

## IV. НАУЧНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА

### 4.1. Опытно-конструкторская база ИКИ РАН

В Институте создана уникальная опытно-конструкторская база, которая расположена частично в Москве, частично в СКБ КП ИКИ РАН (в г. Тарусе, Калужской области).

Опытно-конструкторская база призвана обеспечить создание научных и служебных приборов для космических исследований, устанавливаемых на борту российских и зарубежных космических аппаратов.

Краткая сводка опытно-конструкторской базы приведена в табл. 4.1.

Табл. 4.1

	Всего	в том числе состоящих	
		на балансе научной организации	на отдельном балансе
Число опытных производств, составляющих опытную базу, единиц	1	1	
Численность работников списочного состава опытных производств (без внешних совместителей и работавших по договорам гражданско-правового характера), человек	21	21	
Наличие машин и оборудования (на конец 2011 года по полной учетной стоимости), тыс. руб.	52 808,7	52 808,7	
из них специальное оборудование для проведения опытных, экспериментальных работ, тыс. руб.	52 808,7	52 808,7	
Производственная площадь зданий, помещений опытных производств, кв. м	2887	2887	
из нее требующая капитального ремонта, кв. м	1500	1500	
находящаяся в аварийном состоянии, кв. м	0,0	0,0	
Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами опытных производств, тыс. руб.	21300,0	21300,0	
в том числе: опытные, экспериментальные работы, выполненные для данной научной организации за счет всех источников финансирования научных работ, тыс. руб.	7300,0	7300,0	
опытные, экспериментальные работы, выполненные для сторонних организаций, тыс. руб.	14000,0	14000,0	

В период с 2007 по 2011 год были подготовлены и успешно реализованы следующие проекты научных космических исследований:

- «Спектр-Р» - международный космический проект по проведению фундаментальных астрофизических исследований в радиодиапазоне электромагнитного спектра с помощью космического радиотелескопа (КРТ), смонтированного на космическом аппарате (КА) «Спектр-Р». В Институте была

разработана аппаратура для плазменно-магнитного эксперимента «Плазма-Ф» (<http://www.plasma-f.cosmos.ru/>). Также был создан блок преобразования информации (БПИ) для согласования интерфейсов научной аппаратуры КА «Спектр-Р» с научной аппаратурой. Космический аппарат «Спектр-Р» находится в эксплуатации с 18.07.2011 по настоящее время;

- «**Коронас-Фотон**» - российский космический аппарат, предназначенный для фундаментальных исследований Солнца и солнечно-земных связей. В Институте были разработаны система сбора и распределения научной информации (ССРНИ), а также блок управления и синхронизации (БУС). Космический аппарат «Коронас-Фотон» находился в эксплуатации с 30.01.2009 по 1.12.2009.

В 2007-2011 г.г. в Институте был создан, успешно прошел полный объем наземных испытаний и подготовлен к запуску комплекс научной аппаратуры (КНА) из 23 приборов для проекта «**Фобос-грунт**». Российская автоматическая межпланетная станция (АМС), предназначалась для доставки образцов грунта со спутника Марса, Фобоса, на Землю, определения физико-химических характеристик грунта Фобоса, исследований происхождения спутников Марса, процессов взаимодействия его атмосферы и поверхности, взаимодействия малых тел Солнечной системы с солнечным ветром. 9 ноября 2011 года КА «Фобос-грунт» был выведен на промежуточную орбиту, но из-за нештатной ситуации не был выведен на расчетную орбиту.

В настоящее время выполняются работы по созданию научной аппаратуры для следующих проектов:

с ФГУП «НПО им. С.А.Лавочкина»:

- «Луна-Глоб», «Луна-Ресурс», «Спектр-РГ», «Резонанс», «Спектр-УФ», «Странник», «Венера-Д»;

с Европейским космическим агентством:

- ExoMars;

с Росгидрометом:

- «Ионосфера» и «Зонд».

При создании аппаратуры для космических исследований можно выделить следующие важные с точки зрения экспериментаторов этапы:

- разработка технического предложения;
- разработка эскизного проекта;
- разработка рабочей документации;
- изготовление научной аппаратуры (НА);
- испытания на воздействие внешних факторов;
- стыковочные и комплексные испытания;
- калибровки научной аппаратуры;
- участие в отработке НА в составе КА на заводе изготовителе;
- сопровождение НА при летно-космических испытаниях (ЛКИ).

Очевидно, что такой объем уже выполненных, а также предстоящих работ по перечисленным выше проектам не может быть проведен без хорошей научно-экспериментальной и испытательной базы в Институте. Такая база в ИКИ РАН существует. В период с 2007 по 2011 г.г. были продолжены работы по модернизации ее элементов, основные из которых приведены ниже.

#### 4.1.1 Конструкторские отделы, технический отдел

Была продолжена модернизация оборудования конструкторских отделов. Было закуплено свыше 20 единиц вычислительной и оргтехники. Также было закуплено соответствующее лицензионное стандартное ППО (Microsoft Windows, пакеты антивирусных программ), а также специализированные САПР.

В техническом отделе в 2011 году дополнительно закуплено специальное оборудование для хранения оригиналов технической документации. Создан сервер хранения технической документации и стандартов Института.

#### 4.1.2. Опытное производство

##### **Создание нового участка опытного производства**

В 2010 году приказом Директора Института была выделены помещения для создания дополнительных участков опытного производства и для размещения нового оборудования, и проведена подготовка первого помещения (цеха).



Рис. 4.1 Вид нового механического участка с разметкой мест для станков

В 2011 году был закуплен и подготовлен к вводу в строй *фрезерный 5 осевой обрабатывающий центр UCP 800 DURO* производства фирмы Micron (Швейцария). Запуск станка намечен на август 2012 года после завершения подготовительных работ (электромонтажных, вентиляционных и пр.)



Рис. 4.2 Вид обрабатывающего центра UCP 800 DURO в момент установки

### **Оснащение старого производства**

Процесс ввода в строй станков нового участка длительный и сильно связан с объемом выделяемого финансирования. Проблемы с финансированием, речь о котором пойдет чуть ниже, потребовало одновременно проводить дооснащение старого производства не ожидая ввода новых участков.

В 2011 году был закуплен и введен в строй малогабаритный *гравировально-фрезерный станок HIGH-Z 720*, который позволил в Институте существенно разгрузить большие станки с ЧПУ от выпуска множества малогабаритных деталей, выпуск которых на больших станках был крайне не эффективен.

Учитывая увеличивающийся объем производства механических деталей новых приборов для проектов в 2012 году в Институте запланирована закупка второго станка серии HIGH-Z.



Рис. 4.3 Вид гравировально–фрезерного станка HIGH-Z 720

### **Химический участок (химлаборатория)**

Состояние химического участка Института в 2008 году полностью морально устарело и в 2009-2010 г.г. году были проведены работы по основательной модернизации участка в ходе которой:

- отремонтировано помещение химлаборатории (комн.226 здания КИС);
- заменено все оборудование – сушильные шкафы, дистиллятор, весы и пр.;
- закуплена лабораторная мебель;
- закуплены свежие реактивы и отработана схема их периодического обновления.



Рис. 4.5 Новые сушильные шкафы химлаборатории



Рис. 4.4 Вид отремонтированной химлаборатории

На работу был принят квалифицированный химик, также был обучен 1 сотрудник Института как лаборант.

