова, А.В. Белоусов*, Л.Ю. Белоусов, О.В. Белоусова, В.Г. Беляков, В.В. Березкин, Н.Е. Бернштейн*, В.В. Бессонов, Д.Г. Бирин*, Б.С. Блудов, Н.-Е.Е. Богуславская, Е.Я. Богуславский*, Б.И. Бойко, О.В. Бондарь, Р.О. Бондарь, М.И. Борисенко*, И.В. Бочарова, А.Б. Брагин*, Б.М. Брегман, Н.Н. Булгаков*, В.Л. Быстрицкий, В.В. Васильев, В.М. Ватутин, Л.Е. Волкова, А.В. Воля, Е.А. Воронков*, А.Р. Галкин, П.В. Генералов, О.Е. Герасимов, В.О. Гладков, С.С. Глазов, Ю.И. Глазычев*, А.Ю. Головин, В.И. Гольтякова, А.И. Гордеев, А.Л. Горшков, В.М. Готлиб, В.А. Гришмановский*, Е.С. Губенко*, С.Н. Губернов, Л.И. Гусев*, М.Б. Гусев, В.Т. Гусяков*, Г.Я. Гуськов*, А.И. Данин, О.М. Демидюк, В.Г. Дмитриенко, Т.Г. Дмитриенко, Г.Е. Доронина, О.Б. Дорохов, Р.И. Доценко, М.С. Драбкин, С.С. Друшляков*, А.М. Дузь, С.Н. Дунаев*, С.В. Дьячков, О.С. Евдокимов, Н.С. Евтеева, С.А. Ежов*, Б.П. Елагин, Г.А. Елисеева, Б.П. Емельянов, В.М. Ежков*, Е.Ф. Ефимов, Н.И. Жамалетдинов*, С.К. Жидкова, В.А. Жуков, В.Н. Жуков, В.В. Засецкий*, А.Ф. Захаров, Е.К. Захаров, Ю.В. Захаров, В.И. Захарчук-Кухарев*, Л.В. Землянова, В.А. Иванов, Н.Е. Иванов*, С.П. Игнатов*, О.С. Индисов*, И.С. Иоффе, В.М. Калинина, С.В. Карасев, А.М. Карпов*, В.В. Карпов, В.С. Карпов, Н.В. Карутин*, А.Ф. Касни, Е.А. Качалов, В.И. Кириллов*, А.А. Кий, В.И. Кирейченко, Г.Б. Климов, В.Ф. Коваленко*, А.С. Колесникова, Г.Н. Колчеев, С.А. Колупаев, А.С. Комков, Ю.А. Комлев*, Г.С. Кондраков, В.Т. Коновалов*, С.Д. Коновалов*, Е.Д. Копылова, Т.В. Корабельникова*, Е.Б. Коренберг, А.А. Королев, А.Н. Королев, Л.Н. Кривова, А.А. Кривошеин*, В.В. Кривцов*, М.Ю. Крисс, А.В. Круглов*, Ю.М. Круглов*, В.Я. Крупень, М.М. Кручкович*, А.Д. Кудрявцев, В.П. Кузовкин*, В.К. Кузьмин, Е.А. Кузьмин, Ю.М. Кузьмичев, К.В. Кукин, А.В. Курбатов*, А.С. Курдюмов, С.В. Кусов, А.В. Лазуренко, В.И. Лаппо*, С.Е. Лебедев, Ю.Е. Лебедев, Н.Н. Лебедева, М.С. Леонов*, И.Р. Летфуллин, А.Л. Линева, Д.В. Липаткин, В.В. Лунин, В.И. Макаров, Ю.Ф. Макаров, А.М. Малахов, Л.В. Малина*, В.П. Малкин*, С.В. Мареев, К.М. Марченков, А.И. Матвеев, Ю.Н. Матвейчук, В.Е. Мелетеев*, И.А. Меркина*, О.А. Метелкин, Т.А. Михайловская, В.В. Мишин, Е.П. Молотов*, А.В. Монастыренко, А.Ю. Морозов, О.В. Мостачев, Е.В. Мухин*, Д.Н. Нагорных, Е.А. Надеждин, Ю.А. Наджаров*, М.Л. Наталович*, В.Н. Наумов*, В.И. Немцев*, Н.И. Никитский*, Г.С. Никишин, П.С. Никифоров, И.А. Норвейшис*, Б.П. Овсянников, Е.П. Овсянников, Е.С. Овчинников, В.П. Орешкин*, В.Л. Орлинков, А.И. Останний*, Л.М. Островский*, Г.М. Паньковская, М.Ю. Парфенова, Е.С. Перелыгин, Т.Н. Петракова, М.В. Петров, Т.Н. Петрова, , В.М. Подопянюк, Г.М. Подорванов, Ю.А. Подушкин, Е.Ф. Покуляк*, Ю.И. Полтавец, Г.И. Полякова, Л.В. Пудова, Б.М. Путиловский, В.И. Пучков, Ю.П. Пятошин, И.С. Раков, Н.С. Реброва*, Н.С. Резапкин*, В.И. Рогальский*, А.Е. Рогов*, С.Г. Роговской, В.А. Романюк*, Р.В. Ромашов, Л.Н. Рубан*, Х.Н. Рубан, И.И. Рузяков, О.В. Рукманова, Г.П. Румянцева, П.В. Рыбин*, К.Ю. Рындин*, В.М. Рязанов, М.С. Рязанский*, О.Г. Садовников, А.М. Сакеян, Л.Ю. Сахарова*, С.И. Се-

востьянов, В.В. Селезнев, Г.В. Семенов*, В.П. Семенова, В.И. Семин*, И.В. Семилетников, А.С. Семочкин*, Б.Г. Сергеев*, И.Е. Сидоренко*, В.И. Симонгауз, В.Н. Ситников*, В.М. Синельщиков, Ю.Н. Сказочкин, С.П. Скачков, В.И. Скитов*, С.В. Смирнов, В.М. Снегирев*, Ю.П. Соболев, А.П. Соколов, В.П. Соколов*, В.П. Сорокин*, М.П. Спирякова, И.Н. Стинчук*, А.Ю. Столетнев*, А.Н. Сунгуров, А.А. Тазиков*, В.И. Толмачев*, В.М. Топс*, А.М. Трахтман*, И.А. Трофимова, Б.П. Трусов*, В.Л. Тузиков, Ю.М. Урличич*, Т.П. Уткина, Г.М. Федоренко*, Ф.И. Филиппов*, А.В. Фостенко, В.Ф. Фофанов, М.С. Хандогин*, А.В. Харьков, В.Е. Ховансков, В.К. Хороших, А.В. Хрущев*, А.В. Цыганков, С.Г. Чариков, К.В. Черевков*, А.В. Черкасов*, И.Д. Черномордик, Н.В. Четыркин, Р.А. Чигирев, А.А. Чинаков, Н.С. Чинарева, А.В. Чуркин*, Ю.А. Шаенко, А.Н. Шарашенидзе*, Л.И. Шепелева, Д.Д. Шереметьев*, Г.Г. Шибанков, А.П. Шиловский*, В.И. Шипков, П.С. Шкулин*, Ю.Н. Шныгин*, С.А. Шустов, А.Я. Эмдин, А.С. Эрман, В.А. Ястребов*.

11. НАЗЕМНЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ КА И ИЗМЕРЕНИЙ

В.Ю. Алейников, В.А. Александров*, В.А. Архангельский*, В.В. Астапов*, И.Б. Афанасьева*, В.П. Афанов*, П.Г. Ашурков, Л.Ю. Белоусов, В.Н. Беляев, В.В. Бобров*, Н.А. Бойко*, В.М. Брюнин, В.И. Вакуленко*, В.М. Ватутин*, А.В. Воля*, С.С. Глазов*, Л.И. Гусев*, А.С. Демидов, Л.М. Думова, С.А. Ежов*, В.А. Жогов, А.И. Жодзишский*, А.И. Журавлев, В.П. Заруцкий, Д.Н. Зарецкий*, С.А. Зюлько, В.Л. Иванов*, В.П. Иванов, И.З. Карамова, А.В. Карасев, А.М. Карпов*, Д.Н. Карпов, А.С. Каширин*, М.Ю. Кисляков*, Л.С. Коваленко, Ю.Н. Королев*, А.В. Круглов*, Ю.М. Круглов*, В.Я. Крупень, А.В. Курбатов*, Ю.В. Кузьмин*, В.И. Лаппо*, М.С. Леонов*, Н.С. Логачев, Г.П. Майоров*, В.Н. Макаренко, А.П. Маслов, В.С. Мелкумов*, В.А. Моисеев*, В.П. Моисеев*, В.П. Моисеенко*, Е.П. Молотов*, Е.В. Мухин*, А.В. Невольниченко*, Ю.В. Олейников, В.А. Онищенко, М.В. Петров*, А.М. Петушков*, Е.Е. Политов, Л.И. Поморцева, Н.С. Резакин*, Е.В. Родионов*, Ю.И. Русаков, М.С. Рязанский*, В.И. Семин*, Б.Г. Сергеев*, В.М. Снегирев*, К.М. Солнцев*, А.В. Сорока*, В.П. Сорокин*, А.М. Татаринцев*, Ю.А. Тимофеев*, В.М. Топс*, В.Ю. Тышецкий*, Ю.М. Урличич*, А.А. Фесенко, В.М. Хаметзянов, А.Ф. Харитонов, В.В. Храмов*, К.В. Черевков*, А.В. Чуркин*, А.Н. Шевцов, Е.Г. Штыковский, В.В. Щербаков*, И.Ф. Щербаков.

12. СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Н.Б. Адаскин*, Н.П. Акимов*, В.А. Аксенов*, А.К. Амерханов*, В.С. Ануфриев, И.Б. Афанасьева*, К.В. Бадаев, Е.В. Бахарева*, А.П. Бекасов*, А.С. Беляков*, В.В. Березкин*, Ю.М. Гектин*, В.М. Говоров*, В.И. Гольтякова, Р.К. Горшкова*, А.В. Гуськов, Н.А. Данилов*, А.В. Дунаев*, А.Н. Ершов*, В.Н. Ефимов, Г.С. Зайцев, В.И. Засимов, И.А. Зверев*, В.М. Карасов*, А.М. Карпов*, К.А. Кириллов*, Л.Т. Клы-

нина*, И.М. Козлова, В.И. Колесников*, В.В. Коломин*, Т.В. Лазарева*, П.И. Мазур*, В.П. Малкин*, О.Е. Малючков*, Г.С. Мальцев*, А.И. Матвеев*, В.П. Межесов*, И.А. Морозов*, А.И. Надточей, М.К. Нараева*, М.В. Новиков*, Н.В. Новикова, С.Г. Оводкова*, А.С. Панфилов, Н.П. Пузаков*, А.С. Селиванов*, Н.А. Семенова, В.И. Семин*, В.А. Серегин*, И.Ф. Синельникова*, М.Б. Смелянский*, В.А. Смирнов*, А.Н. Соловьев, Л.М. Степахина*, В.А. Стрижевский*, Б.А. Суворов*, Н.А. Сулиманов*, Е.В. Сучков*, В.А. Тимохин*, А.С. Титов*, Ю.М. Тучин*, Ю.М. Урличич*, Ю.Н. Федюшин*, В.В. Финогенов*, А.Г. Фролов*, И.П. Цветкова, В.П. Чемоданов*, Г.М. Чернявский*, А.Г. Шабанов*, Г.В. Шишкин*, А.А. Шуголь*, А.Э. Эджумян.

13. КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОИСКА И СПАСЕНИЯ

Б.Г. Амелин, И.В. Андреев*, В.А. Архангельский*, Р.В. Бакитько*, Н.Ю. Белоглазова, Ю.А. Беляков, Ю.И. Бехтерев*, И.В. Бочарова, А.М. Букреев*, Е.В. Воронецкий, А.Ю. Виноградов*, А.В. Голованов, Л.И. Гусев*, Н.В. Дедов*, В.И. Дементьев*, Т.Х. Забаров, Е.Н. Ивушкина, И.В. Калининская*, А.Г. Карасев*, Р.В. Каргин, В.А. Кондаков, Д.Я. Корнеев*, В.Я. Крупень*, В.И. Куркин*, В.Д. Кустодиев*, Ю.Ф. Макаров*, Е.П. Молотов*, О.В. Нестеров, И.В. Никушкин*, Л.В. Образцова, В.И. Рогальский*, М.С. Рязанский*, В.А. Сахаров, А.С. Селиванов*, В.И. Семин*, С.Ю. Сила-Новицкий*, О.Н. Смирнов*, В.К. Старцев*, А.С. Суринов*, В.В. Сычев, И.Я. Тарнорудер, В.А. Тимохин*, Ю.М. Урличич*, А.В. Федосеев*, Ф.И. Филиппов*, А.В. Хрустин.

14. МОРСКОЙ СТАРТ

А.Н. Александров, В.Р. Анпилогов*, С.И. Ануркин*, Н.М. Анцибор*, В.И. Архипкин, И.Б. Афанасьева, А.П. Бекасов*, Б.С. Белов*, Б. И. Бойко*, Е.Н. Галин, Д.В. Герасимюк*, С.С. Глазов*, Л.Н. Гнитиев, В.А. Гришмановский*, Л.И. Гусев*, Б.П. Емельянов*, В.И. Кириллов*, Г.Б. Климов*, А.Н. Козлов*, Ю.А. Комлев*, Г.И. Королев*, Ю.М. Круглов*, В.Я. Крупень*, А.С. Курдюмов*, Ю.Е. Лебедев*, В.П. Малкин*, А.Д. Нескородев*, Е.П. Овсянников*, В.П. Орешкин*, О.Ф. Пожилыцов*, В.А. Потатушкин, В.И. Семин*, М.К. Соловьев*, Б.М. Солодухин*, А.С. Строгонов*, Ю.А. Тимофеев*, В.И. Толмачев*, В.Б. Харин*, Р.А. Хренов, А.А. Чинаков*.

15. БОРТОВЫЕ ПРИЕМНЫЕ И ПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

В.Ю. Агафонов, М.В. Алимов*, Р.В. Бакитько*, Л.Г. Барулин*, Д.А. Белов, М.А. Бражников, С.А. Букин, М.Б. Васильев*, Ю.Н. Васильев*, С.Н. Гертель*, Б.М. Горин*, Л.А. Грицай, А.А. Дробин*, В.П. Загибалов, М.А. Калмыков*, Н.В. Карутин*, М.Т. Кац, О.А. Колесникова, А.М. Кондратьев, А.Н. Кузенков*, В.А. Куликов, А.Г. Моченов, А.Н. Микиртумянц*, И.А. Норвейиис*, Я.Ю. Овчин-

ников*, А.В. Пестряков, П.Г. Поздняков*, В.С. Полишкаров*, В.М. Рожков*, О.Л. Русанова, С.А. Сафонов, В.А. Сахаров*, Г.В. Семенов*, Г.В. Семенова, И.Е. Сидоренко*, К.Ю. Смирнов*, В.П. Соколов*, Д.А. Солодовников, В.Л. Степанов, А.М. Стрельцов, И.Я. Тарнорудер, И.А. Тимохин*, А.В. Федюшкин, С.И. Феоктистов, О.А. Челноков*, А.К. Шестаков*, Н.С. Шляхов*, В.С. Ястребов*.

