

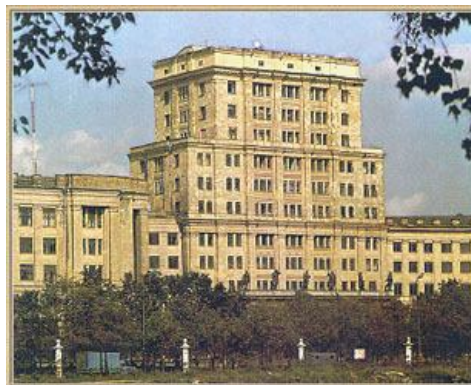
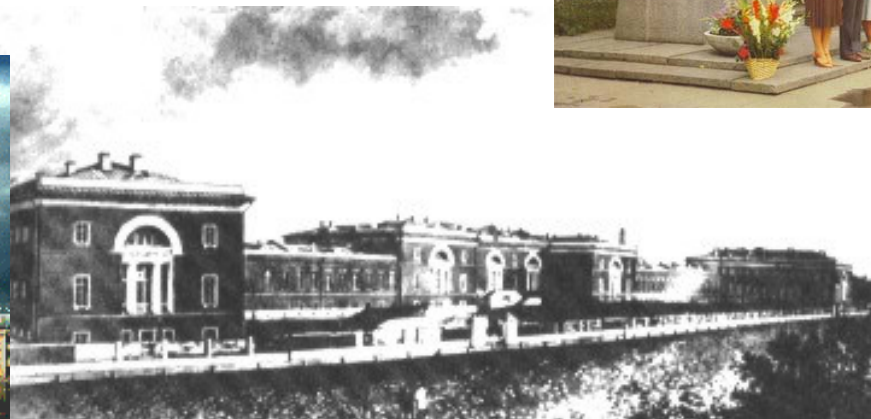
# МГТУ им.Н.Э.Баумана



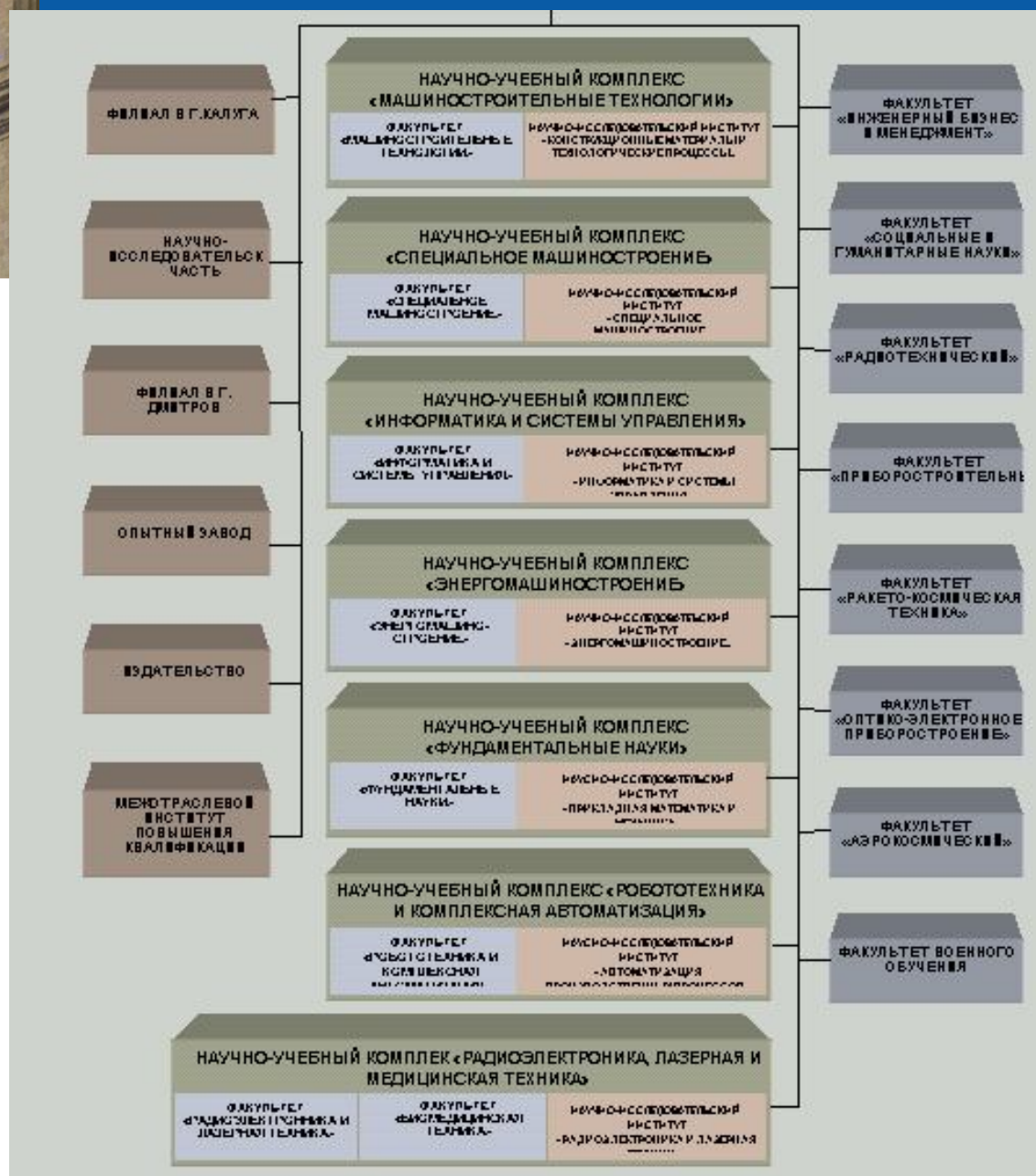
MOSCOW STATE  
TECHNICAL  
UNIVERSITY  
named after  
N.E. BAUMAN



МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
им. Н.Э. БАУМАНА







# ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

## Факультеты МГТУ им.Н.Э.Баумана

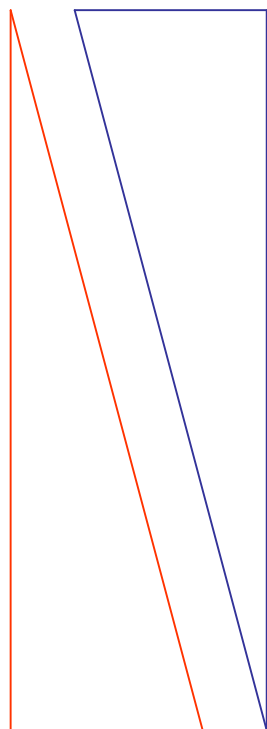
<i>«Радиоэлектроника и лазерная техника»</i>	<a href="#"><i>(РЛ)</i></a>
<i>«Фундаментальные науки»</i>	<a href="#"><i>(ФН)</i></a>
<i>«Машиностроительные технологии»</i>	<a href="#"><i>(МТ)</i></a>
<i>«Специальное машиностроение»</i>	<a href="#"><i>(СМ)</i></a>
<i>«Энергомашиностроение»</i>	<a href="#"><i>(Э)</i></a>
<i>«Робототехника и комплексная автоматизация»</i>	<a href="#"><i>(РК)</i></a>
<i>«Информатика и системы управления»</i>	<a href="#"><i>(ИУ)</i></a>
<i>«Биомедицинская техника»</i>	<a href="#"><i>(БМТ)</i></a>
<i>«Социальные и гуманитарные науки»</i>	<a href="#"><i>(СГН)</i></a>
<i>«Инженерный бизнес и менеджмент»</i>	<a href="#"><i>(ИБМ)</i></a>
<i>Военного обучения</i>	<a href="#"><i>(ВО)</i></a>
<i>Кафедра Юриспруденции</i>	<a href="#"><i>(КЮ)</i></a>

# ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

## Кафедры факультета «Информатики и систем управления»

Физика

химия



математика  
информатика

«Системы автоматического управления»	<a href="#"><u>(ИУ-1)</u></a>
«Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации»	<a href="#"><u>(ИУ-2)</u></a>
«Информационные системы и телекоммуникации»	<a href="#"><u>(ИУ-3)</u></a>
«Конструирование и производство электронной аппаратуры»	<a href="#"><u>(ИУ-4)</u></a>
«Системы обработки информации и управления»	<a href="#"><u>(ИУ-5)</u></a>
«Компьютерные системы и сети»	<a href="#"><u>(ИУ-6)</u></a>
«Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»	<a href="#"><u>(ИУ-7)</u></a>
«Информационная безопасность»	<a href="#"><u>(ИУ-8)</u></a>
«Высокопроизводительные компьютерные технологии»	<a href="#"><u>(ИУ-9)</u></a>



## Программы подготовки абитуриентов

- подготовительные курсы
- профильные школы
- вечерняя физико-математическая школа при МГТУ
- дистанционная подготовка школьников <http://aol.iu4.bmstu.ru>.
- естественные олимпиады (<http://olimp.bmstu.ru>)
- научные олимпиады («Шаг в будущее Москва, Космонавтика»).

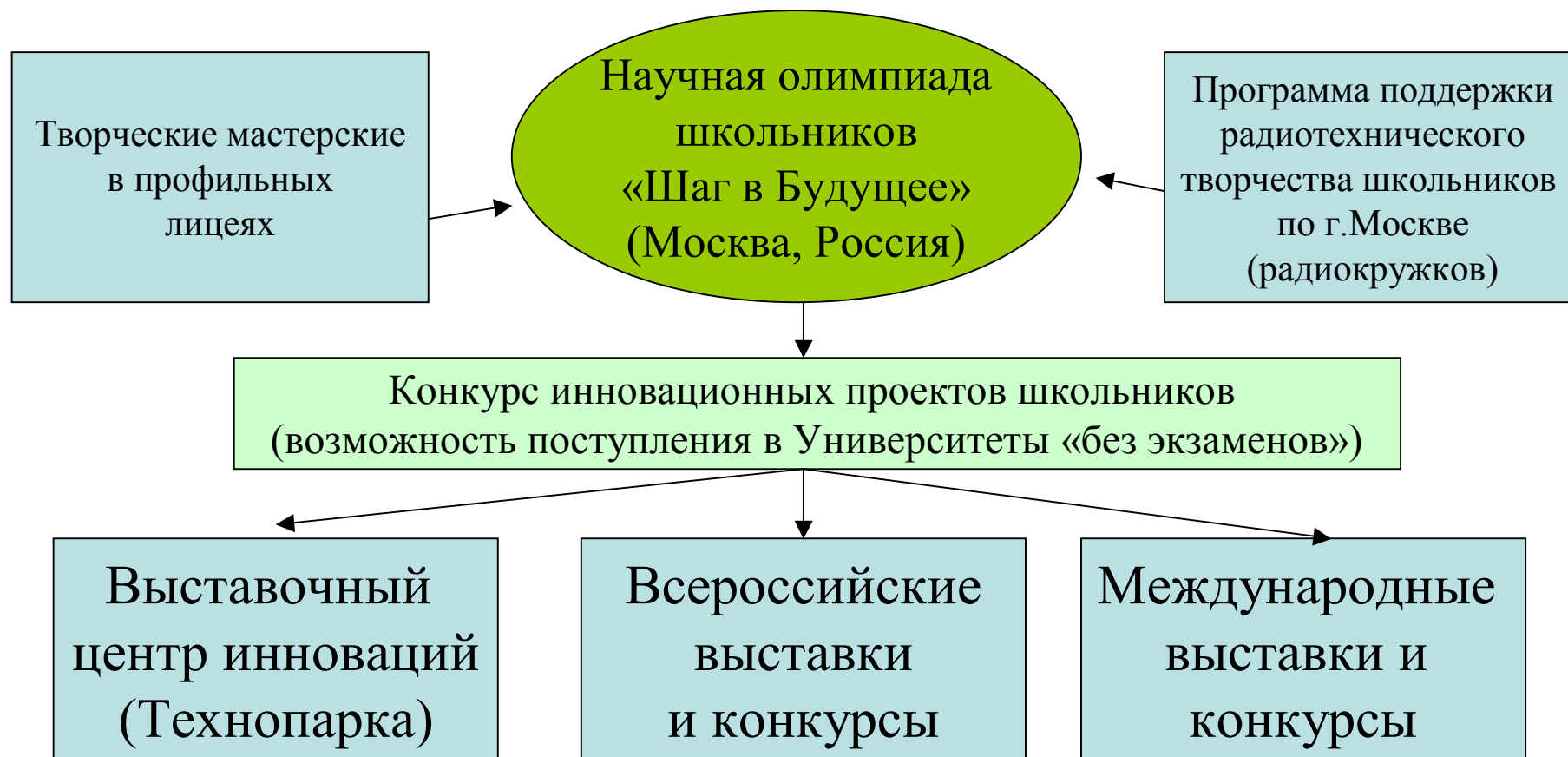
### Информация:

<http://www.bmstu.ru>

<http://www.mstu.ru>

<http://iu4.bmstu.ru>

# ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ





# Кафедра ИУ4 МГТУ им.Н.Э.Баумана ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ И  
МИКРОСИСТЕМОТЕХНИКА

МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ И  
НАНОТЕХНОЛОГИИ

ИНФОРМАЦИОННО-  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ И  
CALS ТЕХНОЛОГИИ



СПЕЦИАЛИЗАЦИИ  
КАФЕДРЫ



# ВВЕДЕНИЕ

**Учебный план по секции  
«Информационные технологии в конструкторско-технологическом проектировании ЭС» (АП ЭВС)  
для специальности 2206 кафедры ИУ4**

1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	10 семестр	11 семестр
<b>Курсы читаемые профильными кафедрами</b>										
<b>Вычислит. техника и информатика</b>	<b>Вычислит. техника и информатика</b>	<b>Комп-ная графика AutoCAD</b>	<b>Основы САПР</b>							<b>Информ. Безопасн. В САПР.</b>
ИУ7	ИУ7	Кафедра Черчения	РК6							ИУ8
51-34-51 (Э)	0-34-51 (з)	0-0-18 (з)	34-17-0 (з)							34-17-0 (Э)
Алексеев В.Е.	Алексеев В.Е.	Гусев В.П.	Пивоварова							
<b>Курсы читаемые кафедрой ИУ4</b>										
	<b>Уч. Практик. на ПЭВМ. (Ведение в интернет тех.)</b>			<b>ММ ИТО</b> Мат. Модел. (МКЭ, МГЭ)	<b>АП ЭВС</b> Теор. Граф. PCAD	<b>Ссист. Ф-ционал модел. (CASE)</b>	<b>Констр.-техн. СУБД Оракл</b>	<b>Систем Иск. Инт. В САПР</b>	<b>Основы сетевых и тел. Технол.</b>	<b>CALS технологии</b>
	0-0-18 (з)			68-17-0 (Э)	51-17-0 (Э)	17-17-0 (з)	51-17-0 (Э)	34-17-0 (Э)	34-17-0 (Э)	34-0-0 (з)
	Власов А./ Колосков С.			Назаров В.	Камышная Э. / Назаров В.	Власов А.И.	Власов А.И.	Власов А.И.	Колосков С.В.	
						<b>Инстр. Средства САПР</b>			<b>Параметрические САПР ProEngineer</b>	<b>Параметрические САПР ProMechanika</b>
						34-17-0 (з)			17-34-0	0-34-0 (з)
						Соловьев В.А.			Захаржевский С.	Захаржевский С.
				КНИРС	КНИРС	КНИРС	КНИРС	КНИРС	КНИРС	КНИРС
				Основы проектирования информационной инфраструктуры радиотехнического предприятия на основе интернет/интранет технологий						
				17	17	17	17	17	17	17
				Власов А.	Власов А.	Власов А.	Власов А.	Власов А.	Власов А.	Власов А.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ

# «Жизненный цикл» электронных средств



Проектирование



Подготовка  
производства



Производство  
и реализация

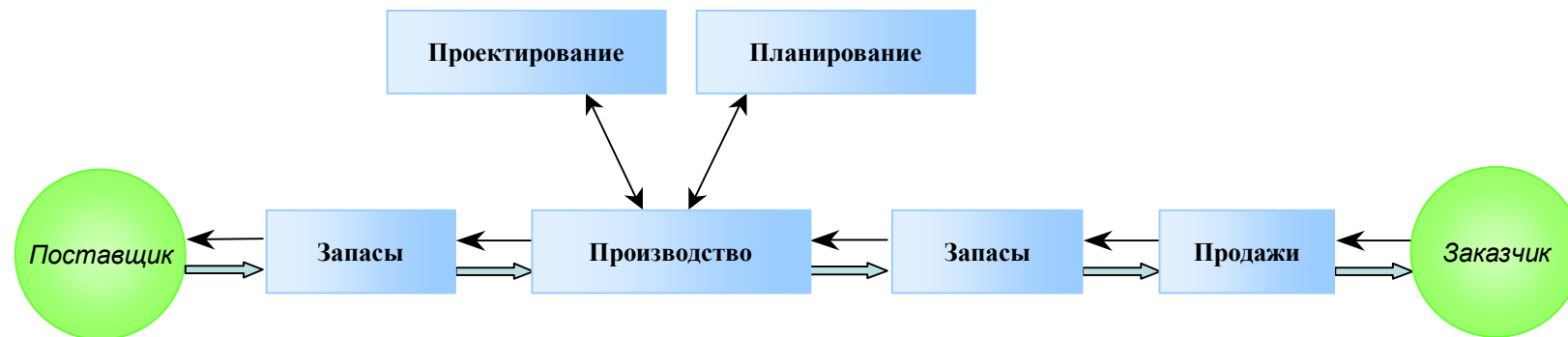


Эксплуатация



Утилизация

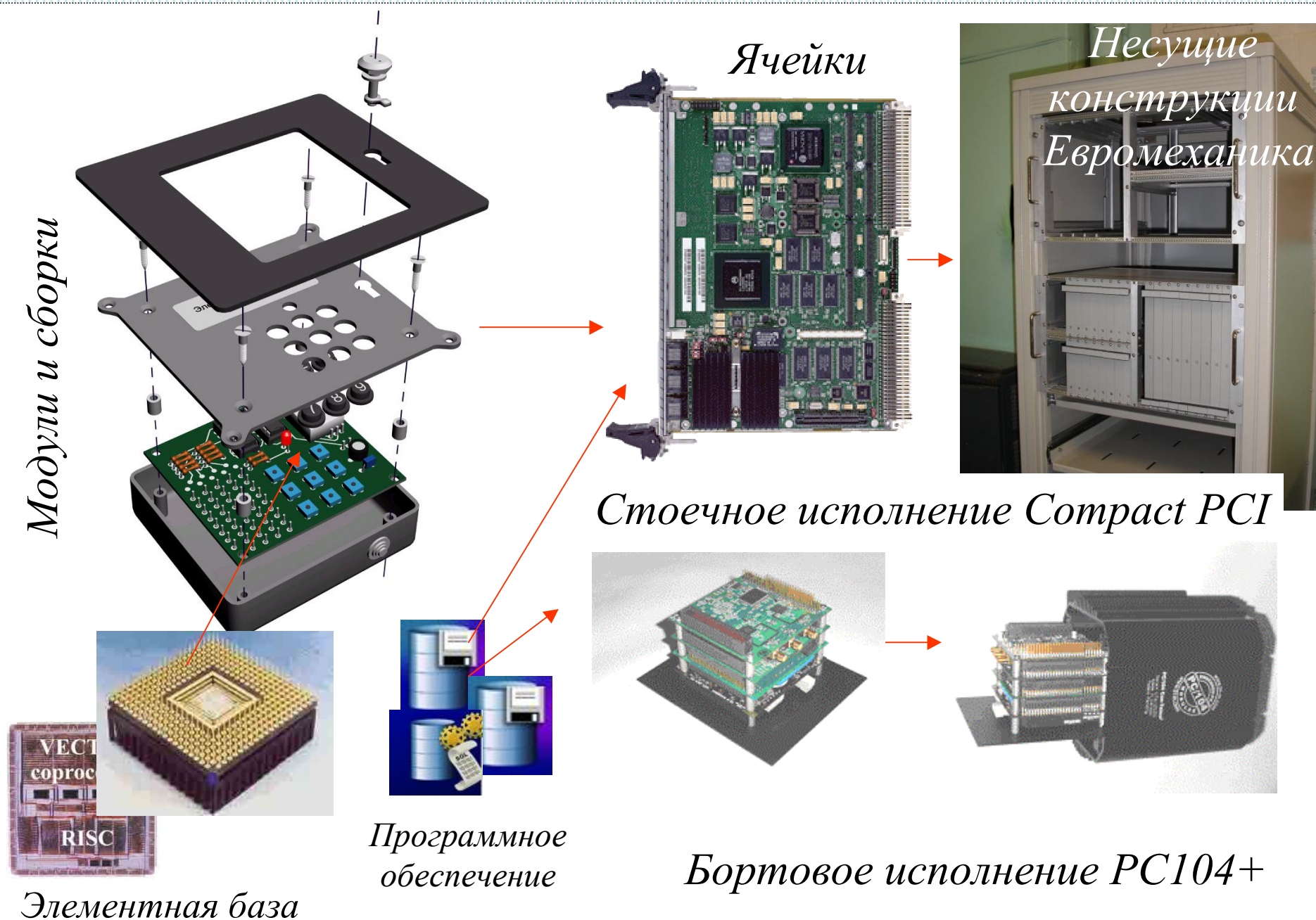
Жизненный цикл изделия



Основная логистическая цепочка

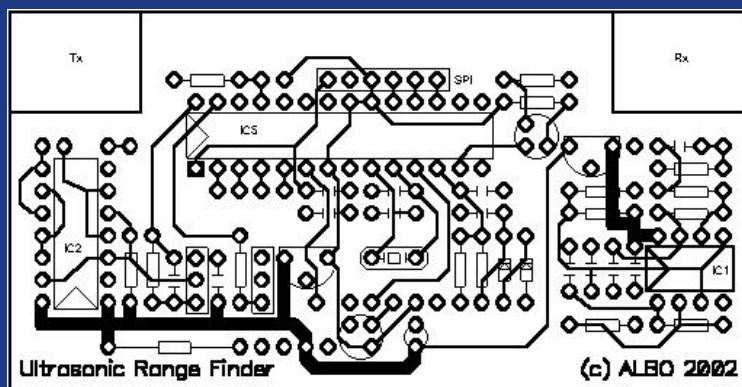
→ Информационные потоки  
⇒ Материальные потоки