Общие затраты на модернизацию химлаборатории составили свыше 800 тыс. руб.

#### **Монтажный участок**

Увеличивающийся в 2009-2010 г.г. объем монтируемых для нужд Института печатных плат и кабелей потребовал создания дополнительного рабочего места монтажника. В 2010 году в комн.225 здания КИС было создано такое рабочее место и оснащено всем необходимым оборудованием и инструментом.

Общий объем затрат Института на оснащение рабочего места паяльными станциями, микроскопом составил более 0,55 млн. руб.

#### 4.1.3. КИС

Контрольно-испытательная станция предназначена для проведения испытаний аппаратуры на воздействие внешних факторов.

В период с 2006 по 2011 г.г. в КИС были проведены испытания научной и служебной аппаратуры для проектов: "Фобос-грунт", КОРОНАС-ФОТОН", "Спектр-Р", "Чибис-М", "Луна-Глоб", "Спектр-УФ" и многих других, а также испытания большого числа звездных приборов и солнечных датчиков создаваемых в Институте для Российских космических аппаратов.

В состав КИС входят:

- участок термовакуумных испытаний;
- участок климатических испытаний;
- участок механических испытаний;
- участок испытаний на ЭМС.

В КИС работает 21 сотрудник Института.

### Участок термовакуумных испытаний

Основное оборудование КИС было закуплено в 80-х годах, т.е. 20-30 лет назад, поэтому оборудование постепенно приходит в негодность и часто требует ремонта. В 2010-2011 г.г. были отремонтированы 3 камеры климатических испытаний: КРК-3000, КРК-3001 и КРК-3626.



Рис.4.6. Внешний вид отремонтированной камеры КРК-3626

Однако с учетом предстоящих работ по проектам Института, а также техническое состояние морально устаревших камер, в КИСе требуется модернизация и значительное увеличение числа камер.

### Участок термовакуумных испытаний

В настоящее время ИКИ РАН имеет три типа термовакуумных камер: уникальная камера ТВУ-100Г рабочим объемом 100 м<sup>3</sup>, а также камеры объемом 17 и 2,5 м<sup>3</sup>.

Основные характеристики термовакуумной камеры **ТВУ-100Г**:

- рабочий объем - 100 м<sup>3</sup>;
- габаритные размер внутренней рабочей зоны - 2,8×11 м;
- рабочие давление (вакуум) - 10<sup>-7</sup> мм рт.ст.;
- температура экранов - до минус 190 °С;
- наличие датчиков температуры с рабочим диапазоном от 4,2 до 450 °К;

- оснащение системой измерения температур на 128 параметров.

Дополнительно камера оснащается инфракрасными нагревателями удельной мощностью до  $1735 \text{ Вт/м}^2$ .



Рис. 4.7. Внешний вид камеры ТВУ-100Г

Испытания с использованием камеры ТВУ-100Г проводились вплоть до 2005 года. По состоянию на конец 2011 года сама камера (ее главная часть - корпус) находится в хорошем состоянии, однако всё оснащение камеры - насосы, трубопроводы, измерительная техника, а также уплотнители, прокладки и пр. требуют замены. Предварительный расчет показал, что для обновления камеры требуются вложения порядка 9,5 млн. руб. Институт планирует изыскать указанную сумму в 2012-2013 годах для ремонта камеры и повторного ввода ее в строй.

В Институте функционируют 2 камеры типа ТВУ-2,5, одна из которых оснащена имитатором Солнца типа ИСИ-0,8.

Характеристики термовакуумной камеры **ТВУ-2,5**:

- рабочий объем -  $2,5 \text{ м}^3$ ;
- рабочая зона - диаметр 1 м, длина 1,5 м;
- оснащена имитатором Солнца с переменным коэффициентом концентрации от  $0,5 q_{\text{солн.}}$  до  $1000 q_{\text{солн.}}$ .  
(рабочий диаметр при  $q = 1400 \text{ Вт/м}^2$  составляет 800 мм);
- возможна установка инфракрасных нагревателей для имитации тепловых потоков до  $1735 \text{ Вт/м}^2$  (рабочий спектр – ксеноновая лампа);
- возможна установка рабочих столиков с температурой от  $-180^\circ\text{C}$  до  $+150^\circ\text{C}$ ;
- оснащена дополнительным азотным экраном с рабочей температурой до  $55^\circ\text{K}$ ;
- оснащена системой измерения температур на 128 параметров.



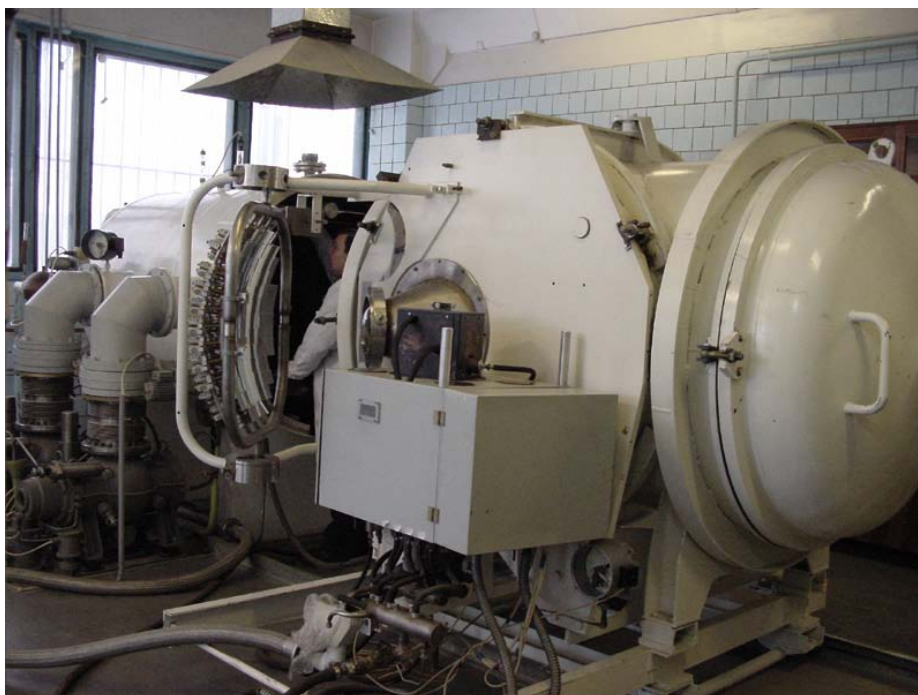


Рис. 4.8. Вакуумная камера с солнечным имитатором

Камера объемом  $17 \text{ м}^3$  используется в технологических целях.

Также разработаны программно-методическое обеспечение испытаний и типовая циклограмма проведения термовакуумной отработки.

### **Имитатор солнечного излучения ИСИ-0,8**

Имитатор солнечного излучения ИСИ-0,8 служит для создания светового потока аналогичного по своим параметрам внеатмосферному солнечному излучению при испытаниях приборов космического применения. Имитатор может обеспечить следующие основные параметры воспроизводимого излучения:

- Облученность - от 200 до  $20000 \text{ Вт/м}^2$ ;
- Диаметр рабочей зоны - от 800 мм (при воспроизведении околоземной облученности солнцем  $-1400 \text{ Вт/м}^2$ ) до 100 мм при облученности  $2000 \text{ Вт/м}^2$ .
- Угол расходимости - 2 угл. град. (при облученности  $1400 \text{ Вт/м}^2$ ).
- Спектр - соответствует нескорректированному спектру электрической дуги в среде ксенона сверхвысокого давления (отличие от солнечного спектра 30%).