16. РАЗРАБОТКА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

А.Г. Алексенко*, В.С. Анашин*, В.М. Артюхин, А.В. Беляев*, Н.Н. Бирюков, С.М. Бородин, Б.М. Брегман*, Л.С. Воропаев, С.А. Владимиров, К.А. Гасумян*, О.П. Гобчанский*, Л.И. Гусев*, Н.И. Жамалетдинов*, О.М. Загорец, И.С. Иоффе, Е.П. Ищук, А.Е. Колесников, Е.А. Коломбет*, А.И. Коночкин*, Е.Д. Копылова*, А.А. Кривошеин*, Ю.М. Кузьмичев*, Н.А. Лебедева*, Т.Б. Михайловская, Э.Я. Плетнер, А.С. Побожей, В.И. Сергиенко, В.Г. Соколов, М.А. Сычев*, Е.Ф. Тищенко, В.М. Тупицын*, Ф.И. Филиппов*, В.М. Хитров*, П.С. Шкулин*.

17. ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

М.М. Агеев, И.Г. Александров, Н.В. Аликин, В.А. Аксенов*, Ф.В. Анзигитов, Т.Д. Антиповская, С.И. Ануркин*, Ю.П. Аржанов, Г.З. Архипова, В.В. Астапов*, Л.Г. Ашурков, В.М. Бабкин, И.В. Белов, В.Н. Беляев, Л.М. Бернер, Н.Е. Бернштейн, А.М. Богачев, Е.Я. Богуславский*, Н.А. Бойко*, М.И. Борисенко*, Л.Б. Бунько, В.И. Вакуленко*, В.М. Ватутин, А.М. Воронцов, Е.А. Вырван, В.З. Гаврилов, С.С. Гагарский, А.С. Горяев, Ю.Б. Глазков, В.К. Глазова, Е.Г. Григорьев, И.В. Гриненко*, В.А. Гришмановский*, В.М. Гжелин*, Е.С. Губенко*, Б.Р. Дарчиняни, В.И. Деревянко*, М.Х. Додонов, Б.Б. Долин*, Л.М. Думова, Н.Н. Дунаев, В.И. Дюжев, Б.Г. Егоров, А.Н. Егунов, Ю.Г. Еремин*, В.А. Жогов, О.В. Зайцев, В.В. Зеленцов, В.Г. Зеленцов, И.Г. Зелкин, Б.И. Зорин, В.В. Зюзин, Б.А. Кабанов, И.И. Казанский, Н.И. Калярский*, И.З. Карамова, И.Н. Кикнадзе, К.А. Кириллов, В.М. Кирьянов, Г.Б. Колесников, В.М. Колобков, М.П. Коновалов, Е.Ф. Копырин, В.В. Кривцов*, В.В. Крылов*, И.А. Крыльцов*, Б.М. Кузнецов, Ю.В. Кузьмин*, А.М. Курдюмов, В.В. Куцев*, А.П. Кумекин, В.М. Линкин*, Н.И. Лозовский, Ю.В. Мамонов, А.П. Мановцев, А.Н. Мартынов, Г.П. Майоров, В.С. Медведев, Л.В. Меньшиков, В.Т. Меркулов, Е.П. Миронов, К.И. Мнева, С.К. Моисеенко*, М.М. Морозова, Е.В. Мухин*, А.П. Мягков*, О.К. Назаров, Н.И. Никитский*, Ф.К. Новосельцев, О.Г. Новиков, И.А. Норвеишис*, Б.И. Носов*, В.А. Онищенко, В.Д. Паламарчук, Г.Б. Петропавловский, Е.И. Петрулевич, С.Г. Пешнев*, Ю.В. Пигин, В.Я. Подковыров, В.М. Покрас, М.Ф. Поликанов*, Е.Е. Политов, В.М. Потапов*, И.С. Потехин*, Н.П. Пряхин, Г.Н. Ревина, Н.С. Резапкин*, М.Г. Русаков, А.В. Рыженков, А.И. Рыльцов, Л.Г. Савина*, В.И. Сафонов*, Н.И. Свеченский, О.В. Селиванов, В.И. Синельников, В.М. Сметанин, Ю.Л. Смирнов, Б.М. Соловьев, Б.М. Солодухин*, В.С. Степанов, Н.М. Степанов, Б.Н. Тарабукин,

И.Я. Тарнорудер, Т.Е. Тищенко, С.Д. Токарев, П.А. Туник, В.Г. Устюжанин*, С.В. Федосеев, А.С. Федотов, А.Г. Халатов, В.Б. Харин*, В.В. Храмов*, О.Е. Хромов*, Б.И. Цветков, Е.С. Чернолуцкая*, Л.М. Черный, И.В. Четыркин, А.В. Чуркин*, П.Н. Шестаков, Г.В. Шейнин*, И.А. Шишков, В.В. Щербаков, И.А. Щербакова, Н.А. Якушев.*

18. ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

В.А. Аксенов, В.С. Ануфриев, Л.Н. Ануфриева, Н.И. Афанасьева, Н.Е. Береништейн, А.Н. Бородкин, Н.И. Ветров, М.В. Гитлиц, В.М. Говоров*, А.Н. Горон, Е.С. Губенко*, Е.Ф. Гудков, Ю.С. Гусар*, В.И. Дементьев*, Б.П. Денисов, В.И. Деревянко, Н.В. Десяк, О.И. Добренко, Ю.Б. Долгоносков, Б.Б. Долин*, А.М. Донцов, Н.П. Дунаев*, З.Е. Егоров*, В.М. Ерохин, Г.А. Ерохин, А.Н. Ершов*, Н.П. Ерычев, Н.Ф. Жужикова, Н.М. Каждан, А.Ф. Касни, К.Ю. Кириллов, К.Н. Колмыков, В.И. Кондрашов, Н.Н. Крохин, И.А. Крыльцов*, В.Н. Кузнецов, Д.Д. Кузнецов, О.В. Кулешов, В.П. Лаврентьев, Е.А. Лебедев, Б.Б. Левицкий, В.А. Магнушевский, Р.С. Малахов, Г.С. Мальцев*, А.М. Маркин, А.Н. Мартынов, А.Б. Миленин, В.И. Назаров, Ю.А. Нестеркин, Н.И. Николаев, Б.И. Носов*, А.Н. Парамонов, О.Н. Перхуров, И.В. Поздняков, М.Ф. Поликанов*, В.Д. Приходько, В.Д. Прокофьев, Н.П. Пузаков*, М.Н. Раевская, Ф.П. Сафронов, А.С. Селиванов*, Э.М. Серебряный, В.П. Скотников, Ю.Л. Смирнов*, В.И. Соколов, Л.К. Соловьев, Д.Е. Сорокин, Е.М. Стариков, Л.М. Степахина, В.А. Стрижевский*, Г.К. Трыков*, П.И. Тюрин, И.А. Устинова, В.П. Устюжанин, М.Б. Халецкий, В.Д. Харламов, В.П. Чемоданов*, В.Н. Чернов, А.Ф. Чесноков, А.Г. Шабанов, Д.С. Шевлягин, С.П. Шевлягин, Д.В. Шилин, А.А. Шуголь*, Г.Н. Яковлев.*

