



**ИСТОРИЯ, ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНОЙ И НАУЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАФЕДРЫ ТОЧНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ.
ОСНОВНЫЕ ЗАКАЗЧИКИ ВЫПУСКНИКОВ ПО ПРОФИЛЮ
«ПРИБОРОСТРОЕНИЕ». МЕСТА ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИК И
ТРУДОУСТРОЙСТВА. Лекция №4**

*Бориков Валерий Николаевич,
Заведующий кафедрой
Точного приборостроения
Института неразрушающего контроля*



Первый набор

Студенты групп
первого набора
(839-1, 839-2)
после завершения
курса «Теория
гироскопов и
гироскопических
приборов»,
прочитанного
профессором
Ленинградский
институт
авиационного
приборостроения
В.А. Павловым



Преподаватели кафедры ТПС



Из первого выпуска для работы на кафедре были приглашены выпускники из третьего выпуска (1967 год) – Л.Н. Белянин, из четвертого (1968 год) – Л.Б. Гурин, из пятого (1969 год) – А.Р. Свендровский и Т.Г. Нестеренко, из седьмого (1971 год) – А.Н. Гормаков из девятого (1973 год) – А.Н. Голиков, В.М. Замятин.





Дисциплины

В тот период кафедра обеспечивала 16 дисциплин: «Введение в специальность», «Аэродинамика и динамика полета», «Конструкция летательных аппаратов», «Авиационные приборы», «Теория колебаний», «Теория вероятности», «Теория гироскопов и гироскопических стабилизаторов», «Теория и расчет giroприборов», «Стабилизация летательных аппаратов и автопилоты», «Системы управления летательными аппаратами», «Проектирование giroприборов», «Системы инерциальной навигации», «Системы ориентации и стабилизации космических летательных аппаратов», «Технология приборостроения», а также 2 спецкурса.



Партнеры-ВУЗы

Подготовка специалистов на кафедре велась в тесном сотрудничестве с родственными кафедрами других вузов страны, в первую очередь Ленинградского института авиационного приборостроения, Московского высшего технического училища им. Н.Э. Баумана, Московского авиационного института, Челябинского политехнического института.



Преподаватели с производства



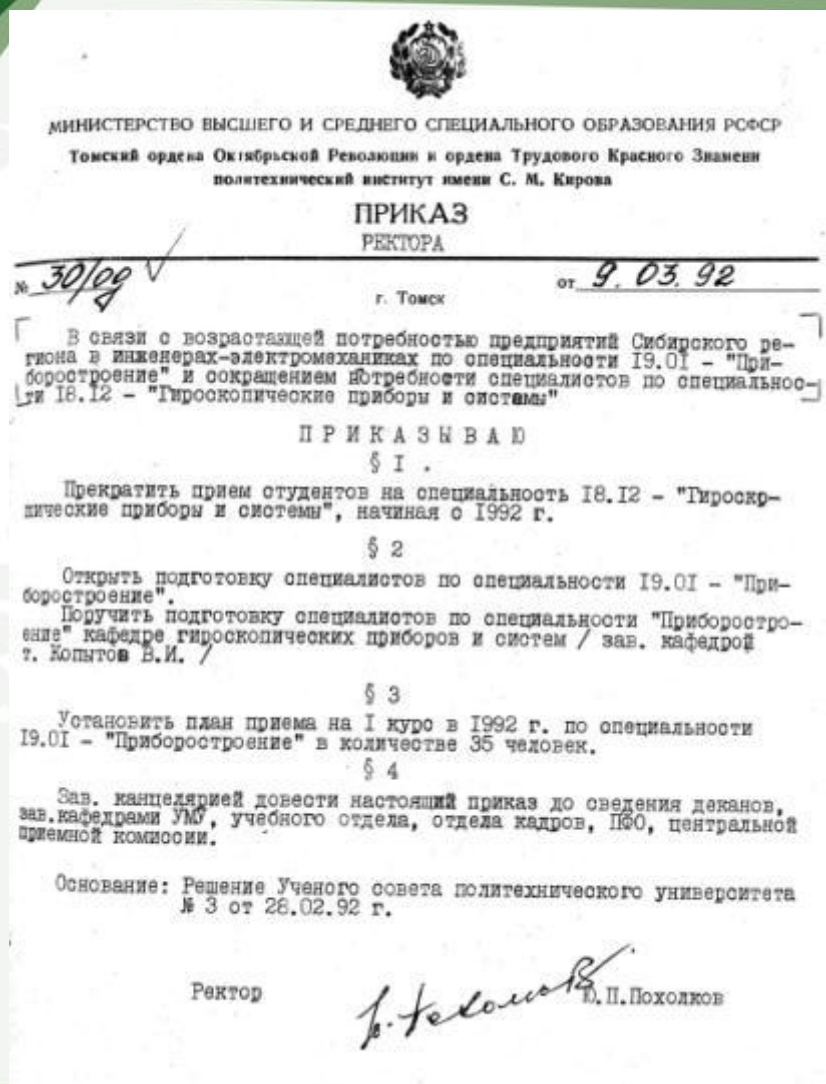


Приборостроение

В 1992 году в истории кафедры произошли важные события. В связи с конверсией оборонной промышленности в стране, снижением потребности в специалистах по навигационной и гироскопической технике был прекращен набор на специальность «Гироскопические приборы и системы» и открыта специальность «Приборостроение». Кафедра сменила название на кафедру точного приборостроения и началась подготовка специалистов по направлению «Приборостроение», объединившему несколько специальностей.



Перечень объектов контроля





Учебная работа на кафедре

Лаборатория конструирования и технологии производства приборов



Лаборатория гироскопических систем





Учебная работа на кафедре



**Учебная лаборатория
электромеханики и электроники**

**Студенты за работой в
компьютерном классе**





Научная работа на кафедре

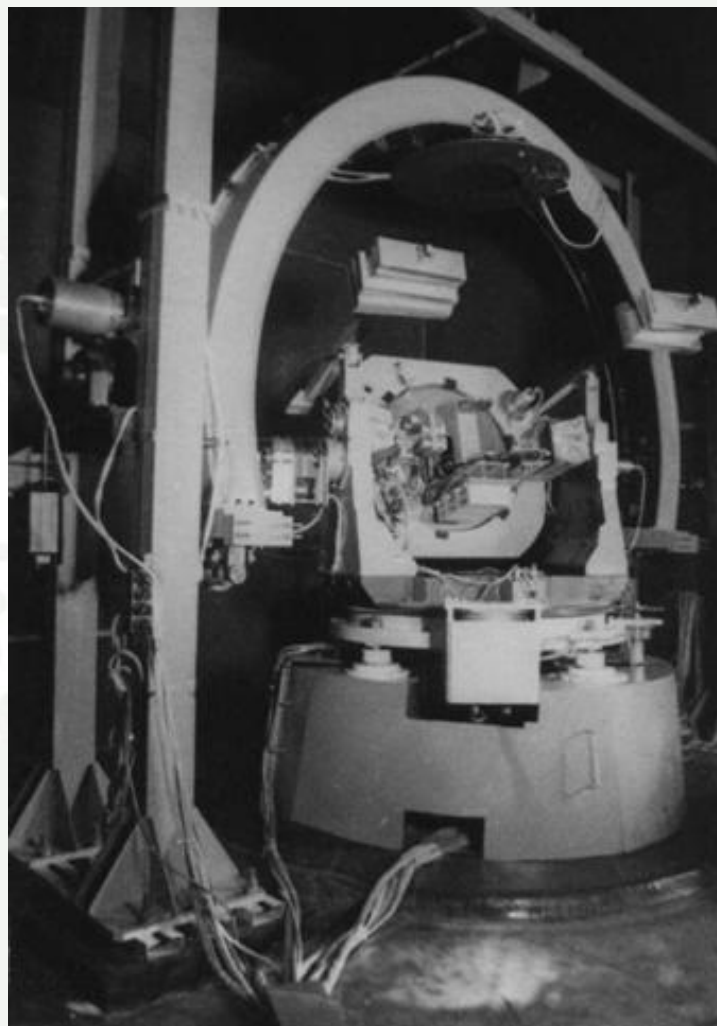


Имитатор приборной доски самолета



Научная работа на кафедре

***Установка для
исследования и
испытания
систем
управления
искусственных
спутников Земли
и космических
станций***





Инклинометрия

Инклинометрия скважин (скважинная навигация) является одним из научных направлений кафедры, начиная с 1986 года. По данной тематике выполнено свыше 20 хоздоговорных НИР, студентами выполнено и успешно защищено свыше 120 реальных дипломных проектов. Высокий уровень знаний и достижений в этой области позволил кафедре организовать курсы повышения квалификации специалистов геофизических предприятий по программе «Скважинные инклинометрические приборы и системы». За последние годы квалификацию повысили 15 человек.



Инклинометрия

**Блок чувствительных элементов
скважинного прибора
гироскопического инклинометра**



**Блок электроники
скважинного прибора
гироскопического
инклинометра**

**Наземная аппаратура
гироскопического
инклинометра**





Инклинометрия



Гирскопический модуль ориентации сейсмоприемников



Роботизация

Электромеханический исполнительный модуль (гиروпривод)





Выпускники кафедры ТПС

За время существования кафедры для страны подготовлено 1432 специалиста, из них: дипломированных специалистов (инженеров) по специальности «Гироскопические приборы и устройства (системы) – 1252 человека, в том числе по вечерней системе – 81 человек; дипломированных специалистов (инженеров) по специальности «Приборостроение» - 166 человек; В аспирантуре на кафедре подготовлено 40 кандидатов наук. Среди сотрудников и выпускников кафедры 5 докторов наук.



Выпускники кафедры ТПС

- Е.Е. Носов – выпускник 1965 года – директор завода «Нептун»;**
Л.Я. Осипов, выпускник 1965 года – директор Омского электромеханического завода;
А.П. Кулешов, выпускник 1967 года – директор Томского приборного завода;
А.А. Сухоруких, выпускник 1974 года – директор Алтайского приборостроительного завода «Ротор».
К.В. Калиниченко, выпускник 1965 года (первый выпуск) – к.т.н., главный конструктор Бердского электромеханического завода;
В.К. Степанов, выпускник 1966 года – главный конструктор Томского приборного завода;
Г.Л. Назаров, выпускник 1968 года – первый заместитель генерального директора ОАО «Прима телеком»;
В.А. Тимофеев, выпускник 1982 года – заместитель директора Сосенского приборостроительного завода;
В.С. Дмитриев, выпускник 1968 года – д.т.н., главный научный сотрудник ФГУП НПЦ «Полюс», в настоящее время профессор ТПУ;
С.В. Николаев, выпускник 1983 года – главный инженер ООО «Сибирская электротехническая компания».



Сферы деятельности выпускников

- на машиностроительных, аэрокосмических и приборостроительных предприятиях;
- на предприятиях нефтегазовой отрасли;
- на предприятиях ядерной отрасли в области разработки аппаратуры для испытаний;
- в научно-исследовательских институтах академии наук РФ;
- в высших учебных заведениях.