Рабочая зона с такими параметрами формируется внутри стандартной тепловакуумной камеры ТВУ-2,5, что позволяет вместе с солнечным излучением при испытаниях космической техники воспроизводить космический вакуум, холод и черноту космического пространства.

Имитатор солнца смонтирован в отдельной вакуумной приставке, которая подстыковывается к вакуумной камере ТВУ-2,5 вместо торцевой крышки.

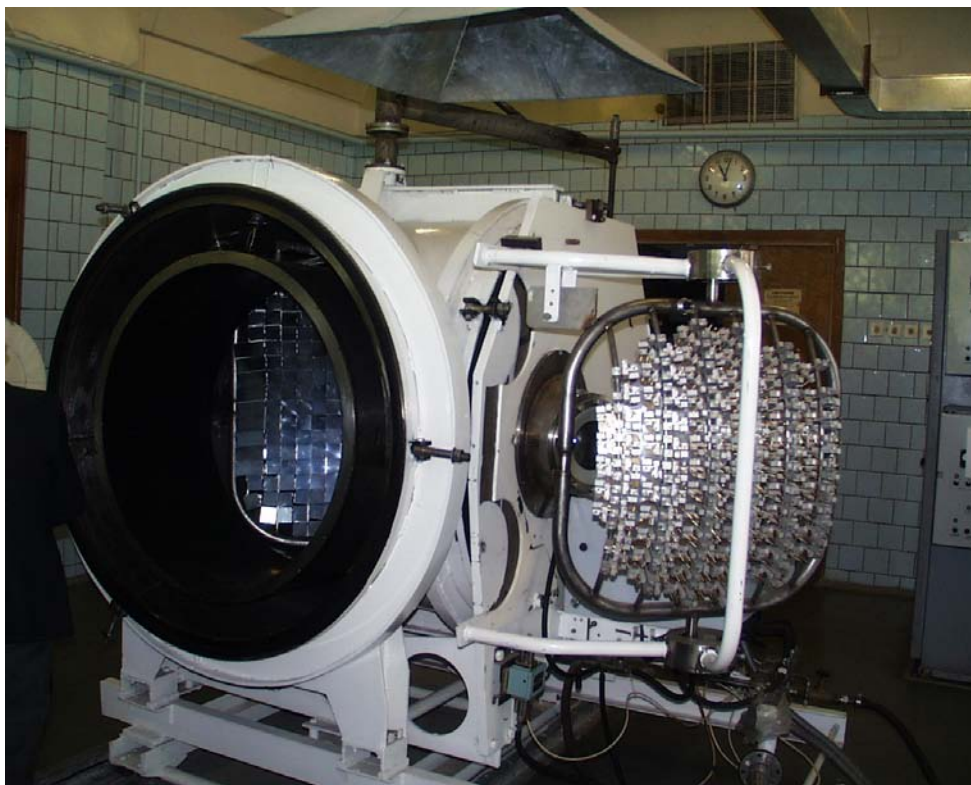


Рис.4.9. Общий вид имитатора солнечного излучения ИСИ-0,8 в вакуумной приставке

В основе имитатора ИСИ-0,8 лежит уникальная оптическая система, разработанная в ИКИ РАН. Реализованный в этой системе способ преобразования излучения защищен патентом России № 1725760. Применение этого способа позволило создать короткофокусную оптическую систему, которая в 5 раз короче по сравнению с зарубежными и отечественными аналогами. За счет этого имитатор может быть размещена в чрезвычайно малом объеме, обеспечивая при этом высокие на уровне лучших зарубежных образцов параметры имитируемого излучения. В свою очередь это позволило оснастить имитатором стандартную вакуумную камеру без изменения ее конструкции и без повышения мощности вакуумной и азотной систем, что в результате позволило существенно уменьшить стоимость испытаний по сравнению с подобными испытаниями на аналогичных установках.

Используемые в оптической системе составные зеркала с изменяемым профилем позволяют создать в уменьшенной рабочей зоне повышенную до 50 солнечных постоянных облученность. А при использовании ксеноновой дуговой лампы в режиме лампы-вспышки облученность можно довести до 500 солнечных постоянных в импульсе за 0,1 сек. Таким образом на данной установке, например, может быть воспроизведено излучение солнца на орбите Меркурия, что не возможно ни на одном другом имитаторе подобного класса.

Установка была введена в строй в 1993 г. За 18 лет ее эксплуатации были испытаны многие приборы, среди которых можно выделить звездные датчики серии «БОКЗ», приборы проекта «Спектр-РГ», микроспутник «Колибри-2000», термодинамическую систему ориентации, элементы новых солнечных батарей различного типа.

За время эксплуатации имитатор продемонстрировал высокую надежность (максимальное время непрерывного облучения составило 10 суток) и высокие параметры имитации.

#### **Участок механических испытаний**

На данном участке проводятся механические испытания всех создаваемых в Институте приборов. Ввиду устаревания тестовой аппаратуры участка в 2010 году Институтом был закуплен и введен в строй новый испытательный стенд стоимостью свыше 3,5 млн. руб.



Рис.4.10. Вид нового испытательного стенда

Закупленный стенд позволил упростить процедуру проведения виброиспытаний, т.к. имеет возможность проводить испытания в 3-х направлениях без трудоемкой подготовки и смены оснастки. Стенд также позволил снять большую часть загрузки механического участка, однако в связи с изменением (ужесточением) требований по проведению механических испытаний требуется доукомплектование участка дополнительным оборудованием.

#### **Участок испытаний на ЭМС**

В здании КИС развернуты стенд для проведения испытаний научной аппаратуры на соответствие требованиям по электромагнитной совместимости. Для этой цели в

Институте оборудовано и аттестовано специальное экранированное помещение для проведения испытаний. Для расширения возможностей испытаний в дополнение к имеющемуся оборудованию приобретен измерительный приемник типа ESCS30 фирмы RHNDE & SCHWARZ (Германия) и комплект антенн и усилителей для измерений электромагнитных полей в ближней и дальней зонах. Данный испытательный комплекс позволяет проводить измерение электромагнитных полей, излучаемых испытуемой аппаратурой в диапазоне частот от 100 Гц до 2,7 ГГц. Имеющийся в составе прибора ESCS30 трековый генератор позволяет произвести дальнейшую модернизацию испытательного комплекса с целью обеспечения испытаний аппаратуры на воздействие электромагнитных полей в диапазоне частот от 9 кГц до 2500 МГц, а также для проведения антенных измерений в указанном диапазоне.

Также для обеспечения измерений электрических параметров научной аппаратуры в СВЧ-диапазоне приобретены анализатор спектра типа FSEC30 и векторный анализатор параметров рассеяния ZVRE (фирма RHNDE & SCHWARZ, Германия). На базе этих приборов в Институте развернуты измерительные и испытательные стенды, позволяющие измерять спектры СВЧ сигналов в диапазоне частот от 9 кГц до 40 ГГц и параметры рассеяния СВЧ цепей в диапазоне от 9 кГц до 4 ГГц. Стенды были использованы в 2006-2009 годах для разработки и испытаний научной аппаратуры, в частности для измерения параметров облучателей антенн космического радиоинтерферометра проекта «РАДИОАСТРОН».