19. АНТЕННЫЕ СИСТЕМЫ

В.И. Амелькин, В.Р. Анпилогов, З.И. Антонова, У.Х. Бадеков*, А.М. Балбеков*, Л.Н. Бельченко, П.В. Белянский*, С.Н. Богоявленский*, В.Э. Богутинский*, Б.И. Бойко*, В.Г. Буряк*, Ю.В. Виноградов*, И.Н. Волчек*, В.И. Гольтякова, В.В. Грешищев, И.В. Гриненко, В.А. Гришмановский*, В.Ф. Грушецкий, Е.Ф. Дубовицкая*, Г.А. Енютин, К.Ф. Еремин, В.В. Завьялов*, В.А. Зайцев*, К.И. Зверев*, Л.М. Иванов*, С.П. Игнатов, С.В. Кланюк*, А.Н. Козлов*, А.Н. Колганов*, Г.Н. Колчеев*, А.С. Комков, Ю.И. Корнев, Г.И. Корчемкина, Ю.П. Котляров*, В.М. Кульчихин*, А.С. Курдюмов*, Ф.Л. Мещанский, О.Ф. Муравлев*, И.Н. Мухтаров, М.И. Никитин, А.Н. Никифоров, Н.К. Николаева, В.Г. Ольшевский, А.Е. Палубков, В.А. Победимский*, Л.Д. Подольская, В.А. Римша*, Е.А. Розенман, Б.Г. Сергеев*, Б.П. Симонович, Т.А. Скрябина, А.К. Соколов, В.Г. Соловьев, В.А. Сычужников*, В.Б. Тарасов, В.Г. Тимошин, А.И. Титов*, В.Н. Титов*, С.И. Титов, В.М. Топс*, Т.В. Трофимова, Б.М. Тучин*, И.М. Хавкин*, Ю.К. Ходарев*, Ю.В. Ходатаев*, Р.А. Хренов*, И.Н. Шалаев*, П.И. Шевцов, С.И. Юшин.*

20. КОСМИЧЕСКИЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Н.Б. Адашкин, Ю.И. Азаров, Н.П. Акимов, В.Н. Алексеев, Г.М. Алешин*, А.К. Амерханов, К.В. Бадаев, В.И. Балашова, А.И. Баринов, А.М. Белов, В.П. Богатов, В.Г. Богатов, А.К. Болдин, Р.С. Бондаренко, М.И. Бохонов, Б.П. Будников, Т.К. Бучнева, Е.Г. Бычко, Н.И. Ветров, М.И. Вихман*, Ю.М. Гектин*, М.А. Герасимов, В.М. Говоров, Г.А. Голенко, Л.А. Голубев, Б.М. Горин, Р.К. Горшкова, В.А. Гришмановский*, Ю.С. Гусар*, М.Д. Дегтярь, В.И. Дементьев*, В.Е. Дятлова, Е.Е. Жукова, В.В. Засецкий*, С.В. Картавый*, А.В. Кацович, В.О. Козыро, И.А. Киселев*, Т.Л. Кулакова, В.К. Куприянов, С.И. Макарова, Р.С. Малахов, Р.Н. Малькова, Г.С. Мальцев*, О.Е. Малючков, В.В. Минаичев, И.А. Морозов*, М.К. Нараева*, Н.И. Нефедов, М.В. Новиков*, С.Г. Оводкова*, Б.И. Огорелков, В.С. Офицеров*, В.Д. Панов, А.С. Панфилов, А.В. Романов, Н.Н. Ртищева, Л.Г. Савина, А.С. Селиванов*, Ю.В. Семенов, Н.А. Семенова, В.И. Серегин*, И.А. Сеславинский*, И.Ф. Синельникова*, М.Б. Смелянский, В.А. Смирнов*, А.Г. Сомов, С.Н. Сосин, Л.М. Степахина, Б.А. Суворов*, Н.А. Сулиманов*, Б.И. Тарасов, И.А. Телегин, Н.Я. Терехова, В.А. Тимохин*, А.С. Титов*, Ю.М. Тучин*, Б.А. Устров, А.И. Фуртов, В.Д. Харламов*, Ю.К. Ходарев*, В.П. Чемоданов*, А.Г. Шабанов*, И.П. Шамшин*, И.И. Шаронова, Т.С. Шевелева, Г.С. Шишкин*.*

21. ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

В.П. Бирюков, О.Н. Бычков, В.П. Васильев, Н.П. Гараймович, Г.А. Голенко, Е.А. Гришин, Л.И. Гусев*, Ю.Б. Ермашкевич, Н.Е. Иванов*, Ю.С. Капранов, А.В. Козырев*, Л.Ф. Плиев*, Ю.А. Рой*, А.В. Трусов, В.Ф. Хомаза, А.П. Хюппенен, Ю.А. Чижов, В.Д. Шаргородский*.*

22. СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ И ГРУЗОВ

В.И. Афонина, В.В. Байков, В.Г. Безбородов, А.И. Васильев, Л.А. Воротников, В.А. Докучаев, А.И. Жодзишский*, И.А. Комиссаров, А.А. Мельников, О.В. Нестеров, С.Н. Работько, С.Д. Суслов, К.В. Черевков*.*

23. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МОРСКИХ СУДОВ

О.И. Барабошкин, С.А. Бобровский, А.Н. Данилкин, Р.Ю. Дорофеев, Д.С. Ермалаев, А.М. Кузнецов, А.П. Маслов, А.А. Романов (ст.), А.А. Романов (мл.)*, А.А. Таланов, А.С. Токарев, С.В. Трусов.*

24. СИСТЕМЫ РАДИОМОНИТОРИНГА И СВЯЗИ

Д.С. Абрамов, А.Е. Архипов, В.В. Батанов, Н.И. Данилович, А.С. Зудилин, Е.В. Игошин, В.А. Мельянков, Н.И. Моисеев*, Л.Е. Назаров, А.В. Неуструев, М.И. Романовский, М.М. Сабиров, А.И. Сигал*, И.О. Попов, А.Н. Прокофьев, Р.М. Трошин, С.А. Филимонов, В.М. Федоров*, П.В. Шишкин.*

25. МАЛОРАЗМЕРНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ (типа ТНС)

*В.А. Архангельский**, *В.А. Белоглазова*, *В.П. Беляев**, *Л.В. Брилев*, *М.Б. Васильев*, *И.С. Виноградов**, *В.М. Вишняков**, *Ю.М. Гектин**, *А.В. Дунаев**, *О.В. Зайцев*, *А.Л. Зарубин**, *В.Л. Иванов*, *А.И. Куликов**, *Т.В. Лиманская*, *Н.Н. Макухин*, *И.А. Морозов**, *А.П. Мягков*, *И.В. Никушкин**, *А.И. Останний**, *Р.В. Каргин**, *О.А. Панцырный**, *А.М. Петушков**, *Н.П. Пузаков**, *В.И. Рогальский**, *А.С. Селиванов**, *С.А. Сергеев**, *А.С. Сергеев**, *К.Ю. Смирнов**, *В.К. Старцев**, *Л.М. Степахина*, *В.Г. Тимошин*, *Ю.М. Тучин**, *Ю.М. Урличич**, *Е.Г. Ушаков*, *В.В. Финогенов**, *Д.О. Хромов*, *О.Е. Хромов**, *А.В. Хрустин**, *Н.С. Шляхов*.

26. НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ЗЕМЛИ

А.А. Александровский, *Д.Ф. Алексеев*, *Т.Д. Алексеев*, *И.В. Алифер*, *Г.Н. Баранова*, *Т.И. Бахмет*, *О.В. Бекренев*, *А.А. Бирюков*, *М.В. Бондарев*, *А.И. Бочарников*, *С.А. Брянцев*, *Н.И. Бутенина*, *Н.С. Варейчук*, *А. М. Волков**, *Е.С. Голубева*, *А.К. Гончаров*, *Л.Н. Дода*, *В.А. Дьяченко*, *В.Н. Евдоченко*, *К.С. Емельянов*, *Н.М. Журба*, *А.И. Зверев*, *Н.В. Калмыков*, *В.А. Капитанов*, *Ю.М. Кондратьев*, *С.А. Кочеров*, *В.И. Кузнецов*, *И.И. Кузнецов*, *А.Ю. Куминский*, *А. В. Кураксин*, *Т.Г. Куревлева*, *А.В. Мальшев*, *В.Ю. Мельников*, *В.В. Мороз*, *А.М. Никаноров*, *И.А. Никитин*, *Н.Н. Новикова**, *М.Я. Осетров*, *А.В. Панкратов*, *Л.А. Пахомов*, *Л.И. Пермитина*, *Д.Н. Потаихин*, *А.С. Рождественский*, *М.А. Савельев*, *Т.П. Салькова*, *А.Н. Семерилов*, *М. Ю. Скороходов*, *В.В. Сухоруков*, *В.В. Тихоныхев*, *В.М. Фейгин*, *А.А. Феоктистов*, *Ю.Б. Хапин*, *А.А. Чернов*, *А.С. Шокол**, *О.Д. Шпунькина*, *В.Н. Шумейко*, *С.Г. Яковлев*.

27. ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АППАРАТУРЫ

*Г.М. Абрамов**, *Е.А. Абрамов*, *И.В. Василец**, *Б.М. Горин*, *Н.С. Данилин**, *М.Г. Картамышев**, *И.В. Козлов*, *Н.П. Колесников**, *А.Е. Костромин*, *Р.А. Лалаев*, *Ю.В. Мамонов*, *Э.М. Манукян**, *М.М. Мишин**, *Е.И. Модель*, *Ю.Л. Нуров**, *П.Г. Поздняков**, *А.И. Сидельников*, *Л.С. Слицан*, *В.К. Старцев**, *О.А. Тимофеев**, *А.В. Федосеев**, *В.И. Фридендер**, *К.В. Черевков**, *В.В. Черенков*, *Ю.И. Шустов**, *Б.М. Юдин*.

28. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

*Е.А. Абрамов**, *О.И. Александрова*, *З.Д. Андреева*, *П.И. Афанасьев*, *Ю.А. Банников**, *Н.А. Бекетова*, *П.И. Беликов*, *И.В. Василец**, *В.И. Ваулин*, *С.В. Волков**, *Л.Н. Ганичева*, *В.Б. Глухов*, *В.Д. Горошков*, *В.Н. Громова*, *А.Я. Грызлов*, *Л.И. Гусев**, *Н.С. Данилин**, *В.М. Дмитриева*, *В.В. Дудинский*, *В.Е. Емельянов**, *В.П. Емец*, *В.Я. Зарубин*, *Н.Г. Зеленова*, *Ф.И. Иванов*, *А.В. Каменев*, *Н.П. Колесников**, *И.И. Корешков*, *Н.И. Коробкова*, *Л.Е. Костерова**, *Е.О. Левитанский*, *Л.Т. Лысенко**, *А.Н. Микиртумянци**, *А.П. Миронова*, *М.С. Мишкина*, *В.С. Моргослепов*, *Ю.Л. Нуров**,

Р.С. Райкина, В.В. Разгоняев, Г.В. Самородская, В.А. Селиванова, Г.И. Соломатина, А.И. Статнов, В.А. Субботин*, Л.В. Теплов, В.Ф. Тер-Арутюнов, Н.П. Турнаева, В.В. Черенков*, Т.В. Шарова, Ю.И. Шустов*.*

29. НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СЕРТИФИКАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

И.Ю. Булаев, Б.М. Горин, Н.С. Данилин, Н.М. Зобов, М.И. Краснов*, А.Я. Кулибаба, О.А. Мартынов, Ю.Л. Нуров*, А.А. Саилов*, В.В. Черенков, Ю.И. Шустов.*

30. ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СБИС

Л.В. Анурова, А.А. Басовский, В.С. Борисов*, А.А. Бумагин, И.Л. Гаврилова, А.А. Галицын, Л.В. Гребенюк, Ю.С. Гусар*, О.И. Дорофеева, Т.Н. Дрезваль*, С.В. Дубовицкий, А.И. Дунаев*, Ю.С. Ефимов, А.А. Жуков*, С.Д. Заводсков, Г.А. Исакова*, А.В. Капустян*, В.А. Коваленко, Д.В. Козлов, А.В. Кондратьев*, А.С. Корпунин*, В.М. Кривякин*, А.И. Кудин, Е.Е. Кушнерева, О.П. Мацыгорина, Ю.С. Пахмутов, Б.Ф. Полищук, И.В. Ревков*, А.В. Рыбаков*, А.С. Седых*, И.П. Смирнов, Е.И. Смирнова*, В.В. Сноркин*, В.Б. Стешенко*, В.А. Субботин*, В.Н. Холодов*, О.Н. Шишкин.*

31. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАВОД И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

А.С. Автайкин, В.И. Аксенов*, С.И. Багров*, Е.И. Баич, Ф.Н. Баранов*, Е.М. Белов, В.В. Блохин, Н.И. Бокин, Л.Л. Бомар*, Е.Н. Бреев, Г.Г. Бублей, Ю.Л. Бурцев*, Ю.А. Волков*, В.Я. Гавриков, А.В. Гаврилов, Я.С. Губарев, В.А. Гурвич, Б.Н. Гуреев*, П.Г. Давыдов, В.В. Данилин, И.А. Данилин*, А.И. Дунаев*, В.П. Донской, С.А. Ежов*, Б.А. Жагачев*, Н.И. Жамалетдинов*, Н.А. Жаринов*, А.Л. Зарубин*, О.А. Зацкевич, В.А. Иванов, Ю.П. Кабанков*, А.Т. Калитин, Л.П. Капранова, Л.В. Кармушина, В.И. Кленов, В.И. Клименцова, В.Д. Колосков*, В.С. Комков*, В.М. Комляков*, В.Н. Кондратьев, Ю.Н. Коновалов, Л.И. Коновалова, А.А. Коняхин, В.П. Космачев*, И.А. Костюков, Г.С. Крылов*, К.И. Кузнецов*, В.П. Кузовкин*, В.Ф. Куканов, В.В. Кукоба, А.Ю. Маринин*, Н.С. Медведев, В.Ф. Мерзликін*, Г.В. Мерзлякова, В.Г. Мулев*, И.Г. Мяжков*, В.Н. Наумов, М.Г. Нестеров, Е.И. Одинцов*, В.В. Орловский, Ю.С. Павлов*, И.М. Полищук, О.Г. Попкова, А.Т. Простаков*, А.П. Рюмин*, Г.С. Савельев*, Л.Н. Сальников*, Ю.Д. Селюков, В.В. Семенов, Э.А. Серов*, Л.Д. Сигнаевский, В.А. Силкин, Р.П. Ситник, В.Н. Смирнова, М.К. Соловьев*, А.Ш. Соломон*, А.С. Строганов*, С.В. Суворова, А.С. Тихонов*, В.И. Толмачев*, В.С. Умов, А.В. Хрустин*, В.Б. Цыпкин*, В.Д. Черенков*, Г.А. Черниенко, А.А. Чесноков*, А.А. Чинаков*, В.Ф. Шатух*, Н.С. Шишкин*, В.Б. Шумилова, А.А. Щербаков, Д.И. Эдельман*.*

32. СПУТНИКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

А.В. Аджалова, С.А. Бобровский, А.А. Романов (ст.), А.А. Романов (мл.)*, С.В. Трусов.*

33. МЕЖДУНАРОДНАЯ АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛОБАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА (ПРОЕКТ МАКСМ)

А.Ф. Дудкин, А.Н. Перминов*, С.В. Черкас.*

34. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР КОСМИЧЕСКИХ И НАВИГАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ

В.А. Анисимов, А.А. Бархатов, В.Н. Бганцов, А.А. Борисова, И.В. Бриндикова, С.А. Булгаков, В.В. Глушков*, Н.В. Долганова, В.И. Дуденков, М.С. Зильмухамедов, В.М. Ермаков*, П.А. Казаков, В.В. Калинин, С.В. Карпов, Д.А. Кириллов, Н.П. Костарев, А.В. Кочетков*, А.Ю. Куминский, Н.А. Лисина, Л.В. Николашин, С.Ю. Нелин, К.В. Селиванов, А.Н. Силин, А.И. Соломатина, П.Ю. Разбоев, О.А. Румянкова, А.А. Фильчакова, П.В. Шалунов*.*

35. МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА

В.А. Ажнин В.А., Г.Ф. Андрущенко, Е.В. Байков*, Р.В. Воробьева, Л.Я. Гибер*, И.Г. Калачанов*, О.А. Калинина, Ю.А. Каширин, Л.Б. Китаина, З.И. Клиот, А.В. Корнеев, В.П. Кузовкин*, К.И. Макаренко, В.В. Маргаритов, А.И. Мартыненко, В.П. Морозов, Ю.Л. Нуров*, А.Н. Пиорунский, В.Н. Русакова, Н.А. Скворцов, Г.М. Сосна, В.Ф. Тарасов*, В.Н. Черенков, Ю.И. Шустов.*

36. РАДИОЧАСТОТНЫЙ ЦЕНТР РОСКОСМОСА

М.Б. Васильев, Н.С. Мирзаева, Ю.Е. Поляринов*, В.И. Пришлин*, А.М. Степанов, С.А. Тищенко*.*

37. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, ПАТЕНТНАЯ ЗАЩИТА РАЗРАБОТОК

О.Ю. Александрова, Е.Л. Алешина, А.М. Алимов, Г.Н. Андрущак, Д.С. Антонов, В.С. Архипов, А.Н. Афонин, В.И. Баздарев, В.И. Белов, А.А. Белова, Т.И. Белоусова, Е.В. Беляева, О.Г. Блинова*, К.Ю. Бородин*, В.Е. Бровкин, Т.В. Бутылкина, А.В. Власов, Е.В. Геронимус*, Г.В. Гильдебрант, Т.Н. Голубева, О.Н. Гоноданова*, Т.Г. Горбунова, В.В. Горюшкина, В.В. Гребенюк*, В.М. Грязнова*, Э.Г. Данилевская*, И.П. Дегтярев*, В.И. Дурыгин, М.В. Ефимкина*, И.Я. Ефремов*, М.М. Жданов, А.А. Загуменных*, М.М. Захарова, В.К. Звонков, Г.Н. Злотин*, Л.В. Исайчева, А.А. Карпов*, В.П. Кобелянский*, Г.И. Козлова, Е.А. Ко-*

чури^{*}, С.Ю. Крживец, В.В. Кривцов^{*}, Н.В. Кузнецова, П.П. Кулешов^{*}, Н.Д. Лабусова, В.Е. Лайко, В.А. Лебедев, Ф.И. Лобанов^{*}, С.И. Локтеонова, В.И. Максячкин^{*}, В.М. Малый^{*}, А.М. Меркадер^{*}, М.А. Микаэлян, В.П. Моисеенко^{*}, Н.М. Морозова, Н.В. Мусина, Н.А. Надеяев^{*}, Н.И. Ненашева, А.К. Новикова, Г.Д. Новичихин^{*}, Г.А. Овсянникова^{*}, И.А. Панкратова^{*}, Г.И. Пантелеева^{*}, Ю.И. Пацин^{*}, Л.И. Петрова, Ю.С. Полинов^{*}, Л.Н. Политова, А.Н. Польская, А.А. Поляков, А.С. Полякова^{*}, К.Т. Прямова, В.Т. Разинков^{*}, Э.М. Разумеев, О.Н. Римская^{*}, Н.П. Рогожина^{*}, Е.Н. Родионов^{*}, А.А. Романов (ст.)^{*}, С.Ф. Рунов^{*}, И.В. Рябов^{*}, В.М. Сафонов^{*}, Е.Н. Свешникова, К.Н. Свиридов^{*}, Б.М. Серов^{*}, Н.М. Синякова^{*}, Э.В. Сироткин^{*}, Е.И. Ставицкая, Г.И. Стародуб^{*}, Л.В. Стенякина, Д.В. Третьяков^{*}, А.В. Федосеев^{*}, Н.И. Филиппов, Н.Л. Хохлова, Н.И. Черменинова^{*}, П.З. Чугунов^{*}, В.В. Чури^{*}, Ю.Н. Шадрин^{*}, В.М. Шориков, Э.А. Шульпекова^{*}, Н.Е. Юхно^{*}, Г.Г. Язерян^{*}.

38. ТЕХНИКО-ИСТОРИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ

Е.И. Боборыкин, В.Н. Богомоллов^{*}, Ю.М. Гектин^{*}, И.И. Голуб^{*}, А.И. Гольшев^{*}, В.А. Гришмановский^{*}, Л.И. Гусев^{*}, Ю.Г. Еремин^{*}, В.А. Жаров, В.А. Зайцев^{*}, М.В. Иванова, К.К. Казаченко^{*}, А.В. Козырьков^{*}, М.В. Косничева^{*}, И.В. Маханькова^{*}, Е.П. Молотов, И.А. Морозов^{*}, Л.И. Морозова, Е.В. Мухин, И.А. Панкратова, И.Е. Петрунин^{*}, В.И. Рогальский^{*}, А.С. Селиванов^{*}, В.И. Соловьев^{*}, И.М. Софронов^{*}, В.К. Старцев^{*}, Л.М. Степахина^{*}, А.И. Титов, Ю.В. Тупиков^{*}, Ю.М. Урличич^{*}, Г.М. Федоренко^{*}, В.Б. Харин^{*}, В.Т. Шевяков^{*}, И.А. Шитов, Г.В. Эджумян.