Электромеханические исполнительные органы (ЭМИО) систем ориентации и стабилизации КА

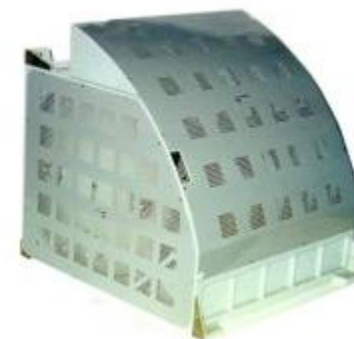


Управляющий электродвигатель-маховик (УДМ)

Агат-15



Блок автоматики (БА)



**17М71
(моноблок)**



Агат-5



Агат-10



Гиродин ГД-02-150



Системы преобразования и управления электрореактивными двигательными установками коррекции и ориентации космических аппаратов



СПУ-31И



СПУ 17М220



СПУ-К



БУС



СПУ CR-3000



СПУ-В



Приборы измерения угловых и линейных перемещений для систем управления



КДИ-20



КДИ-21



КДИ-26



ЛДТ-1716



ЛДТ-3522



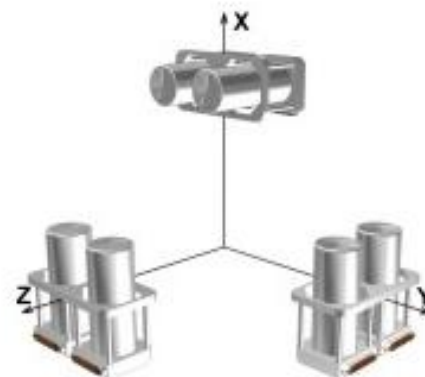
ЛДТ-14622



Приборы измерения угловых скоростей систем ориентации космических аппаратов



БИС-5 с блоком электроники





Комплексы автоматики и стабилизации систем электроснабжения космических аппаратов



KAC 17M122.03



KAC-ПМ



KAC-CO



KAC 1212



KAC-P

Основные заказчики



- ФГУП НПЦ «Полюс», г.Томск
- ООО «Эрмис+», г. Томск
- Бердский электромеханический завод, г. Бердск;
- Российский федеральный ядерный центр, г. Снежинск (Челябинская обл.)
- Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск
- ОАО Информационные спутниковые системы им. Акад. М.Ф. Решетнева, г. Железногорск (Красноярский край)
- Сибирский физико-технический институт, г. Томск
- «Востокгазпромгеофизика»
- «Газпромнефть- Ноябрьскнефтегазгеофизика»



Места практики и трудоустройства

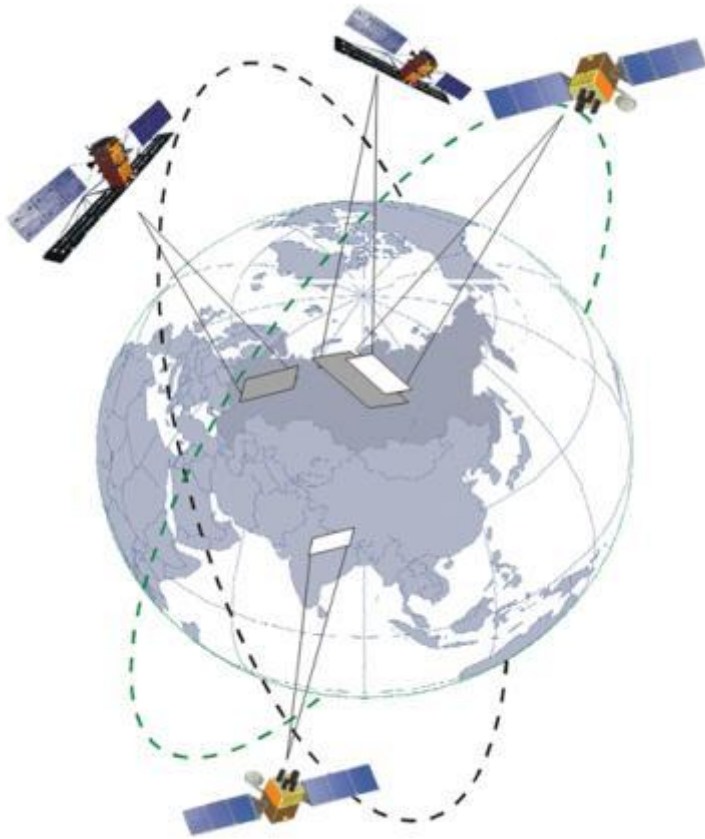
Приборостроительные предприятия



- г. Бердск, Электромеханический завод
- г. Томск, Институт оптики атмосферы СО РАН
- г. Томск, ОАО «Манотомь»
- г. Сорск, ООО «Сорский горнообогатительный комбинат»
- г. Томск, Завод приборных подшипников
- г. Томск, ООО «Микран»

Места практики и трудоустройства

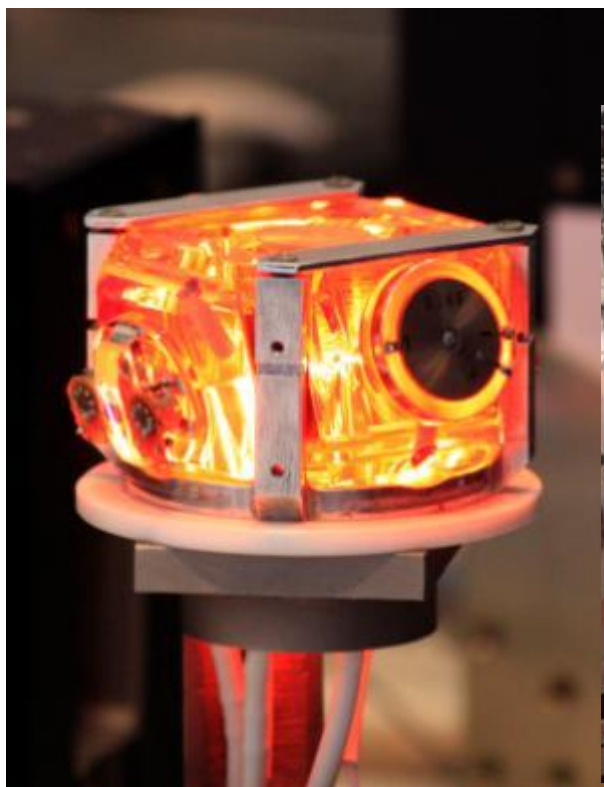
Предприятия аэрокосмической отрасли и оборонного комплекса



- г. Томск, ОАО «НПЦ «Полюс»
- г. Железногорск Красноярский край, ОАО «Информационные спутниковые системы» им. М.Ф. Решетнева
- г. Санкт-Петербург, ООО НПФ «Альянс электро»
- г. Казань, ООО Арктический ГИПС
- г. Санкт-Петербург, ОАО «Завод Навигатор»



- г. Санкт-Петербург, ОАО «Диакопт»
- г. Санкт-Петербург, НПО Электротехническая компания
- г. Санкт-Петербург, ОАО «Концерн «ЦНИИ-электроприбор»
- г. Снежинск, Российский федеральный ядерный центр, НИИ технической физики
- г. Воронеж, ОАО концерн «Созвездие»





- г. Коломна, Московская область, ФГУП Российская самолетостроительная корпорация «МИГ»
- г. Улан-Удэ, ОАО «Улан-Удэнский Авиазавод»
- г. Энгельс, ОАО Энгельское оптико-конструкторское бюро «Сигнал» им. А.Н. Глухарева
- Г. Новосибирск, Авиационное предприятие им. Чкалова



Рис. 1. Крупнейший в мире авиационный двигатель TRENT 900 для авиалайнеров Airbus A-380 (совместное производство Samsung Techwin и Rolls-Royce)