Принимая во внимание большой объем планируемых в 2012-2014 годах испытаний, а, главное, изменение в последние годы требований к научной аппаратуре в сторону расширения диапазона измерений вплоть до 40 ГГц, Институт планирует привлечь необходимые средства и организовать закупку нового измерительного оборудования для участка ЭМС. Первоначальный объем закупок составляет примерно 6,5 млн. руб.

### **Создание нового участка испытаний на ЭСР**

В появлении в последние годы новых требований в части испытаний космической аппаратуры на стойкость к электростатическим разрядам (ЭСР) в 2012-2013 годах планируется организация нового участка КИС с соответствующей аппаратурой.

#### **4.1.4. ЛИС**

Лабораторно-испытательная станция (ЛИС) Института предназначена для проведения стыковочных и комплексных испытаний, как отдельных приборов, так и комплексов аппаратуры в целом. ЛИС имеет в своем составе 2 основных *испытательных зала* площадью свыше 180 кв. м. каждый. Высота потолков в основных залах свыше 8 м. Также в состав ЛИС входят еще 13 *вспомогательных* помещений общей площадью 344 кв. м.

В 90-е года прошлого века состояние здания ЛИС (особенно крыши) вследствие недостаточного финансирования стало заметно ухудшаться. С 2008 года Институт в *испытательных залах* был проведен ряд профилактических работ, а также ремонт крыши. Это позволило в 2009-2011 годах провести полный объем стыковочных и комплексных работ по проекту «Фобос-грунт», а также комплексные испытания ТО телескопа АРТ-ХС для проекта «Спектр-РГ».

В 2010 году была начата модернизация *вспомогательных* помещений ЛИСа для проведения испытаний. В 2011 году произведен ремонт помещений второго этажа, в которых начаты работы по подготовке и проведению испытаний ближайшего проекта Института – «Луна-Ресурс».

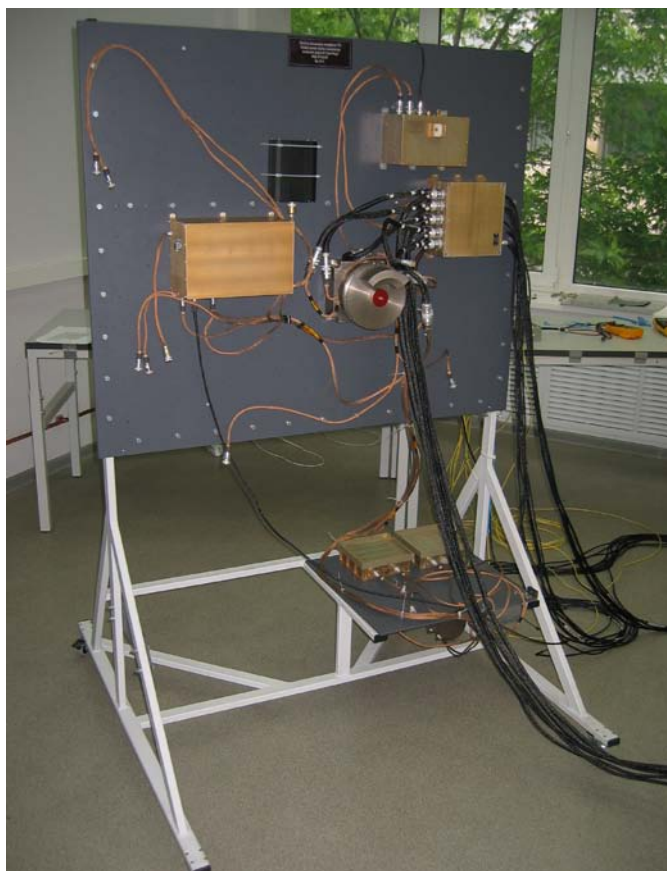


Рис. 4.11. Вид имитатора посадочных мест КА «Луна-Ресурс» с частью технологических приборов в отремонтированном помещении ЛИС

Часть отремонтированных помещений 2-го этажа ЛИС были отведены для размещения ЦУП проектов «Фобос-грунт», «Спектр-Р» и «Чибиc» с целью управления экспериментами при проведении летно-космических испытаний (ЛКИ). Во второй половине 2011 года ЦУП проекта «Спектр-Р» начал успешно функционировать.

В 2012-2015 годах в ЛИС планируется проведение многочисленных стыковочных и комплексных испытаний по проектам Института: «Луна-Ресурс», «Луна-глоб», «Спектр-РГ», Резонанс», ЕхоMars, «Спектр-УФ», «Ионосфера», «Зонд», «Интергелио-зонд», «Странник». В связи с этим в 2012-2013 годах намечены работы по модернизации ЛИС, именно:

- замена половых покрытий;
- замена освещения;
- замена вентиляции;
- создание чистой зоны;
- организация заземления;
- модернизация телекоммуникаций.

Указанные работы позволят качественно и в срок провести испытания, должным образом отработать создаваемую в рамках проектов научную и служебную аппаратуру. Следует отметить, что эти работы потребуют существенных финансовых вложений, однако неравномерность поступления по проектам и, главное, их недостаток могут задержать проведение работ по модернизации и как следствие снизить темпы и качество отработки создаваемой аппаратуры.

#### 4.1.5. Служба качества

В соответствии с приказом директора ИКИ РАН от 26 августа 2011 года № 489 и на основании решения Ученого Совета ИКИ от 11 марта 2011 года в структуре Института был создан отдел 34 «Служба качества». Необходимость создания такого подразделения была продиктована требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2001, РВ 15.002-2003, а также изданием Роскосмосом типового положения о службе качества.

На отдел возложены функции организации и осуществления работ по контролю за соответствием установленным требованиям уровня качества и надежности продукции в соответствии с целями и направлениями деятельности, закрепленными в Уставе ИКИ РАН, в том числе:

- контроль качества создания приборов и программных продуктов для научных и прикладных исследований;
- контроль изготовления, отработки и испытаний научной аппаратуры для подготовки проектов Института и проектов других институтов и организаций;
- контроль качества создания малых космических аппаратов для фундаментальных космических исследований, включая служебные системы и наземные средства;
- проведение работ на основе договоров по контролю качества научно-технической продукции и оказание инженерно-консультационных и иных услуг для других институтов и организаций.

Отдел возглавляет начальник отдела, координация деятельности отдела возложена на заместителя директора ИКИ РАН по приборостроению.

В соответствии со штатным расписанием отдел состоит из 8 человек, плюс 3 человека оформлены временно с оплатой труда из средств договора. В состав отдела вошли высококвалифицированные специалисты - бывшие сотрудники военного представительства МО РФ (8 человек) имеющие большой опыт работы по контролю качества изготовления и отработки научной аппаратуры.

В настоящее время проводится работа по созданию в структуре отдела подразделений (групп) предусмотренных положением «О службе качества» таких как: ОТК, группа надежности, метрологическая служба, группа входного контроля, испытаний и СМК.

Созданы и укомплектованы измерительным оборудованием три участка входного контроля:

- для контроля деталей и узлов на опытном производстве ИКИ РАН;
- для контроля плат, кабелей, узлов и блоков, поступающих с монтажного участка и от сторонних организаций;
- для проведения входного контроля готовых изделий макетов и приборов перед отправкой их на завод или для допуска к стыковочным и комплексным испытаниям в ИКИ РАН.