# Объект разработки - электронные системы

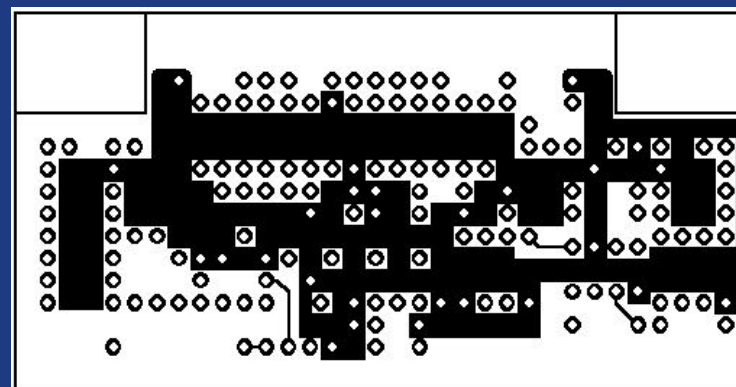




## Технологическая подготовка производства



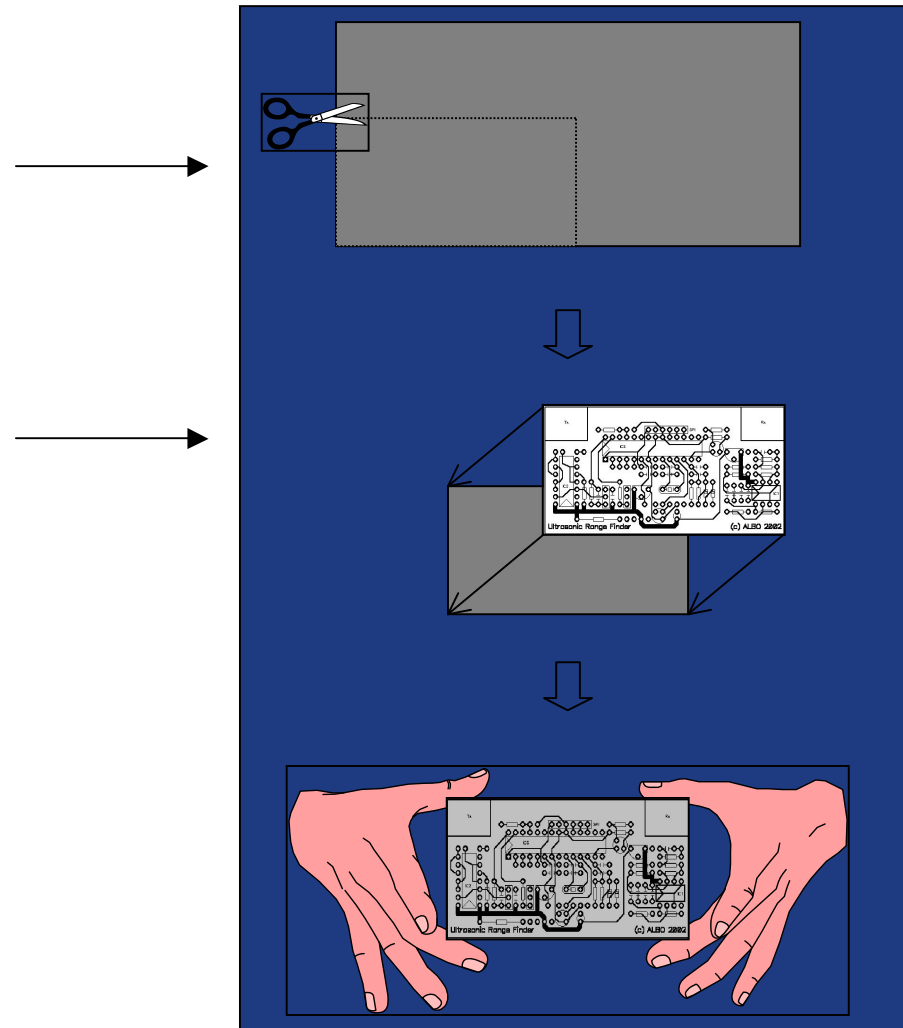
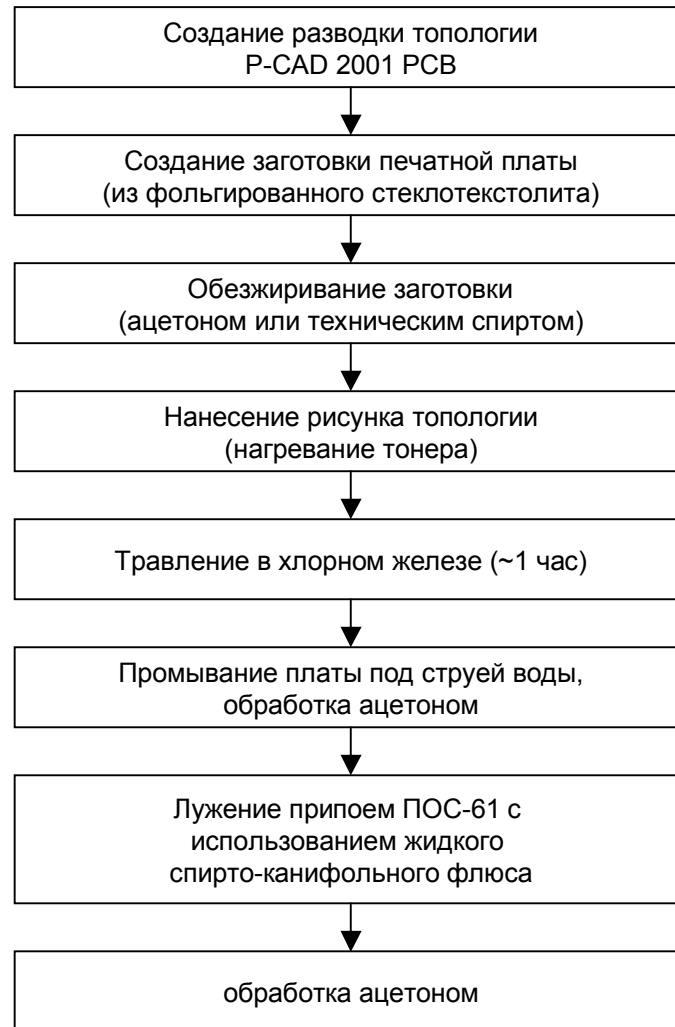
а). вид снизу