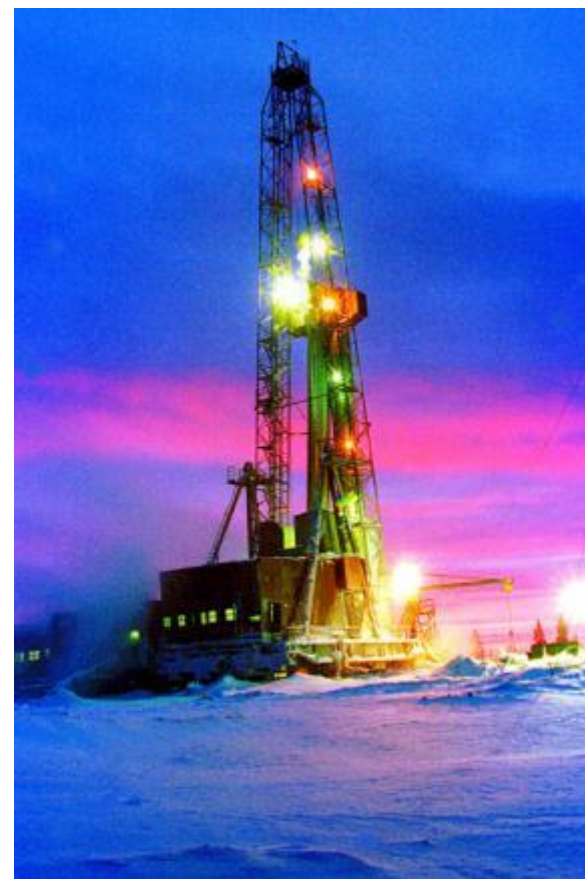


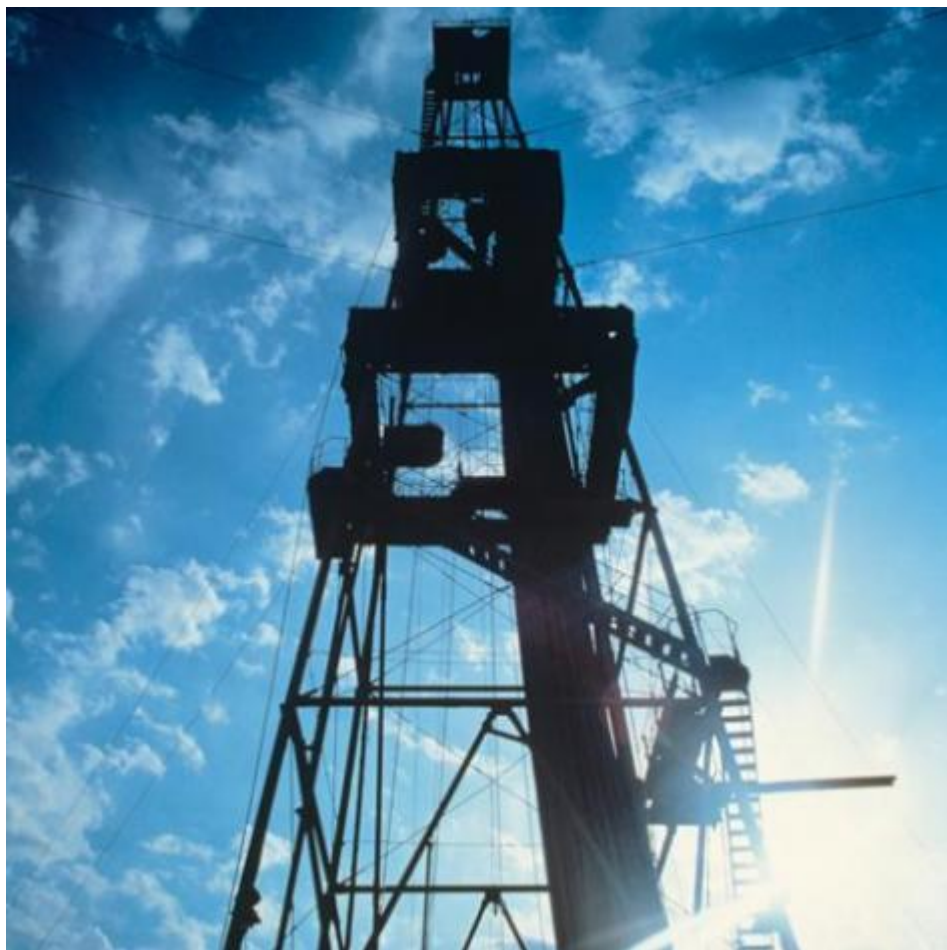
Места практики и трудоустройства

Предприятия нефтегазовой отрасли



- г. Томск, ООО Востокгазпромгеофизика
- г. Томск, ООО «РИД»
- г. Томск, ТИПВО «Сиам»
- г. Томск, ООО «Абрис»
- г. Томск, Сибирская геофизическая компания
- г. Томск, ООО НПП «Томскнефтегазинжиниринг»





- г. Сургут, «Сургутнефтегеофизика»
- г. Нижневартовск, ОАО Самотлорское нефтегазодобывающее управление 2»
- г. Новосибирск, Научно-производственное предприятие геофизической аппаратуры «Луч»

Создание научно-образовательного центра «Космическое приборостроение»



Цели научно образовательного центра «Космическое приборостроение»

Цели создания НОЦ «Космическое приборостроение»

1. **Обеспечение целевой подготовки кадров для ОАО «ИСС» и ОАО «НПЦ «Полюс» по согласованным индивидуальным образовательным траекториям.**
 - - обучение по согласованным магистерским программам.
 - - подготовка аспирантов и докторантов
 - - организация практик на предприятиях
 - - организация работы в мультидисциплинарных командах
2. **Проведение научно-исследовательской деятельности в интересах ОАО «ИСС» и ОАО «НПЦ «Полюс»**
 - - привлечение талантливой молодежи с НИР проводимых в НИ ТПУ для предприятий Роскосмоса
 - - содействие созданию современных учебно-исследовательских лабораторий
 - - участию в совместных научно-образовательных программах
 - - НИР и ОКР в интересах предприятий Роскосмоса.
 - - НОЦ «КП» осуществляет функции центра коллективного пользования для проведения фундаментальных и прикладных научных исследований структурными подразделениями ТПУ, ОАО «ИСС» и «НПЦ «Полюс

Развитие научно образовательного центра
«Космическое приборостроение»

План мероприятий:

Научное направление.

- Подготовка соглашения о создании малого спутника ТПУ с СибГАУ и ОАО «ИСС»
 - определение роли подразделений ИНК и ТПУ в создании спутника
 - подготовка программы создания спутника
 - привлечение студентов
- Установление контактов с другими предприятиями Роскосмоса (НПО им.С.А.Лавочкина)

Выпускники кафедры в ОАО «ИСС»



Научные направления

- Проектирование деталей и узлов аэрокосмических аппаратов.
- Динамика сложных электромеханических устройств.
- Теория и практика скважинных систем ориентации.
- Исследование и разработка микромеханических инерциальных датчиков.
- Прочностной анализ сложных электромеханических конструкций на основе метода конечных элементов с применением современных программных продуктов, использующих трехмерные (3D) модели.
- Создание прецизионных стендов для наземных испытаний приборов и систем ориентации космических аппаратов.
- Разработка исполнительных органов систем ориентации космических аппаратов.
- Создание систем автоматизированного проектирования приборов.

Профили подготовки в рамках ООП магистратуры

- Системы ориентации, стабилизации и навигации;
- Системы автоматизированного проектирования в приборостроении
- Геофизическое приборостроение

Сертификат общественно-профессиональной аккредитации образовательной программы по направлению «Системы ориентации, стабилизации и навигации» на 5 лет.



This is to certify that the programme
Electrical drives and electrical drive control systems
(English language programme, implemented in Russian)

provided by
National Research Tomsk Polytechnic University,
Faculty of Post-Graduate Training

accredited to
the Member Association for Engineering Education
on 27 March 2015, until 27 March 2020

under the auspices of Council of European Engineering Programmes
to the EUR-ACE Programme Standards

by the Association of Engineering Programmes,
and therefore for the above period of accreditation is designated as
a Member of the European Association of Engineering Programmes.



Dr. Ina Schuster, National Co-ordinator of Engineering Education (Germany)

The President
Prof. Dr. Vladimir Pozovkin, Ph.D.
[Signature]
Moscow, 27 March 2015



Dr. Ina Schuster, National Co-ordinator of Engineering Education (Germany)

The President
Prof. Dr. Vladimir Pozovkin, Ph.D.
[Signature]
Moscow, 27 March 2015

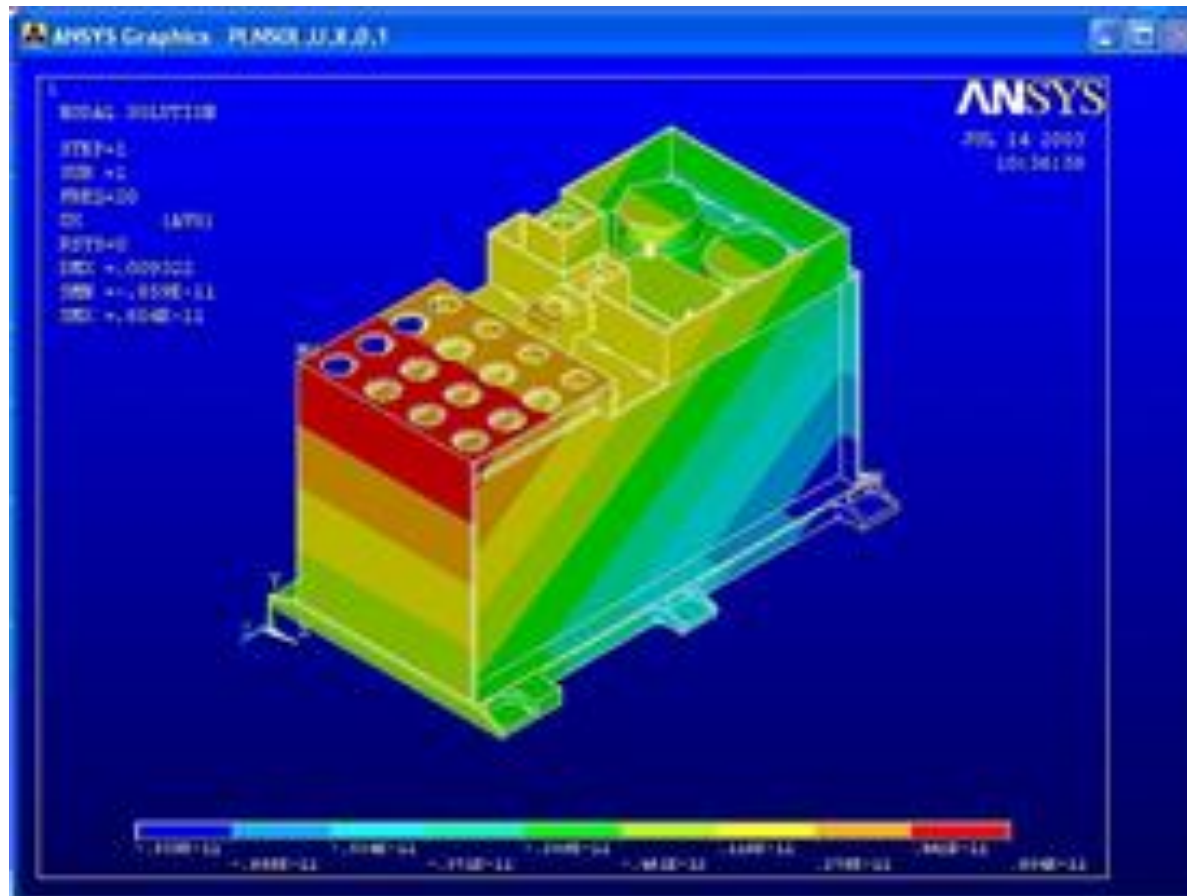
Диссертационные советы

- 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов, аппаратуры» по техническим наукам
- 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» по техническим наукам
- 05.11.01 – «Приборы и методы измерения (измерение электрических и магнитных величин)» по техническим наукам
- 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» по техническим наукам

Государственные научные проекты

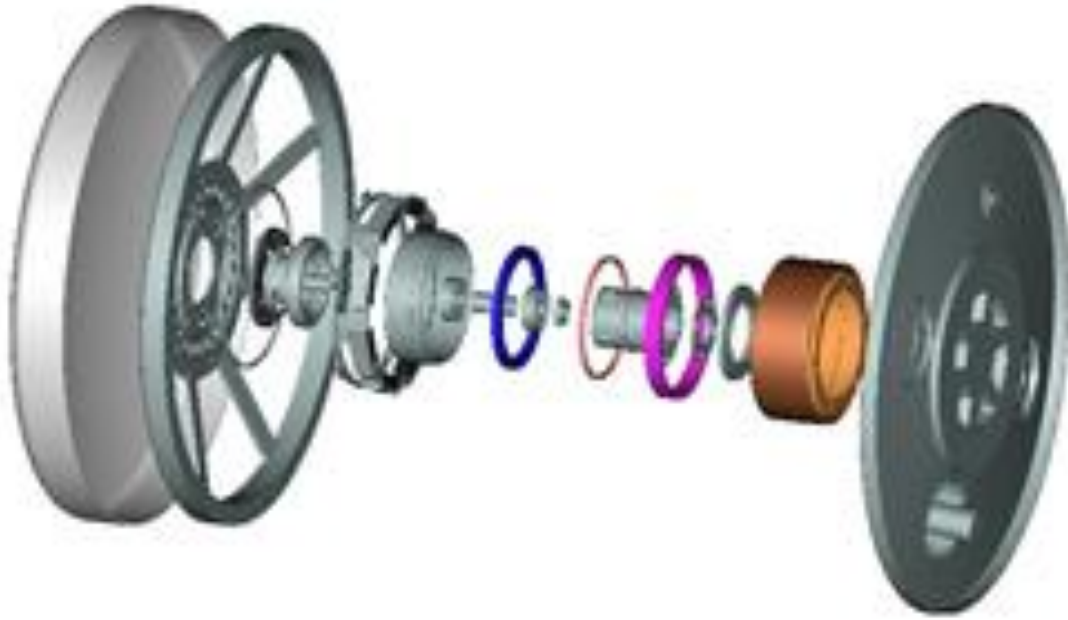
- Разработка микромеханического инерциального датчика повышенной точности и информативности для систем ориентации и навигации транспортных средств.
- Прецизионные винтовые механизмы и передачи для использования в редукторах приводов систем космического назначения