Для размещения сотрудников отдела выделены 7 новых комнат на 2 техническом этаже главного корпуса ремонт которых будет завершен в 2012 году. Для оснащения рабочих мест сотрудников в 2011 году приобретена оргтехника, решен вопрос о приобретении офисной мебели.

В связи с переименованием наименования Института отделом проведена работа по переоформлению бессрочной лицензии Роскосмоса на осуществление космической деятельности (№ 910 от 31.03.2008 г.).



Рис.4.12. Бессрочная лицензия ИКИ РАН на осуществление космической деятельности

#### 4.1.6. Научные наземные комплексы

В соответствии с утвержденными планами работ, в 2008-2011 годах в Институте проводилась подготовка и экспериментальная отработка Научных наземных комплексов. Среди основных направлений следует отметить разработку рекомендаций применения международных информационных стандартов и протоколов в научных космических проектах. Так, в кооперации с Консультативным комитетом по космическим системам обработки данных (CCSDS) была проведена адаптация международных информационных стандартов для перспективных научных космических проектов серии Чибис. Следует отметить, что в результате этих работ микроспутник Чибис-М является первым отечественным космическим аппаратом научного назначения, работающим в соответствии с международными информационными стандартами.

Также, разработана принципиально новая концепция организации оперативной обработки научной телеметрической информации (НТМИ), учитывающая возможность одновременного приема НТМИ на нескольких наземных пунктах. На основе анализа качества и достоверности принимаемого потока в оперативной базе данных системы запоминается наиболее приоритетная информация. При этом полные исходные потоки информации также сохраняются в архиве.

Для отработки данной концепции была подготовлена программная реализация системы оперативной обработки эксперимента «Плазма-Ф» проекта «Радиоастрон». Для повышения возможностей эффективной визуализации данных были разработаны соответствующие программные средства обеспечивающие доступ к результатам оперативной обработки на основе Web технологий, включая подходы Web 2.0.

Данные программные средства успешно отработаны и продолжают функционировать в контуре оперативной обработки эксперимента «Плазма-Ф» проекта «Радиоастрон».

Квинтэссенцией, работ проводимых по подготовке Научных наземных комплексов можно считать создание наземного сегмента академического космического проекта Чибис-М, подготовка которого была завершена в конце 2011 года. Отличительной особенностью этой информационной системы является богатый набор сервисов обеспечивающих функционально полный цикл операций по проведению космического эксперимента, реализованный на фоне рекордно низких затрат на ее создание и эксплуатацию.

Результаты проведенных работ неоднократно представлялись на различных международных конференциях, публиковались в отечественных и зарубежных тематических изданиях.

#### 4.1.7. Специальное конструкторское бюро ИКИ РАН в Тарусе

СКБ КП ИКИ РАН образовано в 1986 г. и расположено в г.Таруса Калужской в 120 км от Москвы. Численный состав организации - 240 человек. Эксплуатируется около 8,4 тыс. м<sup>2</sup> инженерно-производственных площадей.

Несмотря на сокращение бюджетного финансирования, сохранен работоспособный коллектив высококвалифицированных специалистов-разработчиков, выполняющих ОКР как бортовой, так и наземной научной аппаратуры по следующим направлениям:

- многопроцессорные бортовые ЭВМ и создание на их базе автоматизированных систем сбора и обработки служебной и научной информации и телеметрии;
- спектрометрические приборы ионизирующих излучений;
- звездные и солнечные системы ориентации;
- оптико-механические и электромеханические приборы;
- конструкции точной механики;
- автоматизированные электроприводы;
- автоматизированные контрольно-измерительные системы для наземных испытаний;
- системы вторичного бортового электропитания (регулируемые высоковольтные и низковольтные ИВЭП);
- разработка, изготовление и все виды наземных испытаний сверхмалых космических аппаратов;
- бортовые служебные системы управления и контроля малых космических аппаратов.





Рис.4.13. Общий вид СКБ КП ИКИ РАН

СКБ КП ИКИ РАН имеет практически замкнутый цикл изготовления и испытаний научной космической аппаратуры.

Опытное производство СКБ КП ИКИ РАН располагает следующими базовыми технологиями:

- мехобработка;
- электроэрозионная обработка;
- термическая обработка;
- электро-газосварка, точечная сварка;
- шлифовка;
- промышленная гальваника;
- лакокраска;
- изготовление печатных плат;
- монтажно-сборочные работы.

В состав опытного производства (ОП) входит:

- контрольно-испытательная станция для испытаний выпускаемой аппаратуры и отдельных ее узлов, оснащенная оборудованием для моделирования следующих воздействий:
  - механические воздействия;
  - воздействие температуры, влажности;
  - воздействие температуры, низкого давления;
  - проверка электрических параметров;
- метрологическая служба располагает следующими группами измерительных средств:
  - электро-радиоизмерительные приборы;
  - средства измерения давления, температуры, влажности и др.

В период с 2006 по 2011 г. в СКБ разработан, изготовлен и прошел все виды наземных испытаний микроспутник «Чибис-М» для исследования грозовых разрядов в атмосфере Земли. После запуска в 2011 г. он успешно работает на орбите.

Проведены работы по созданию систем сбора и обработки научной информации по следующим направлениям:

- создание системы сбора для комплекса ГГAK-М, название прибора – БНД-М. Первый летный образец эксплуатируется с сентября 2009 года на КА «Метеор-М», второй летный образец сдан заказчику для комплектования ГГAK-М второй очереди;
- создание системы сбора для комплекса ГГAK-Э, название прибора – БНД-Э. Первый летный образец эксплуатируется с января 2011, второй летный образец сдан заказчику для комплектования ГГAK-Э второй очереди.
- создание системы сбора (БНД-Ч) для КНА «Гроза» микроспутника «Чибис-М». Прибор эксплуатируется с января 2011 года.

Созданы сканирующие устройства БСКР-Т и ПКР-Т, входящие в состав многоспектральной сканирующей системы МСУ-ГС для КА «Электро-Л». Приборы успешно работают на геостационарной орбите.