б). вид сверху

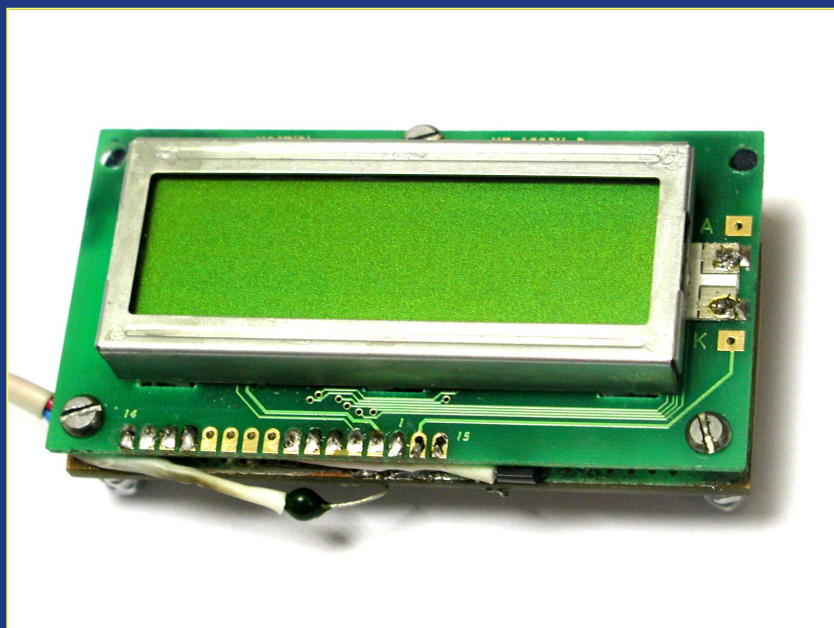
Внешний вид печатной платы

# Проектирование производственных процессов

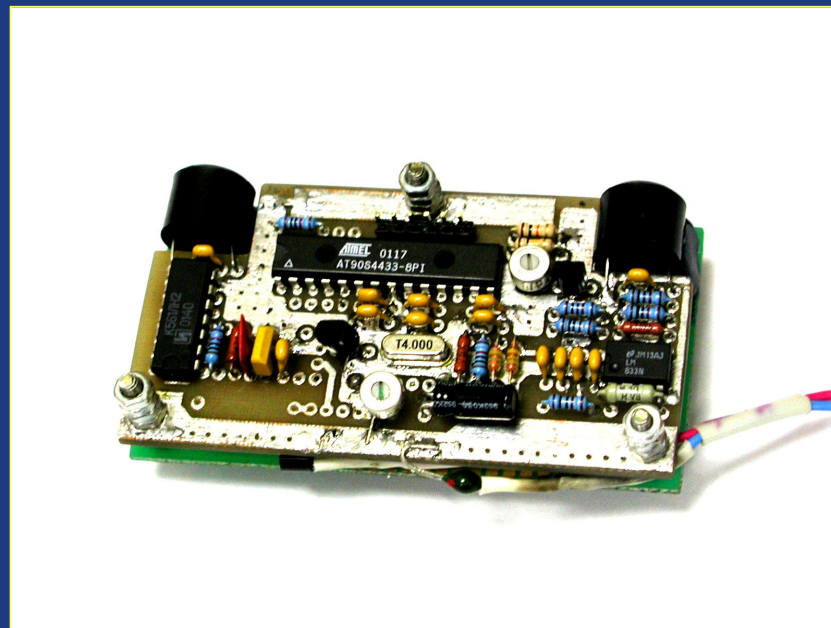


# Готовое устройство

ДЕЙСТВУЮЩИЙ ОБРАЗЕЦ



а). вид сверху

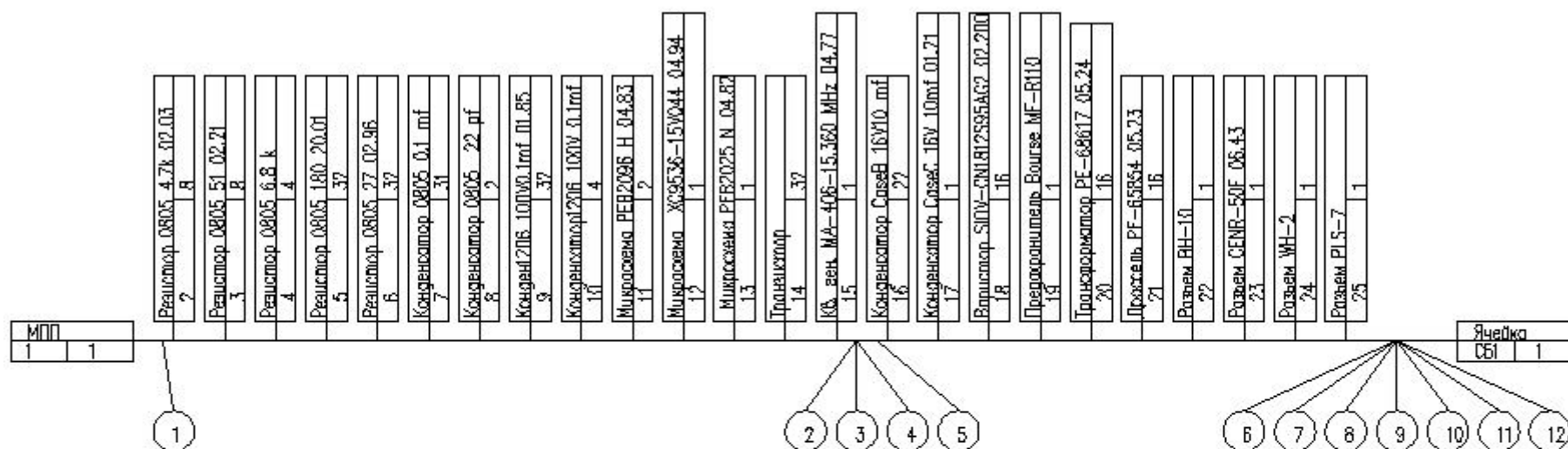


б). вид снизу

Внешний вид



# Проектирование производственных процессов



- 1 Нанесение припойной пасты
- 2 Контроль правильности установки
- 3 Пайка
- 4 Формовка, обрезка и лужение выводов