Список основных сокращений

АИС	автоматическая идентификационная система
АПК	аппаратно-программный комплекс
АРБ	аварийный радиобуй
АРМ	автоматизированное рабочее место
АСИТО	автоматизированная система информационно-телеметрического обеспечения управления КА
АСН	автономный спутниковый навигатор
АСУ	автоматизированная система управления
АФС	антенно-фидерная система
БАКИС	бортовая командно-измерительная система
БАМИ	бортовая аппаратура межспутниковых измерений
БИБС	беззапросная измерительно-вычислительная система
БИК	бортовой информационный комплекс
БИНК	бортовой информационно-навигационный комплекс
БИС	беззапросная измерительная станция
БИС-МВ	беззапросная информационная система, работающая в метровом диапазоне радиоволн
БИСУ-П	бортовая информационная система, унифицированная и перепрограммируемая
БИТС	бортовая измерительная телеметрическая система
БКУ	бортовой комплекс управления
БРВПК	Белорусско-российский высокоинформативный приемный комплекс
БРТК	бортовой радиотехнический комплекс
БРТР	бортовой ретранслятор
БРТР СДКМ	бортовой ретранслятор системы дифференциальной коррекции и мониторинга
БРТС	бортовая радиотехническая система
БУМС	базовые учебно-методические средства
ВА	возвращаемый аппарат
ВИРК	высокоинформативный радиокomплекс
ВНИИЭМ	Всесоюзный НИИ электронного машиностроения
ВОВ	Великая Отечественная война
ВУЗ	высшее учебное заведение
ВЭО	высокоэллиптическая орбита
ГКНПЦ им. М.В. Хруничева	Государственный космический научно-производственный центр им М.В. Хруничева

ГГАК	гелиогеофизический аппаратный комплекс
ГИ	граничные испытания
ГКРЧ	государственная комиссия по радиочастотам
ГКСЭК	глобальная космическая система экологического контроля
ГЛОБАЛСТАР	квазиглобальная телекоммуникационная спутниковая система
ГЛОНАСС	глобальная навигационная спутниковая система
ГНС	глобальная навигационная система
ГП	«Морсвязьспутник»
Федеральное Государственное унитарное предприятие	
ГСО	геостационарная орбита
ГЭИС	государственная экологическая информационная система
ДЗЗ	система дистанционного зондирования Земли
ДЗС	доплеровская запросная система
ДМ	дециметровый диапазон радиоволн
ДОС	долговременная орбитальная станция
ДПА	датчиковая и преобразующая аппаратура
ДРС	«дальняя радиосистема»
ЕКТС	единая командно-телеметрическая система
ЕЛВС	единая локальная вычислительная сеть
ЕСИМО	единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане Роскосмоса.
ЕТРИС ДЗЗ	единая территориально-распределенная информационная система ДЗЗ
ЗАТЭМ	завод аппаратуры точной электромеханики
ЗУ	запоминающее устройство
ИГМ	имитатор габаритно-массовый
ИК	инфракрасный диапазон
ИКАО	международная авиационная организация
ИМО	международная морская организация
ИП	измерительный пункт
ИСЗ	искусственный спутник Земли
ИТО	информационно-телеметрическое обеспечение
КА	космический аппарат
КВЦ	координационно-вычислительный центр
КД	конструкторская документация
КДИ	конструкторско-доводочные испытания
КИК	командно-измерительный комплекс
КИМ	кодowo-импульсная модуляция
КИП	командно-измерительный пункт

КИС	командно-измерительная система
ККС	контрольно-корректирующая станция
КОИ	комплекс отработочных испытаний
КОС	квантово-оптическая система
КОСПАС-САРСАТ	международная космическая система поиска и спасения
КПА	контрольно-проверочная аппаратура
КПЭО	комплексный план экспериментальной отработки
КС	космическая система
КСИСО	комплекс связи, измерений, сбора и обработки измерительной информации
КТОИ	комплекс тематической обработки информации
КФД	комплекс функциональных дополнений
ЛБВ	лампа бегущей волны
ЛВ	лазерный высотомер
ЛК	лунный корабль
ЛОИ	лабораторные отработочные испытания
ЛПМ	лентопротяжный механизм
МБИТС	малогабаритная бортовая информационная телеметрическая система
МБР	межконтинентальная баллистическая ракета
МДПС	морская дифференциальная подсистема
МДС	мобильная дифференциальная станция
МИП	мобильный измерительный пункт
МИЦКНТС	международный инновационный центр космических и навигационных технологий и систем
МКА	малоразмерный космический аппарат
МКВЦ	международный координационно-вычислительный центр
МКС	международная пилотируемая космическая станция
МКТВ	малокадровое телевидение
МРК	магистральный бортовой радиокomплекс
МРТК	малогабаритный радиотелеметрический комплекс
МССТИ	моноблок системы сбора телеметрической информации
МСУ	многозональное сканирующее устройство
МСЭ	международный союз электросвязи
МШУ	малошумящее устройство
НА ДЗС	наземная аппаратура дальномерно-запросной системы
НКПОР	наземный комплекс приема, обработки и распространения информации Роскосмоса
НАКУ КА	наземный автоматизированный комплекс управления космическими аппаратами

НАП	навигационная аппаратура потребителей
НЖМД	накопители на жестких магнитных дисках
НИИ АП	Научно-исследовательский институт автоматики и приборостроения
НИИ СТ	Научно-исследовательский институт специальной техники
НИИП	Научно-исследовательский институт приборостроения
НИОКР	научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
НИР	научно-исследовательская работа
НИС	научно-исследовательское судно
НКИС	наземные командно-измерительные системы
НКУ	наземный комплекс управления
НПО	научно-производственное объединение
НРТК	наземный радиотехнический комплекс
НС КИС	наземная станция командно-измерительной системы
НТД	научно-техническая документация
НТС	научно-технический совет
НТЦ КМЗ	«Космонит» научно-технологический центр космического мониторинга Земли «Космонит»
НТЦ СМОУ	научно-технический центр системного мониторинга и оперативного управления
НЦ ОМЗ	научный центр оперативного мониторинга Земли
НЦ СЭО	научный центр сертификации элементов и оборудования
НЦУКС	национальный центр управления в кризисных ситуациях
ОАО «НИИ КП»	ОАО Научно-исследовательский институт космического приборостроения
ОАО «НИИ ТП»	ОАО Научно-исследовательский институт точных приборов
ОАО «НПО ИТ»	ОАО Научно-производственное объединение измерительной техники
ОАО «ОКБ МЭИ»	ОАО Особое конструкторское бюро Московского энергетического института
АО «Российские космические системы»	Акционерное общество «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем»
ОКР	опытно-конструкторские работы
ОНТИ	отдел научно-технической информации
ОСМ КВО и ОГ	отраслевая система мониторинга критически важных и потенциально опасных объектов и перевозок опасных грузов Роскосмоса

ОТД	отдел технической документации
ОТК	отдел технического контроля
ОЭЗ	опытно-экспериментальный завод
ПДКК	постоянно действующая комиссия по качеству
ПЗС	приборы с зарядовой связью
ПК	приемный комплекс
ПКБ	проектно-конструкторское бюро
ПЛИС	программируемая логическая интегральная схема
ПМО	программно-математическое обеспечение
ПО	патентный отдел
ПО	«Полет» производственное объединение «Полет» – филиал
ФГУП	«ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»
ПОН	план обеспечения надежности
ППИ	пункт приема информации
ППМ	подвижный пункт мониторинга
ППМ	проволочно-протяжный механизм
ППТС	перспективная пилотируемая транспортная система
ППЦ	прикладной потребительский центр Роскосмоса
ПС	простейший спутник
ПСД	платформа сбора данных
РБ	разгонный блок
РИ	ресурсные испытания
РКК «Энергия»	Ракетно-космическая корпорация «Энергия»
РКП	Завод ракетно-космического приборостроения
РКС	ОАО «Российские космические системы»
РКТ	ракетно-космическая техника
РЛС	радиолокационная станция
РМ	радиомаяк
РТВК	радиотелевизионный комплекс
РТС	радиотелеметрическая система
РЧЦ	радиочастотный центр
СА	спускаемый аппарат
САПР	система автоматизированного проектирования радио-аппаратуры
САС	срок активного существования
САУ	система автоматизированного управления
СБИС	сверхбольшие интегральные схемы
СВЧ	сверхвысокие частоты
СДКМ	система дифференциальной коррекции и мониторинга
СИК	стендово-испытательный корпус
СИП	самолетный измерительный пункт