Рис. 4.14. Двухкоординатный сканер БСКР-Т

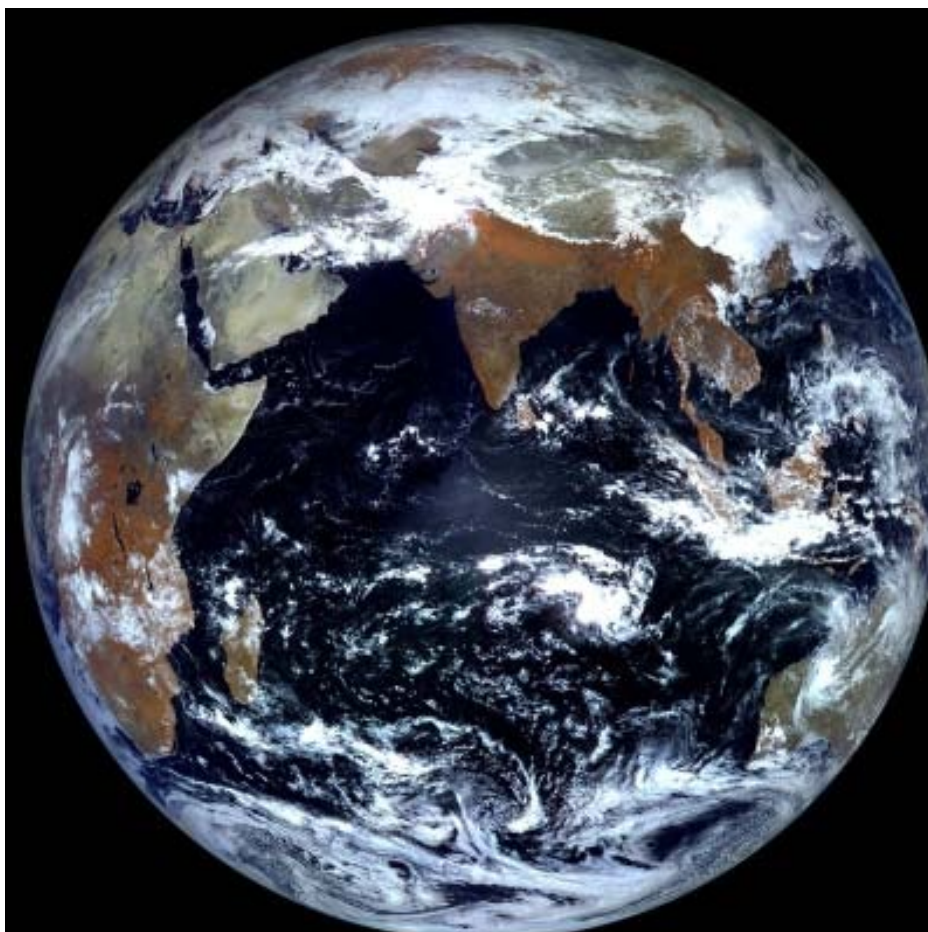


Рис.4.15. Снимок Земли в видимой области спектра, выполненный с помощью сканера

### **Приемо-передающий пункт ИКИ РАН**

Приемо-передающий пункт (ППП) предназначен для приема, контрольной регистрации, передачи телеметрической информации по каналу Интернет и передачи командно-программной информации на борт КА. ППП ИКИ расположен в районе г. Таруса (120 км южнее Москвы).



Рис.4.16. Антенна приемно-передающего пункта в г.Таруса.

Основные технические характеристики ППП ИКИ:

Приемная часть:

- диапазон входных частот  $f_0=(401,1\pm 1,0)$  МГц;
- приемная антенна типа К-529А – 4 рефлектора диаметром по 6 м («Ромашка»);
- коэффициент усиления приемной антенны на входной частоте  $\approx 28$  дБ;
- эффективная шумовая температура приемной системы  $\approx 500^0$  К;
- скорость принимаемой ТМ информации (приемник R-137)  $F_6=64$  Кбит/с (при расширении полосы пропускания приемного тракта до 500 кГц –  $F_6=128$  кбит/с);
- возможность слежения за низкоорбитальными КА со скоростями: по углу азимута и места не менее  $6^0$ /сек;
- тестовый контроль в реальном времени качества принимаемой телеметрической информации;
- выход телеметрической информации в канал Интернет для передачи на сервер ИКИ РАН для последующей обработки;
- возможность программного наведения антенной системы на КА по расчетным целеуказаниям (ручная коррекция наведения предусмотрена).

Передающая часть:

- излучаемая частота  $f_u = 437,1$  МГц;
- коэффициент усиления передающей антенны  $\approx 12$  дБ;
- излучаемая мощность  $P_u \approx 40$  Вт;
- скорость передачи командной информации для КА «Солнечный парус»  $F_6 \text{ max}$  до 100 бит/с.

В период с 2007 по 2011 г.г. была проведена модернизация приемного оборудования, что позволило проводить прием информации с борта КА в диапазоне частот 2,25 ГГц на одну параболическую антенну из 4-х имеющихся.

Характеристики приемной части:

- частота приема - 2270 МГц;
- полоса пропускания по второй ПЧ - 5 МГц;
- скорость приема ТМ информации при модуляции BPSK - до 1 Мбит/с;
- вид модуляции ТМ сигнала - BPSK, QPSK (скорость приема ТМ информации при модуляции QPSK до 2 Мбит/с);
- коэффициент усиления антенны - 40 дБ;
- шумовая температура приемного тракта - 300 °К;
- ширина диаграммы направленности антенны по уровню -3 дБ - 1,5 град.

#### **4.2. Оснащенность лабораторий Института, степень изношенности оборудования**

##### **ИКИ РАН**

подавляющая часть оборудования и станков ИКИ РАН была закуплена в начале 80-х годов прошлого столетия. Поэтому износ основного оборудования составляет от 80 до 100%.

Усилиями сотрудников Института оборудование поддерживается в рабочем состоянии, проводятся профилактические ремонты и замена отдельных частей и блоков. Однако в последнее время аттестация элементов научно-экспериментальной базы ИКИ РАН из-за морально устаревшего и почти полностью изношенного оборудования затруднительна и требует проведения все большего и более частого числа ремонтов аппаратуры.

Очевидно, что через несколько лет работа КИС, ЛИС и опытного производства будет невозможна. Единственным решением сохранения работоспособности экспериментальной базы Института, которая крайне необходима для реализации будущих проектов - это её глубокая и срочная модернизация.

Предварительные расчеты показывают необходимость вложения в модернизацию порядка 120 млн. руб.

##### **СКБ КП ИКИ РАН**

Сроки эксплуатации оборудования на опытном производстве СКБ от 13 до 25 лет, степень изношенности в среднем 90%.

Для обеспечения необходимого уровня качества и надежности выпускаемой аппаратуры, а также снижения себестоимости требуется обновление технологического оборудования практически на всех участках производства.

Для частичной замены морально и физически устаревшего оборудования необходимо примерно 30-35 млн. руб.

Для приведения в соответствие с нормативными документами уровня организации, планирования и управления ОП, а также с целью обеспечения качественной технологической подготовки производства необходимо создание дополнительно 10 рабочих мест, обеспеченных компьютерной техникой.

#### **4.3. Наличие уникального оборудования и экспериментальных установок**

Следует отметить, что в Институте имеется большое количество уникального оборудования и установок, среди которых можно выделить как вышеупомянутые:

- контрольно-испытательная станция с оборудованием;
- лабораторно-испытательная станция с двумя испытательными залами;
- отдельно термовакуумная камера ТВУ-100Г;
- отдельно имитатор Солнца ИСИ-0,8;
- приемно-передающий пункт в Тарусе;

Следует также отметить наличие в Институте:

- уникальных стендов по отработке звездных приборов и солнечных датчиков;
- чистовых зон для сборки и калибровок датчиков.

#### **4.4. Приобретение нового оборудования**

В 2007-2011 годах среди закупок Институтом аппаратуры и оборудования следует отметить приобретение:

- фрезерного 5 осевого обрабатывающего центра UCP 800 DURO производства фирмы Micron (Швейцария);
- гравировально-фрезерного станка HIGH-Z 720;
- нового вибростенда для участка механических испытаний;
- оборудования для химлаборатории,
- создание чистовых помещений для отработки детекторов;
- оборудование нового рабочего места монтажного участка.

### **Проблемы развития научно-экспериментальной базы Института**

Неравномерность, даже непредсказуемость поступления финансовых средств не позволяет проводить планомерно модернизацию научно-экспериментальной и производственной базы Института, производить закупку основного дорогостоящего оборудования.

### **Пути решения**

Каждый институт РАН, принимающий участие в создании научной аппаратуры для космических исследований сталкивается с задачей формирования соответствующей научно-экспериментальной базы. В настоящее время такие базы уже существуют в некоторых Институтах, но практически все из них уже морально устарели и поэтому требуют новых значительных финансовых вложений.