- 5 Контроль качества пайки
- 6 Пайка волной
- 7 Контроль качества пайки
- 8 Функциональный контроль

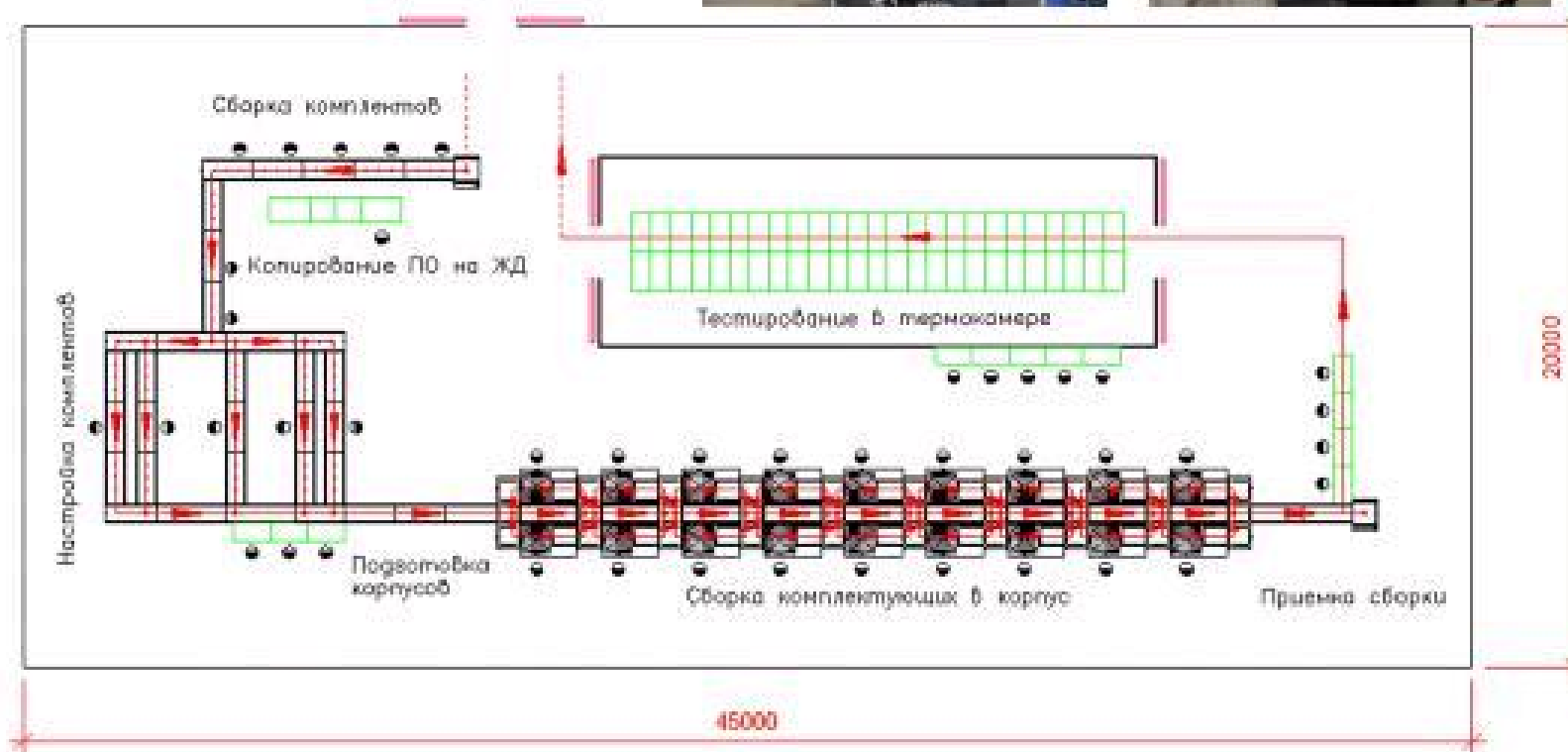
- 9 Доработка ячейки
- 10 Мойка и сушка узлов на ПП
- 11 Лакировка узлов
- 12 Терморадикационная сушка

# Проектирование производственного участка

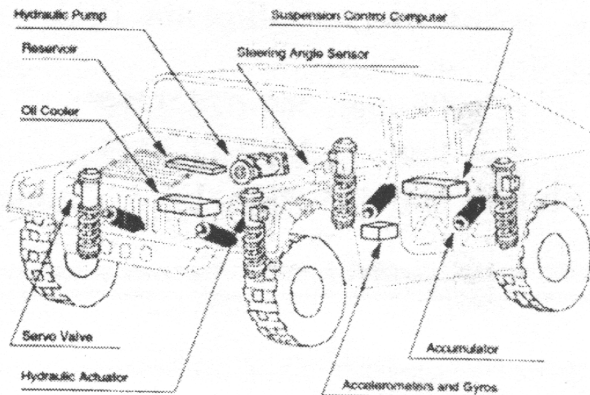
## Организация ТП

Способ организации линии – маршрутизированный конвейер дискретного типа с гибкой логикой

Преимущества: отсутствие пересечений грузопотоков, минимизация времени на транспортировку, автоматизация контроля за перемещением предметов труда.