СКБ	специальное конструкторское бюро
СМ	сантиметровый диапазон радиоволн
СНИПИ	информационная система сбора, накопления и передачи информации
СОК	спортивно-оздоровительный комплекс
СПОИ	наземная станция приема и обработки информации
СРКУС	система радиоконтроля, управления и связи
ССПД	система сбора и передачи данных
ССС	система спутниковой связи
СТК	система телеконтроля
СТП	стандарт предприятия
ТКС	телекомандная система
ТМИ	телеметрическая информация
ТНС	технологический наноспутник
УКВ	ультракороткие волны
УМК	учебно-методический комплекс
ФАУ-2	(от нем. V-2 — Vergeltungswaffe-2), немецкая баллистическая ракета
ФГБ	функциональный грузовой блок
ФГУП «НИИ ПП»	Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт прецизионного приборостроения»
ФГУП «РНИИ КП»	Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения»
ФГУП ЦНИИ _{маш}	Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения»
ФСМ КВО и ОГ	федеральная система мониторинга критически важных и потенциально опасных объектов и опасных грузов
ФТУ	фототелевизионное устройство
ФЦП ГЛОНАСС	федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система»
ФЭУ	фотоэлектронный умножитель
ЦДКМ	центр дифференциальной коррекции и мониторинга
ЦОД	центр обработки данных
ЦОС	цифровая обработка сигналов
ЦСОАИ	центр сбора, обработки и анализа информации
ЦУП	центр управления полетом
ЦУС	центр управления системой

ШДП	широкозонная дифференциальная подсистема
ШПС	широкополосный сигнал
ЭВМ	электронно-вычислительная машина
ЭВИ	эфемеридно-временная информация
ЭРА ГЛОНАСС	система экстренного реагирования при аварии
ЭОС	электронно-оптическая система
ЭКБ	электронная компонентная база
ЭРИ	электро-радио изделия
ЭМС	электромагнитная совместимость
AIS	(Automatic Identification System), автоматическая идентификационная система
CARCAT	(Search And Rescue Satellite-Aided Tracking), американо-канадо-французская система поиска и спасания.
CCSDS	(Consultative Committee for Space Data Systems), международный консультативный комитет по космическим системам передачи данных, разрабатывающий стандарты и рекомендации для космических информационных систем
EGNOS	(European Geostationary Navigation Overlay Service), европейская геостационарная служба навигационного покрытия.
GPS	(Global Positioning System), система глобального позиционирования, спутниковая система навигации
NASA	(National Aeronautics and Space Administration), национальное управление по воздухоплаванию и исследованию космического пространства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.М. Трахтман, В.К. Старцев. История НИИ космического приборостроения/Под ред. Л.И. Гусева. – М.: ТОО «Прессинг». – Вып. 1, 1994. – 67 с.
2. А.М. Трахтман, В.К. Старцев. История НИИ космического приборостроения/Под ред. Л.И. Гусева. – М.: ТОО «Прессинг». – Вып. 2, 1996. – 234 с.
3. Б.Е. Черток. Ракеты и люди. – М.: Машиностроение. – Книга 2, 1996. – 446 с.
4. Б.Е. Черток. Ракеты и люди. – М.: Машиностроение. – Книга 3, 1997. – 536 с.
5. Вехи истории. 1946-2006. 60 лет федеральному государственному унитарному предприятию «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения». – М.: «ЭЛЬФ ИПР», 2006. – 88 с.
6. Рязанский Михаил Сергеевич – главный конструктор радиосистем ракетно-космической техники. Сборник материалов к 100-летию со дня рождения (1909-2009). – М.: «ИД Медиа Пабlishер», 2009. – 96 с.
7. Селиванов А.С. Очерки истории и техники космического телевидения. Воспоминания разработчика. – М.: «ИД Медиа Пабlishер», 2010. – 192 с.
8. Вехи истории. 1946-2011. 65 лет ОАО «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем». – М.: «ИД Медиа Пабlishер», 2011. – 128 с.
9. Техничко-исторический музей. Альбом экспонатов. – М.: «ИД Медиа Пабlishер», 2011. – 136 с.
10. Космонавтика и ракетостроение. Биографическая энциклопедия. – М.: Столичная энциклопедия, 2006. – 896 с.
11. Отчет о разработке бортовой радиостанции первого советского искусственного спутника Земли /прибор Д-200/. Репринтное издание. – М.: «ИД Медиа Пабlishер», 2012. – 122 с.

СПИСОК ЗАМЕЧЕННЫХ ОПЕЧАТОК

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
23 список 1	5 св.	4. БОРИСЕНКО М.И. – 1966-1974	4. БОРИСЕНКО М.И. – 1966-1967
23 список 2			Добавить п.15: 15. ЛЕОНОВ М.С. – 2001-2006
76	9–11 сн.	... «Луч» и низкоорбитальные навигационные и геодезические КА «Цикада», «Сфера», «ГЕО-ИК», «Электро»,...	... «Луч», «Электро» и низкоорбитальные навигационные и геодезические КА «Цикада», «Сфера», «ГЕО-ИК», ...
120	11–13 св.	Были созданы наземные приемно-регистрирующие станции РТС-5, РТС-6, РТС-8, РТС-9 и унифицированные станции...	Были созданы бортовые телеметрические системы РТС-5, РТС-6, РТС-8, РТС-9 и унифицированные наземные станции...
172	16 сн.	...АРХИС, АРХИВ.	...АРХКС, АРХКВ.
173	7 сн.	...статистических	...статических
174	13 св.	ИМОП...	КМОП...
223	Подпись к фото Макарова Юрия Федоровича	...20.04.1927 г.	...20.04.1927 г.- 18.06.2015 г.
225	Подпись к фото Туника Петра Андреевича	...06.01.1914 г.	...06.01.1914 г.- 1976 г.
226	Подпись к фото Хренова Радия Алексеевича	...09.10.1931 г.	...09.10.1931 г.- 09.08.2012 г.
227	Подпись к фото Гуськова Геннадия Яковлевича	...Лауреат Ленинской, Гос. премии СССР (1961).	...Лауреат Ленинской (1974), Гос. премии СССР (1951).
346	17 сн.	РКС ОАО «Российские космические системы»	РКС АО «Российские космические системы»

*Уважаемые читатели! Ваши замечания по книге просьба направлять по адресу:
torozov_ia@spacecorp.ru
Редакционная коллегия.*

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ
АО «РОССИЙСКИЕ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

Подписано в печать 30.06.2015 г. Формат 60x80 1/8
Печать офсетная. Усл. печ. л. 40,9. Тираж 1000 экз. Заказ 1570151.

Издательство ООО «Форт Диалог-Исеть»

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии ООО «Форт Диалог-Исеть»
620142, г. Екатеринбург, ул. Декабристов, 75
(343) 228-02-32