Студенческие проекты



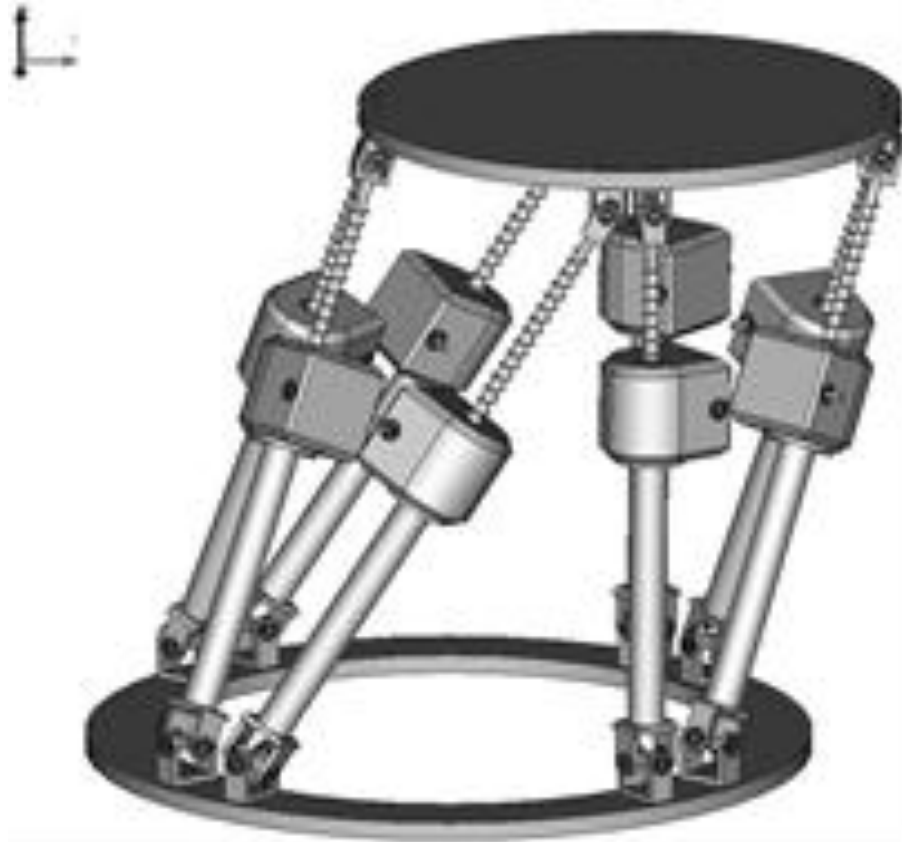
3D-модель блока электроники системы управления исполнительным органом космического аппарата

Студенческие проекты

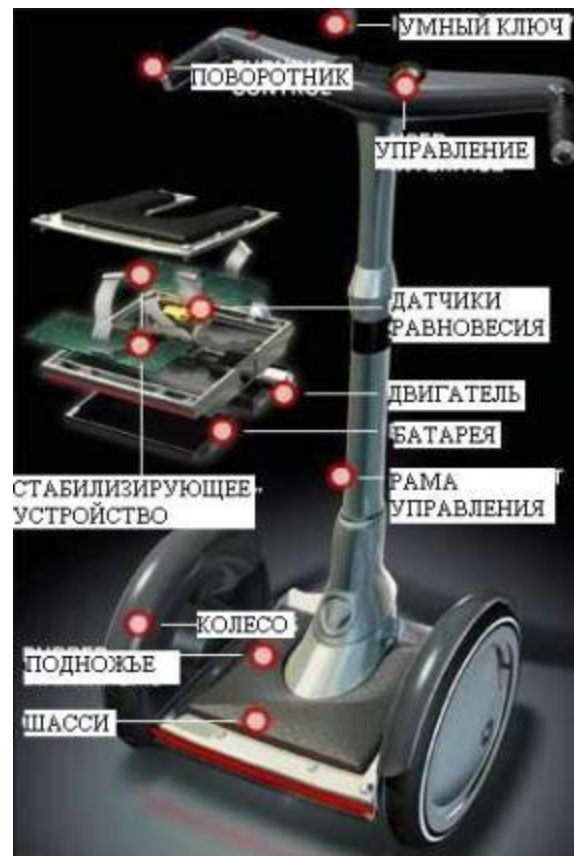


3D-модель гироскопа

Студенческая работа - 3D-модель гексопода



Студенческая работа - самобалансирующееся транспортное одноосное двухколесное транспортное средство



Установка наклонно-поворотная УНП-3 (Хозяйственный договор)



Скважинная система ориентации сейсмоприемника (Хозяйственный договор)



Источник высоковольтного импульсного напряжения (Хозяйственный договор)



Дифференциальный указатель
(синхронный усилитель) с
разрешающей способностью –
10 нВ;



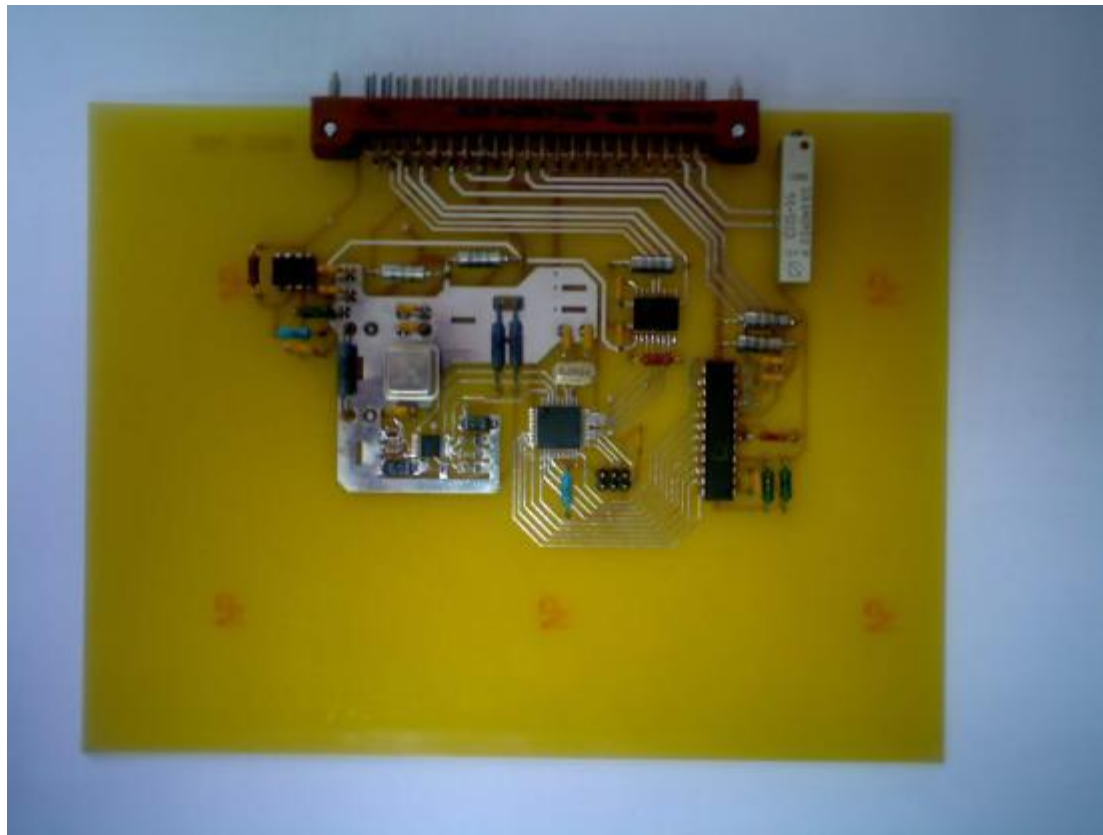
Генератор напряжения



Система измерения больших ТОКОВ



Микропроцессорный генератор синусоидальных сигналов для блока имитатора нагрузки солнечной батареи





РЕШЕТНЕВ
ОАО «ИСС»

ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева»

(До 3 марта 2008 г. ФГУП «Научно-производственное объединение прикладной механики имени академика М.Ф. Решетнева»)



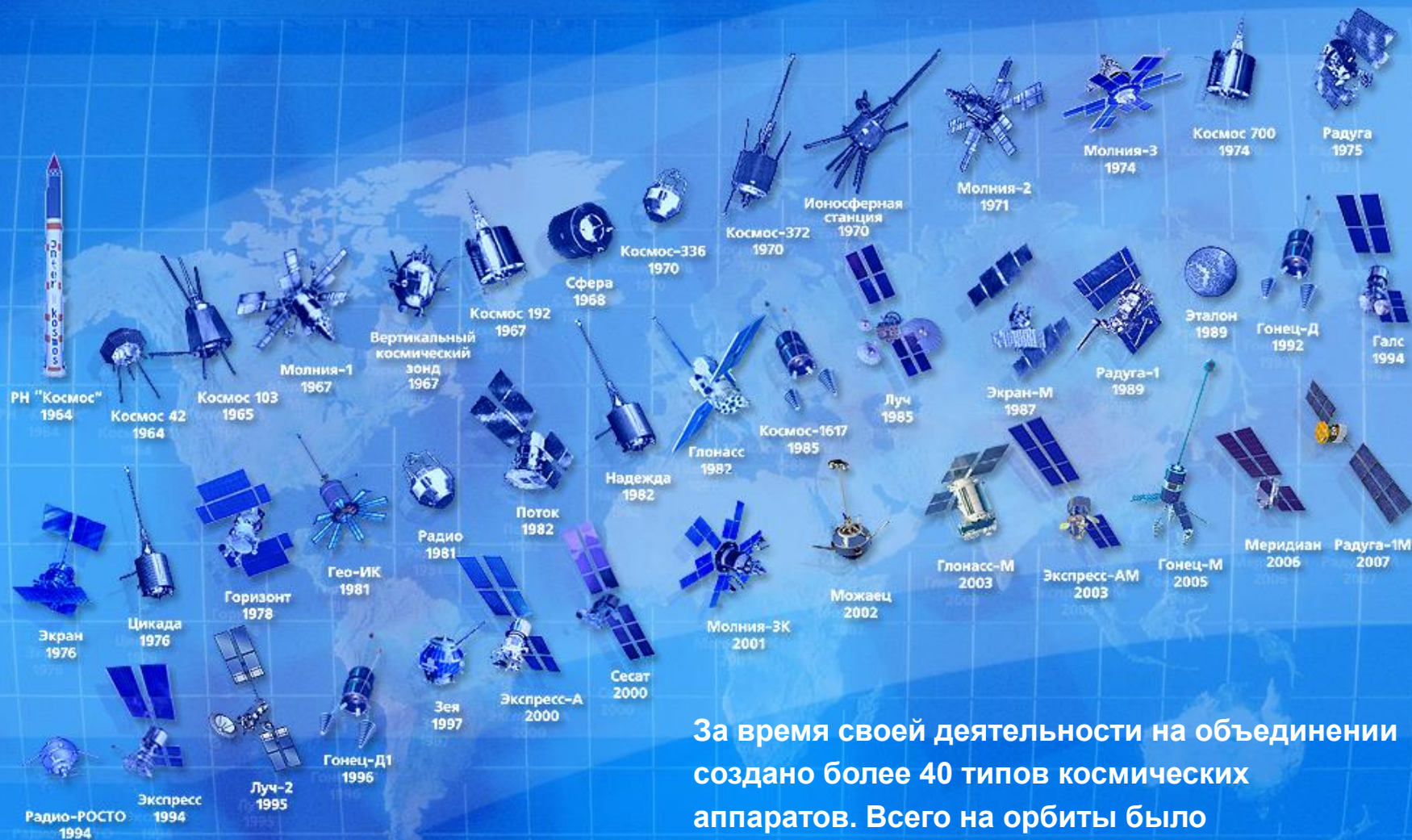
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- РАЗРАБОТКА,
- ПРОИЗВОДСТВО,
- ИСПЫТАНИЯ,
- ПОДДЕРЖАНИЕ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И СИСТЕМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВЯЗИ, ТЕЛЕВЕЩАНИЯ, РЕТРАНСЛЯЦИИ ИНФОРМАЦИИ, НАВИГАЦИИ И ГЕОДЕЗИИ В ИНТЕРЕСАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО И КУЛЬТУРНОГО РАЗВИТИЯ СТРАНЫ И МЕЖДУНАРОДНЫХ СВЯЗЕЙ



ОСНОВНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ



За время своей деятельности на объединении создано более 40 типов космических аппаратов. Всего на орбиты было выведено порядка 1200 КА.

КА «ГЛОНАСС-К»



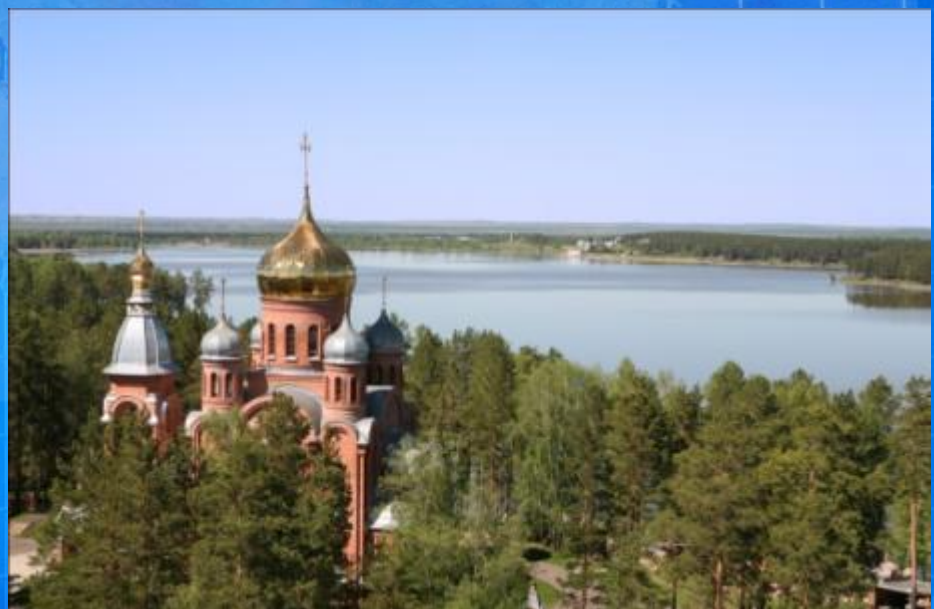
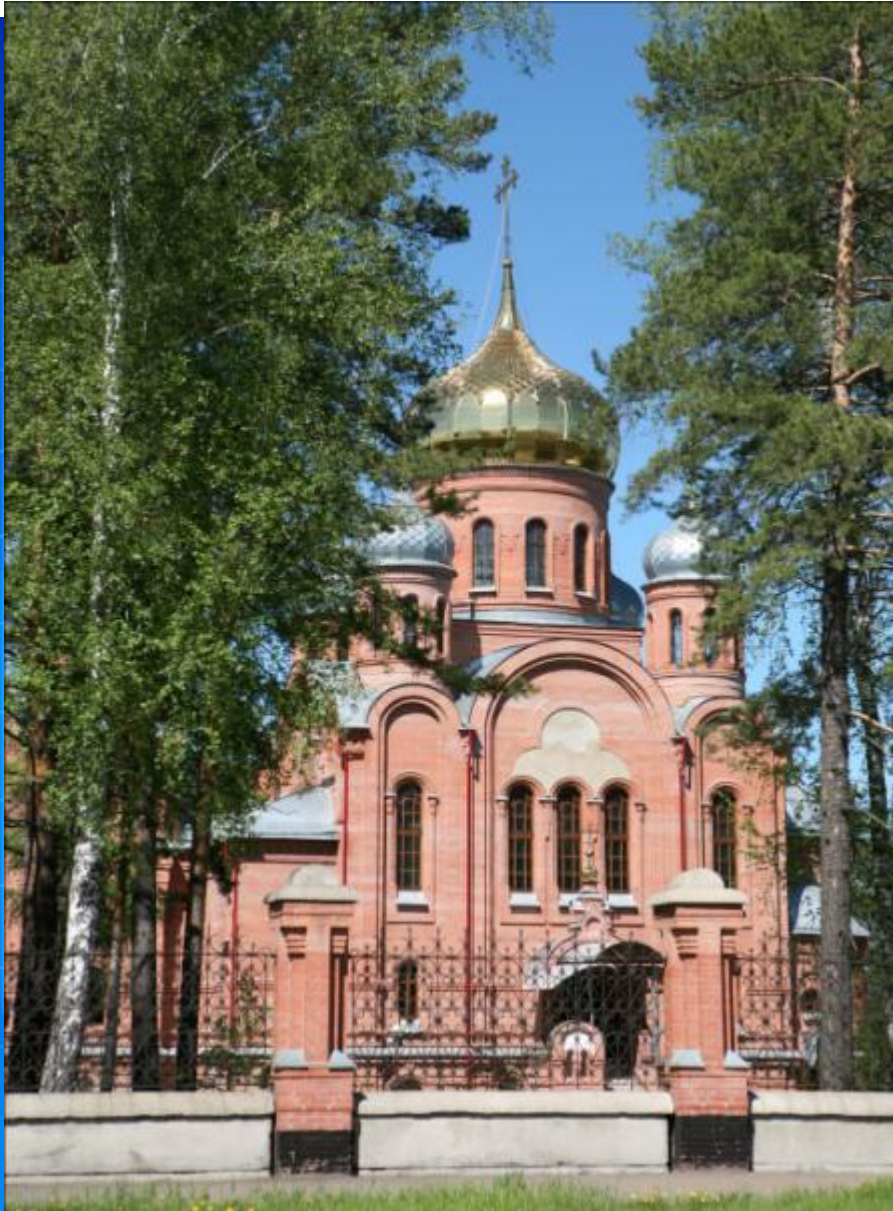
Город Железногорск