Однако, создание (или модернизация) экспериментальной базы в каждом Институте, ведущей космический проект финансово нецелесообразно, т.к. это требует значительного финансирования, а по окончании проекта возникает проблема с задействованием

созданной и крайне дорогостоящей базы, а также её сотрудников в новых проектах других Институтов. В качестве примера можно привести проект "КОРОНАС-ФОТОН". Созданная в МИФИ для одного проекта экспериментальная база в настоящее время не используется. Причин тому несколько:

- создание базы на территории довольно закрытого режимного предприятия;
- наличие ведомственных проблем из-за подчинения МИФИ Росатому, а не РАН.

Решением задачи создания экспериментальных баз для научных космических проектов явилось бы формирование общей базы для нескольких проектов, т.н. Центра коллективного пользования (ЦКП). Целесообразно было бы создание такого Центра коллективного пользования на базе ИКИ РАН, вследствие того, что Институт участвует практически во всех проектах ФКП и ФЦП, а также является ведущим во многих из них. В Институте уже создана научно-экспериментальная база, оборудование поддерживается в рабочем состоянии, имеются достаточные площади, а также квалифицированный персонал. Предварительные расчеты показывают, что для формирования ЦКП на базе ИКИ РАН требуется изыскать дополнительное финансирование в размере 130-140 млн. руб. Источником такого финансирования могла бы быть Российская академия наук.

#### **4.5. Использование телекоммуникационных сетей и информационных технологий**

##### **ИКИ РАН**

В ИКИ РАН реализован и действует с 1992 года проект «Российская космическая научная сеть Интернет» («РКНСИ»). С 1996 г. реализуемая в рамках проекта сеть получила название «КОСМОС». В настоящий момент сеть включает в себя локальную сеть ИКИ РАН (ЛВС ИКИ РАН) и более 40 подключенных по выделенным каналам связи институтов РАН, медицинских учреждений, научных и образовательных организаций. Основная цель сети «КОСМОС» – объединение информационного пространства научного сообщества России и обеспечение подключения к мировым научным и информационным центрам. Деятельность в рамках проекта осуществляется на основании лицензий Министерства связи РФ, выданных ИКИ РАН:

- на предоставление услуг передачи данных (№19659)
- на предоставление услуг телематических служб (№19660)

Сеть «КОСМОС» осуществляет выход на российские сети через точку обмена трафиком поставщиков IP-услуг М9-IX. В рамках проекта создания объединенной телекоммуникационной сети РАН в ИКИ РАН был построен узел объединенной сети РАН на базе технологии ATM. Выход на международные сети осуществляется через сеть RbNet.

Для управления сетью и обеспечения ее работоспособности созданы следующие информационные службы.

- Сетевой операционный центр
- Сетевой информационный центр.

В состав сетевого операционного центра входят: круглосуточная операторская служба, служба технической поддержки и служба обеспечения безопасности. Круглосуточная операторская служба обеспечивает контроль работоспособности всех

компонентов сети, осуществляет диагностику неисправностей и координирует работы по устранению сбоев. Техническая группа обеспечивает поддержку работоспособности сети, осуществляет работы по проектированию и дальнейшему развитию сети. Служба компьютерной безопасности проводит оперативные мероприятия по предотвращению и устранению инцидентов, связанных с компьютерной безопасностью.

Сетевой информационный центр включает службу поддержки сервиса доменных имен, телематических сервисов, информационных серверов, службу работы с пользователями, службу сбора и обработки сетевой статистики.

Локальная сеть (ЛВС) ИКИ РАН обеспечивает доступ к научным информационным ресурсам Института. В качестве транспортных протоколов в ЛВС ИКИ РАН используются TCP/IP, UDP и NETBIOS. Большинство сетевых служб обеспечиваются серверами, работающими под управлением свободно распространяемого ПО: ОС Linux и FreeBSD. Серверы Sun работают под управлением ОС Solaris.

В ИКИ РАН функционируют следующие сетевые сервисы:

- Электронная почта (сервера: mail.rssi.ru)
- Служба имен DNS
- Информационный Web-сервер Института <http://www.iki.rssi.ru>.
- Информационный Web-сервер РКНСИ <http://www.rssi.ru>.
- Сервер мониторинга и статистики РКНСИ <http://stat.space.ru>.
- Сервер статистики сети RbNet <http://rbn-stat.cosmos.ru>.
- Сервер новостей <news://news.rssi.ru>

В процессе выполнения работ по поддержанию и развитию сети «КОСМОС» в ИКИ РАН были проведены следующие теоретические и экспериментальные исследования по мониторингу сетевого трафика и сетевой статистики исследования в области мониторинга сетевого трафика и обработки сетевой статистики:

В рамках направления «Исследования Земли» был создан и поддерживается ряд информационных систем с доступом через телекоммуникационные сети, в том числе:

- Информационная система SMIS приема, обработки, хранения и распространения спутниковых данных ([http://smis.iki.rssi.ru/dataserv/rus\\_ms/data\\_s\\_r.htm](http://smis.iki.rssi.ru/dataserv/rus_ms/data_s_r.htm)) обеспечивает автоматический прием, обработку и архивирование данных спутников серии NOAA по европейской территории России и западной Сибири. Обеспечивает оперативный доступ к спутниковым данным и результатам их обработки. Используется для отработки технологий и методов обработки, хранения и распространения спутниковых данных.
- Информационная система "Погода России" (<http://meteo.infospace.ru/>) разработана и поддерживается совместно Гидрометцентром РФ (Росгидромет) и ИКИ РАН. Обеспечивает удаленный доступ пользователей к данным о фактической погоде и о прогнозе на ближайшие 6 дней. Представляет также доступ к спутниковым данным. В ИС реализована автоматизированная система получения и обработки данных, а также передачи данных на различные информационные сервера и в специализированные информационные системы.

В соответствии с решением Совета РАН по Космосу и распоряжением Правительства РФ в ИКИ РАН создан и функционирует Российский Центр Научных Данных (РЦНД) проекта ИНТЕГРАЛ (<http://integral.rssi.ru/rsdc/main.html>). Основной задачей РЦНД



является получение, хранение, первичная обработка и распространение среди российских ученых полученной в ходе эксперимента научной информации.

Технологии WWW используются также для организации доступа к архивам данных космических проектов в области солнечно-земной физики (ПРОГНОЗ, ИНТЕРБОЛ, АРКАД, АКТИВНЫЙ, АПЕКС и другие).

Сетевые информационные технологии активно используются в регулярно проводимом семинаре «Механика, Управление и Информатика». Работы, представленные на семинаре, а также аудиовизуальные материалы проводимых заседаний свободно доступны из сети Интернет.

## **СКБ КП ИКИ РАН**

Корпоративный сегмент сети СКБ КП ИКИ РАН построен на Active Directory с использованием 2 контроллеров домена. Система планирования реализована на MS Project. Антивирусная поддержка организована на базе выделенного лицензионного сервера Symantec. Аппаратная часть серверов в основном 2003 – 2004 годов и уже с трудом справляется с нагрузкой.

Основные линии связи между корпусами работают на скорости 1 Гб/с. Для полного перехода со скорости 100 Мб/с на 1 Гб/с необходима замена 10 коммутаторов.

Выход в Сеть Интернет организован с 1998 года. Основной канал 8 Мбит/с через ОАО МТС. Средний объем потребляемого трафика СКБ КП ИКИ РАН 600 Гб/мес. Выход в Интернет обеспечивает сервер доступа CISCO 1760 (2003 года выпуска). Для обеспечения безопасности используется выделенные сервера на ОС Free BSD вынесенные за пределы корпоративной сети: почтовый, DNS, WWW, межсетевой экран.

Для обеспечения голосовой связи используется IP телефонный сервер. Внутренняя телефонная сеть около 250 номеров. Выход на международные и междугородные телефоны осуществляется через VoIP провайдера. Резервирование осуществляется через проводную связь ОАО Ростелеком.

Для работы с антенным комплексом «Ромашка» построена ВОЛС и организован выход в Интернет через ОАО Ростелеком со скоростью 10 Мбит/с. Проектируется система резервирования линий связи.

Подключение сети Чибис и СКБ КП ИКИ РАН  
через каналы ОАО «Ростелеком» и ОАО «МТС»

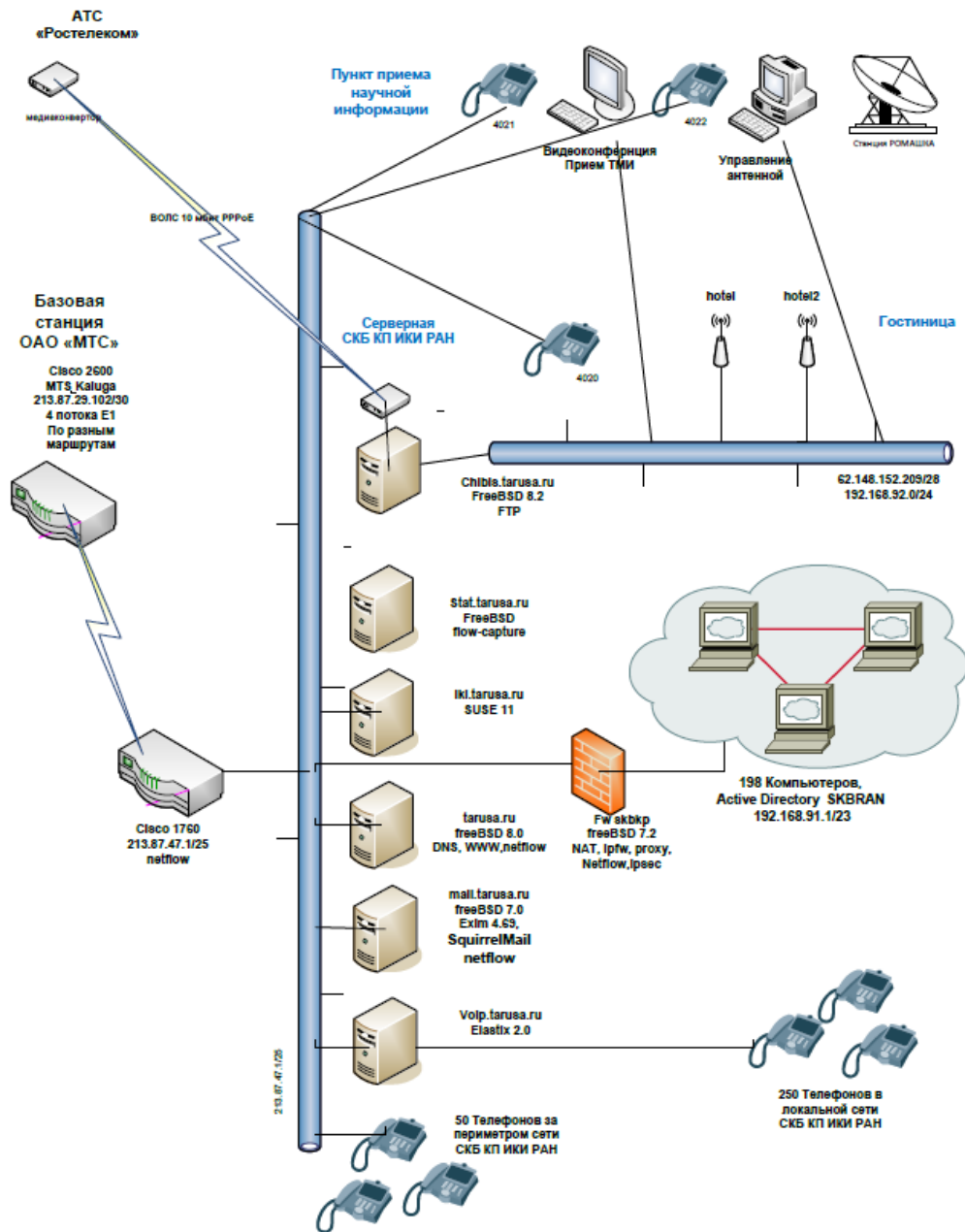


Рис.4. Пример построения сети в СКБ КП ИКИ РАН

#### 4.6. Обеспеченность вычислительной техникой

##### ИКИ РАН

Основную часть парка вычислительной техники ИКИ РАН составляют персональные компьютеры и ноутбуки. Имеются также серверы и рабочие станции на базе процессоров SPARC компании Sun Microsystems.

Для обеспечения возможности работы с магнитными лентами старых форматов также поддерживается функционирование вычислительной техники класса IBM/370.

Общее число компьютеров в Институте превышает 900 штук, практически все они связаны локальной вычислительной сетью и имеют выход в Интернет.

### **СКБ КП ИКИ РАН**

В СКБ КП ИКИ РАН используются около 200 компьютеров подключенных к локальной сети, включая комплектуемые для отправки по заказам. Из основных рабочих мест более 100, морально устаревших: с датой выпуска до 2006.

В организации внедрена 1С версии 8.2 и 7.7.

За счет средств СКБ КП ИКИ РАН приобретено 101 лицензия на ОС Window и 81 лицензия на Microsoft Office.

На 20 рабочих местах установлено открытое ПО с использованием FreeBSD и Linux

В 2008г. в СКБ КП ИКИ РАН были приобретены два однопользовательских лицензионных САПР Autodesk Inventor Professional версии 2009, которые были обновлены в 2009 году до версии 2010, которая и применяется по настоящее время.

Для обеспечения работы САПР и удовлетворения требований, предъявляемых к аппаратному обеспечению, в том же 2008 году, были приобретены два персональных компьютера.

САПР Autodesk Inventor Professional применяется для проектирования в области машиностроения, приборостроения, автоматизированного проектирование деталей и сборочных единиц, выпуск документации в соответствии с ЕСКД. Кроме того САПР позволяет передавать в производство кроме РКД и трехмерные модели универсальных форматов, что позволяет уменьшить сроки подготовки производства и обеспечивает широкое взаимодействие со сторонними изготовителями.

Применения данной САПР позволило в сжатые сроки и при минимальных трудовых затратах провести работы по проектированию и разработке РКД таких проектов таких как микроспутник "Чибис-М", сканирующий двух координатный привод БСКР-Т и однокоординатный привод ПКР-Т для спектрометра МСУ-ГС работающего геостационарном спутнике "Электро-Л", однокоординатный привод высокого разрешения ПВР-Т, приборов для проекта «Фобос-Грунт».

В настоящее время, на данной САПР проводятся работы по проектированию приборов для проектов: «Луна-ресурс», «Луна-Глоб», «Резонанс», «Спектр-УФ» и другие.