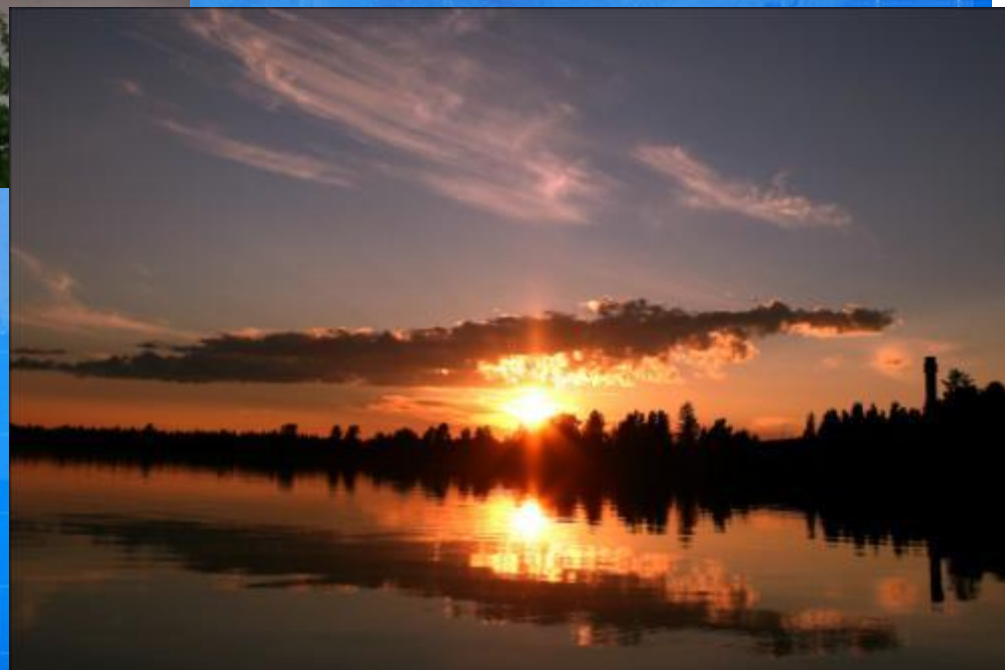
Город Железногорск



Город Железногорск



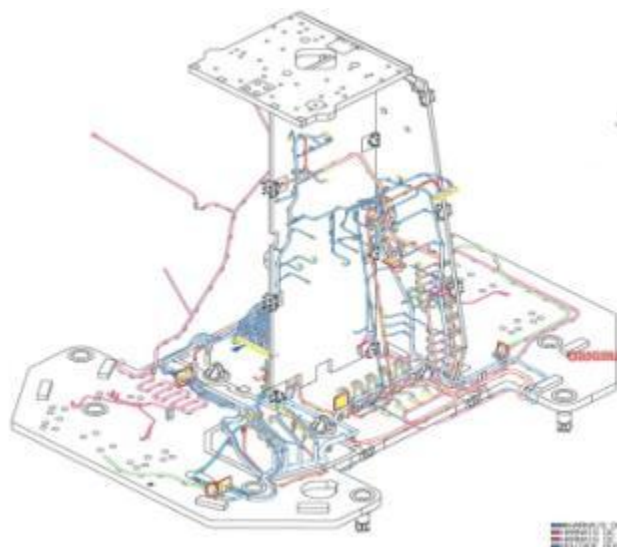
Город Железногорск



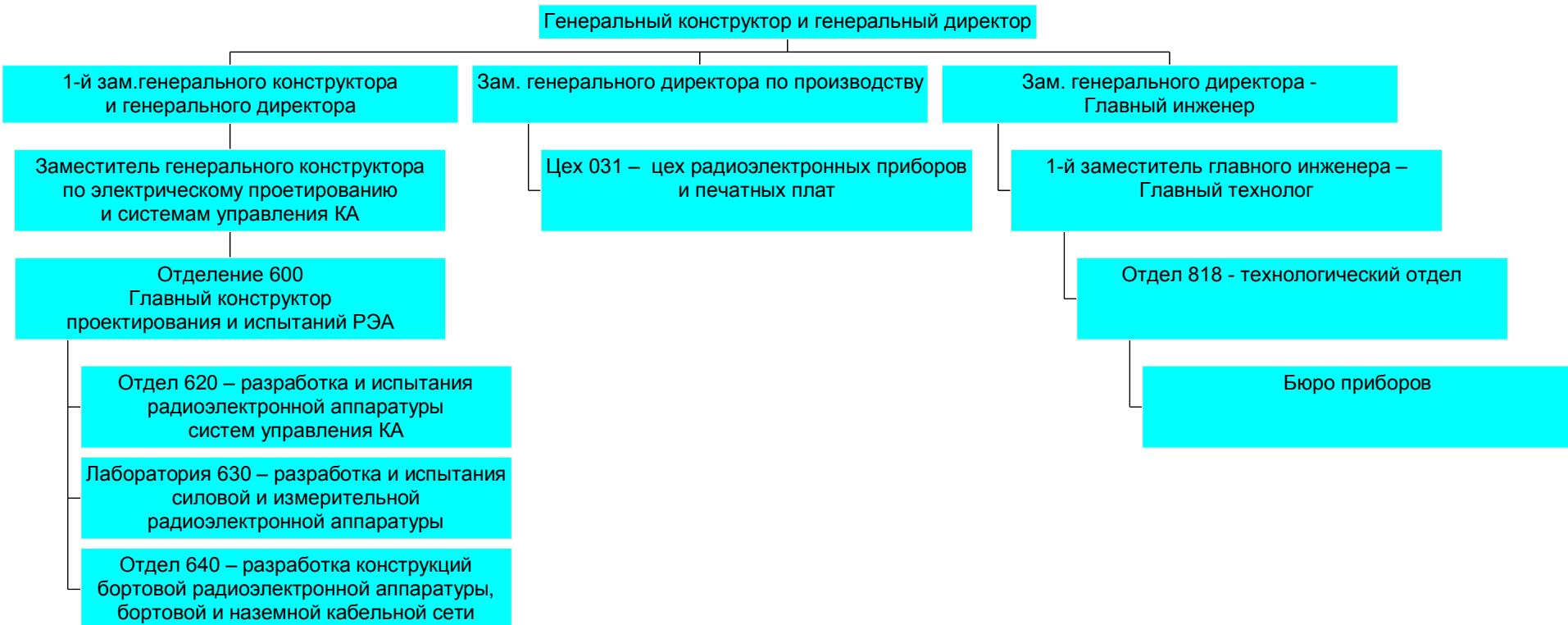
- **Актуальные задачи создания бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов связи и навигации**

Главная задача приборного направления ОАО «ИСС» - проектирование, наземная экспериментальная отработка и изготовление бортовой радиоэлектронной аппаратуры систем управления и электропитания космических аппаратов связи и навигации.

Ещё одно важное направление – создание бортовой и наземной (испытательной) кабельной сети космических аппаратов.



Приборное направление в структуре предприятия

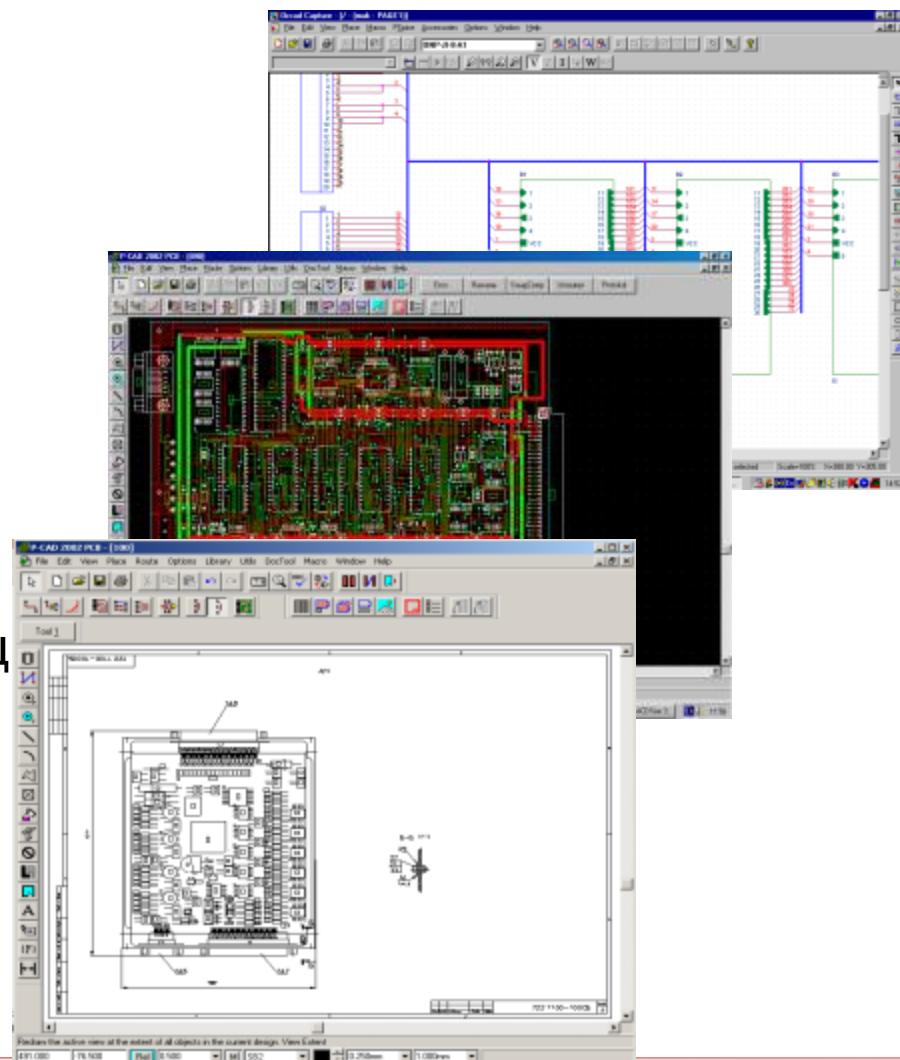


Основные принципы построения бортовой радиоэлектронной аппаратуры систем управления и электропитания КА ОАО «ИСС»

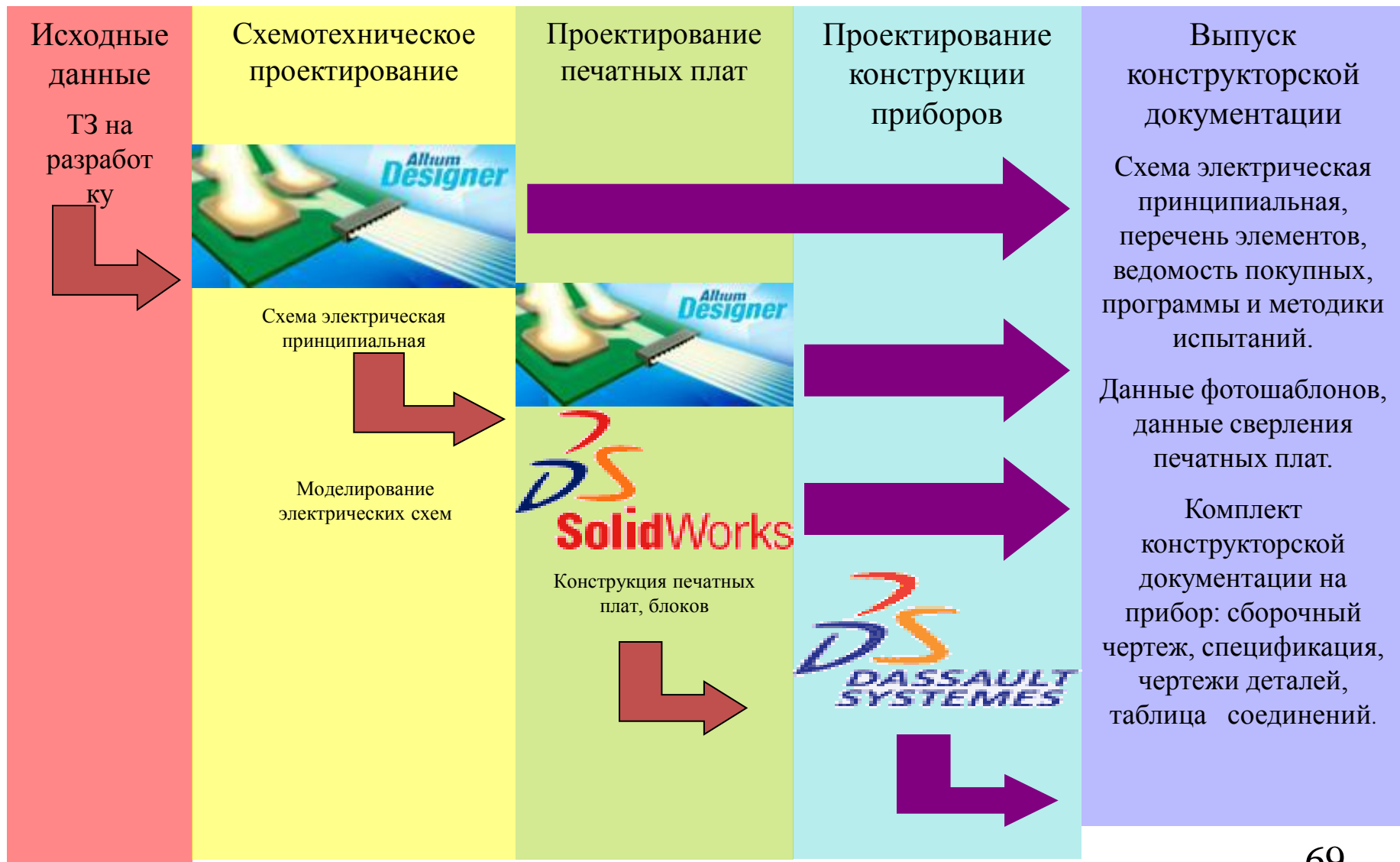
- § Реализация схемотехнических и конструктивных решений на базе магистрально-модульного принципа построения, унифицированных интерфейсных модулей, унифицированного конструктива
- § Применение современной высокоинтегрированной электронной компонентной базы
- § Реализация логики функционирования бортовой аппаратуры программными средствами центрального приборного модуля
- § Связь центрального приборного модуля и БЦВК по интерфейсу МКО ГОСТ 26765.52
- § Внутриприборный интерфейс - последовательная шина типа SPI
- § Обеспечение аварийной ориентации космического аппарата центральным приборным модулем в режиме контроллера

Процесс создания бортовой аппаратуры

- Анализ ТЗ
- Разработка электрических схем прибора
- Анализ электрических параметров
- Разработка печатных плат и конструкции прибора
- Моделирование и анализ конструкции прибора
- Выпуск рабочей конструкторской, программно-методической и эксплуатационной документации

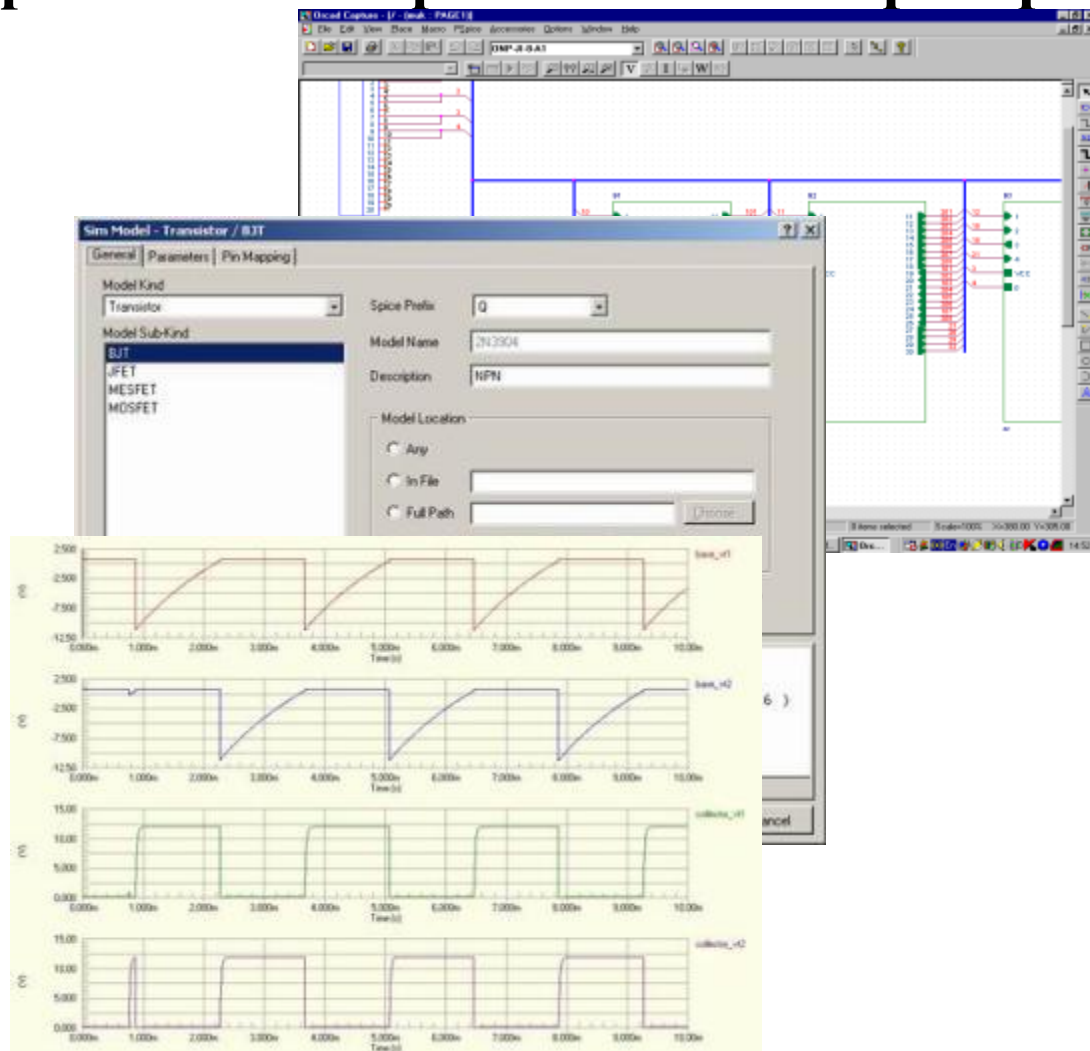


Автоматизация процесса разработки



Разработка и моделирование электрических схем прибора

- Электрическое проектирование средствами САПР РЭА (E-CAD) и САПР ПЛИС
- Моделирование электрической схемы средствами системами инженерного анализа (CAE)
- Разработка программ и методик электрических испытаний бортовой аппаратуры на автоматизированных системах контроля



Проектирование ПЛИС

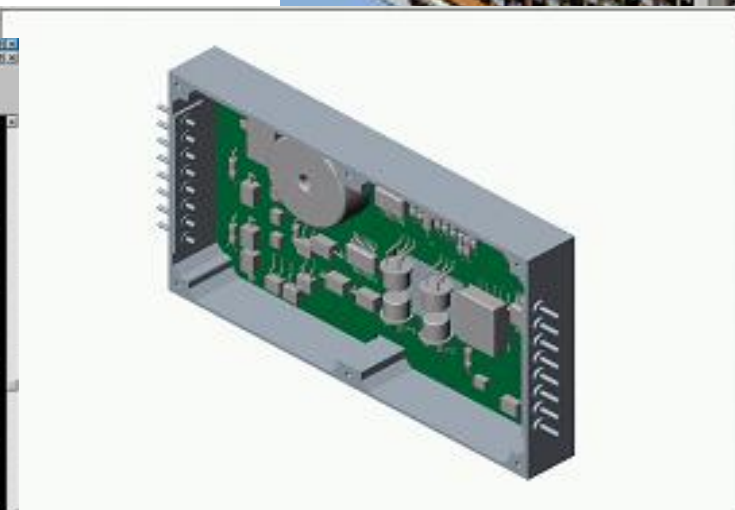
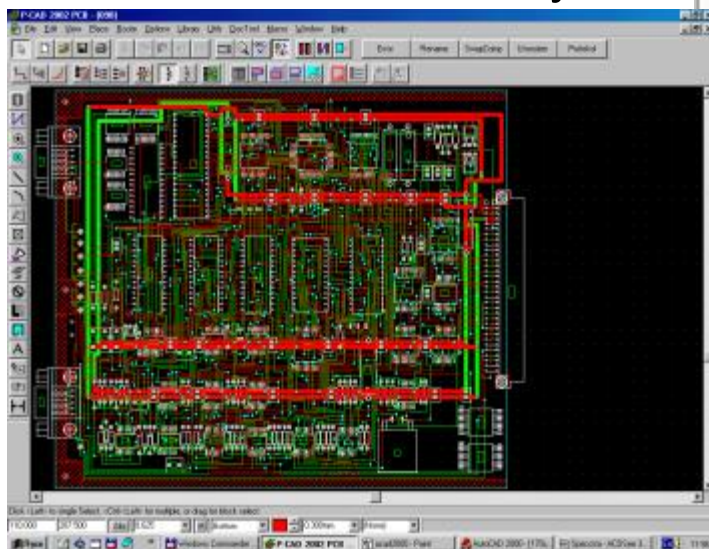
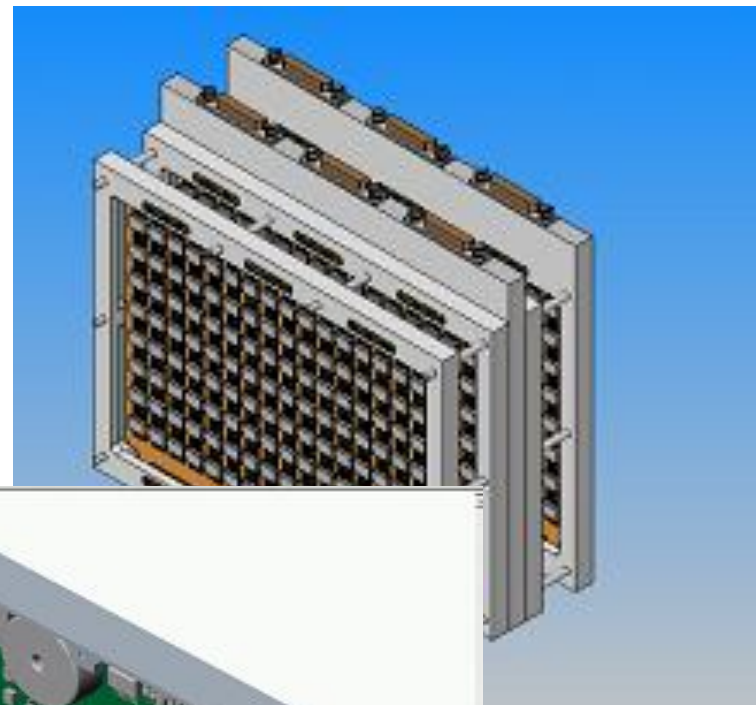
Средства проектирования ПЛИС:

- среда создания проекта;
- системы моделирования и верификации проекта;
- набор средств логического и физического синтеза FPGA/PLD;
- система сквозного проектирования цифровых устройств;
- интегрированный программный пакет сквозной разработки встраиваемых программируемых процессорных систем;
- программное обеспечение топологического проектирования;
- программа внутрисхемной отладки ПЛИС;
- технические и программные средства отладки проектов.



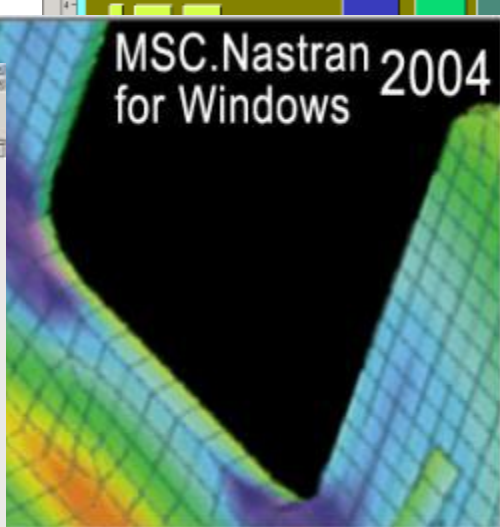
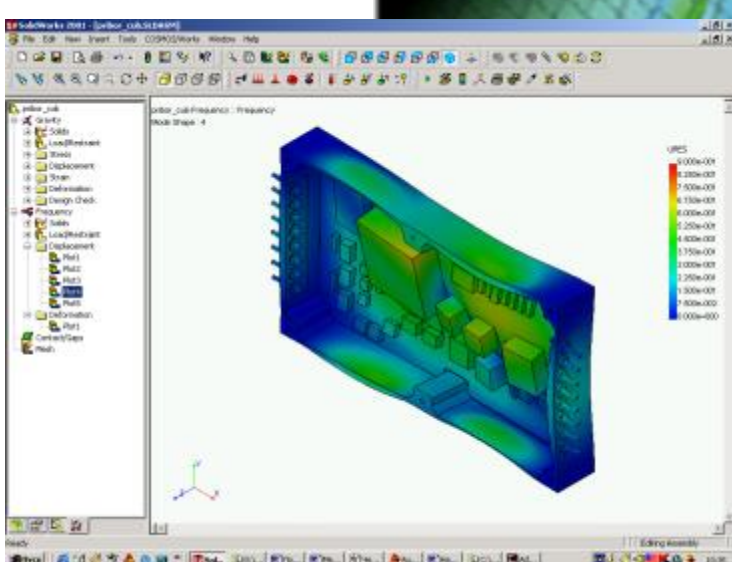
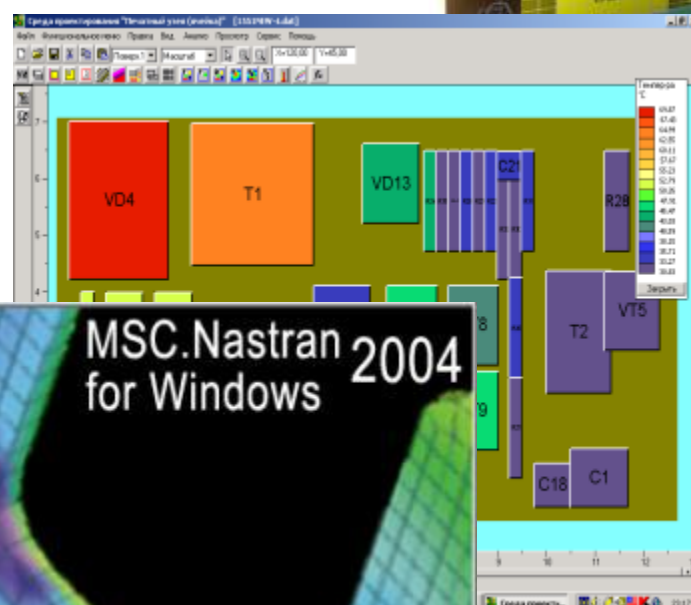
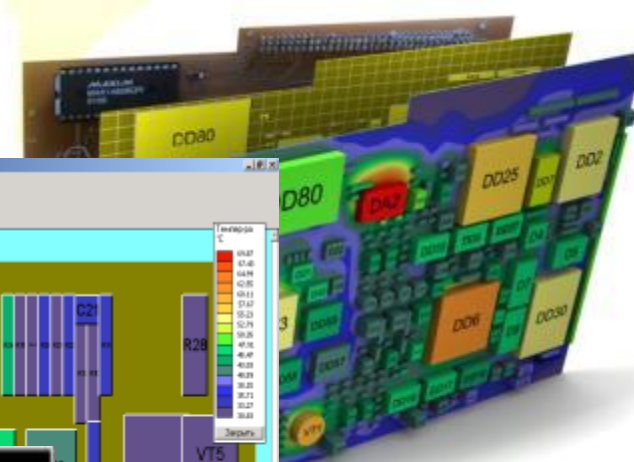
Разработка печатных плат и конструкции прибора

- Разработка печатных плат в системах автоматизированного проектирования (E-CAD)
- Создание 3D-модели прибора и его составных узлов (модулей)
- Разработка 3D-моделей механических деталей и узлов



Моделирование и анализ конструкции

- Тепловой анализ
- Механический анализ
- Анализ радиационной стойкости
- Расчет надежности



Технологические процессы и оборудование

Печатные платы

Технологический процесс изготовления:

- сверление переходных металлизированных отверстий на станках с ЧПУ;
- формирование химико-гальванических покрытий на автоматической линии Electroplast (Италия);
- нанесение металлорезиста;
- травление на автоматической линии Osclepro (Великобритания);
- оплавление покрытий на автоматической линии Pola&Massa (Италия);
- формирование защитной паяльной маски;
- прессование слоев многослойных печатных плат и печатных плат на металлическое основание на прессе фирмы Laufer;
- контроль электрических параметров печатных плат на тестере MicroCraft (Япония), оснащенный системой Fly Probe.



Технологические процессы и оборудование

Монтажно-сборочное производство





Рабочее место монтажника РЭА



Рабочее место снятия изоляции с
ленточных проводов



Установка нанесения влагозащитного покрытия поли-пара-ксилилен



Установка визуального контроля

Mantis Macro



Рентгеноскопическая система контроля
X8008-12 производства фирмы Viscom AG

Лаборатория испытаний РЭА

Испытания бортовой аппаратуры на этапах изготовления и наземной экспериментальной отработки:

- функциональные электрические испытания;
- испытания на воздействие механических нагрузок;
- термовакуумные испытания;
- климатические испытания (испытания на воздействие пониженной и повышенной температуры, испытания на воздействие изменения температуры среды).





Стенд тепловакуумных испытаний 154.6330-000



Термокамера CHALLENGE

Перспективы развития производства печатных плат

- Внедрение современных технологических процессов и оборудования для изготовления печатных плат до 5 класса точности, многослойных печатных плат до 10 слоёв, в том числе:
 - ✓ современной технологии базирования;
 - ✓ технологии перманганатной очистки переходных отверстий;
 - ✓ технологии прямой металлизации;
 - ✓ технологии нанесения органического защитного покрытия;
 - ✓ технологии оценки качества отмывки печатных плат и узлов по уровню ионных загрязнений.
- Внедрение технологии формирования финишных покрытий в обеспечение внедрения поверхностного монтажа.
- Внедрение технологий и оборудования для изготовления гибких печатных кабелей, гибких и гибко-жестких печатных плат.



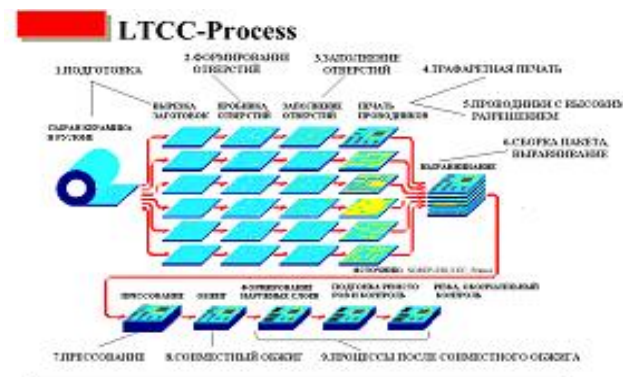
Перспективы развития монтажно-сборочного производства

- внедрение технологий поверхностного монтажа ЭРИ, в том числе импортного производства;
- применение микроэлектроники в высокоинтегрированных корпусах (количество выводов свыше 280);
- применение бескорпусной элементной базы (с габаритными размерами до $1,3 \times 2$ мм и менее);
- применение мощных транзисторов и диодов в безвыводных керамических корпусах типа SMD-1, SMD-2;
- применение СБИС в корпусах типа BGA.

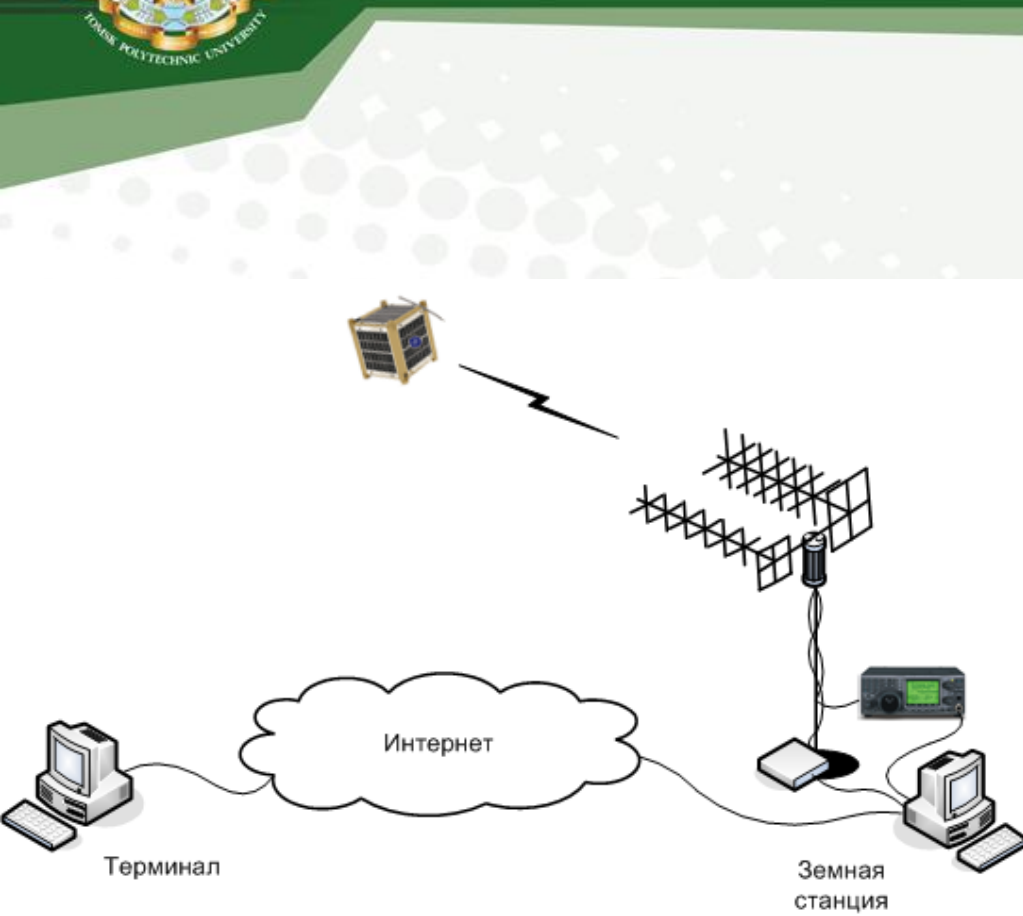


Новые технологии в приборном производстве

- Применение силовых многокристальных модулей (микросборок) на основе технологии DBC (Direct Bond Copper)
- Применение многослойных плат на основе «низкотемпературной» совместнообжигаемой керамики (LTCC)
- Применение гипертеплопроводящих пористых структур и устройств локального интенсивного теплоотвода



CubeSat





Трекинг SatPC32

SatPC32-1c [Standard A:FO-29] [Registered to Wayne Estes, W9AE]

File Tracking Satellites CAT Rotor Mode Setup Programs Accy ?

QTH: -123.3 / 43.4 **Eclipsed** Downlink 0 Corr.(+/-) 0 Uplink 20 100 500 1K 5K D-Corr: Upl/Dwnl

R+ C+ A- U+ T0 L CW-AL 435849.709 145952.098 08.01.2009

H+ 22 G- S+ D+ W3 2D BH -0.741 0.248 06:16:26 L

Azimuth	Elevation	HA	Height	Range	L	SSP	B	Orbit	Squint	Aos	Los	MaxE
89.6	13.3	64.3	1078	2669	264	40	61210	--	*****	06:24	82	

A B C D E F
G H I J K L



Кафедра Точного приборостроения

Спасибо за внимание!