# Комплексное проектирование?



Расположение блоков системы виброзащиты военного колесного автомобиля HUMMER

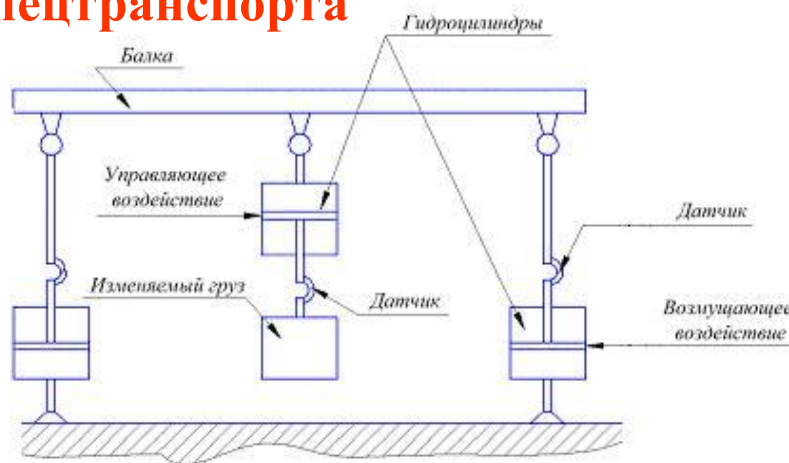
**Задача:**  
**Спроектировать**  
**активную подвеску**  
**спецтранспорта**



Расположение блоков системы виброзащиты малолитражные автомобили

## Конструкция активной подвески автомобиля (дуальная подвеска)

Модель состоит из пластины и трех связанных с ней гидроцилиндров (левый и правый испытывают возмущающее воздействие, центральный - управляющее). Моделирование возмущающего воздействия на пластину (вибрации) производится подачей на гидроцилиндр возмущения определенного сигнала.

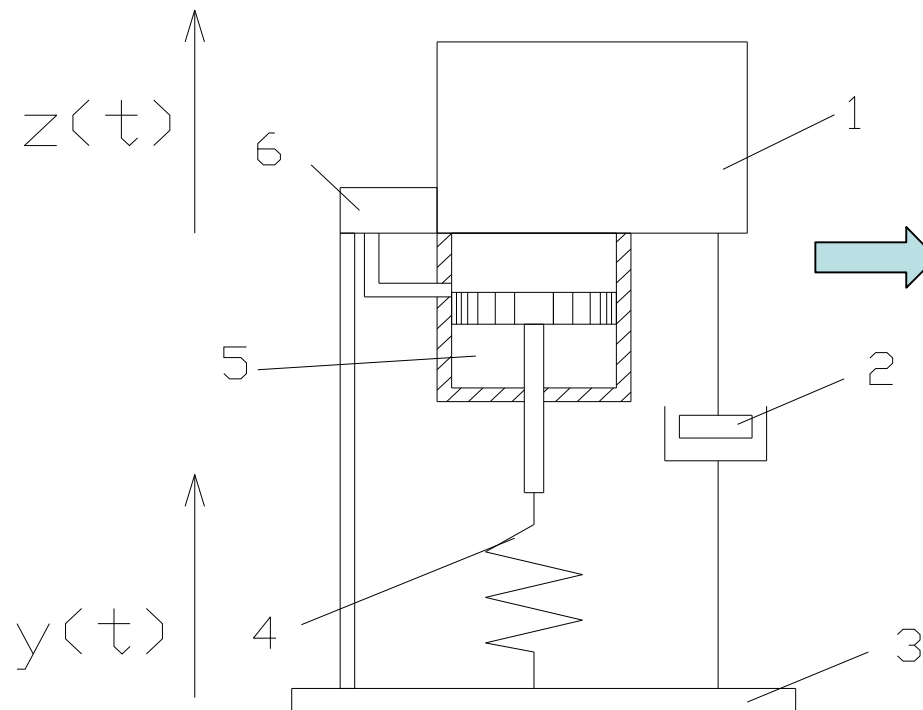


Физическая модель



# Проектирование элементной базы

## Синтез математической модели компенсаторного устройства в среде MatLab



Структурная схема гидромеханического компенсатора

- 1 – изолируемый объект
- 2 – демпфер
- 3 – вибрирующее основание

- 4 – упругий элемент
- 5 – цилиндр
- 6 – регулятор относительного положения.

$$T_z = \sqrt{\frac{v^2 + (\eta - 2Dv^2)^2}{v^2(1-v^2)^2 + (\eta - 2Dv^2)^2}}$$

Передаточная характеристика компенсатора

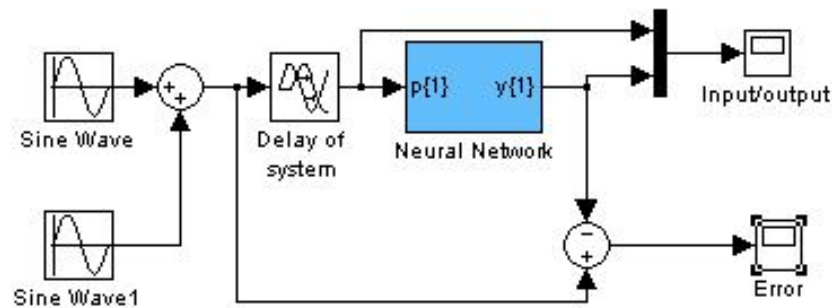
$$\frac{2^*Ds^2+w0.s+n^*w0^*w0}{s^3+2^*Ds^2+w0.s+n^*w0^*w0}$$

Transfer Fcn

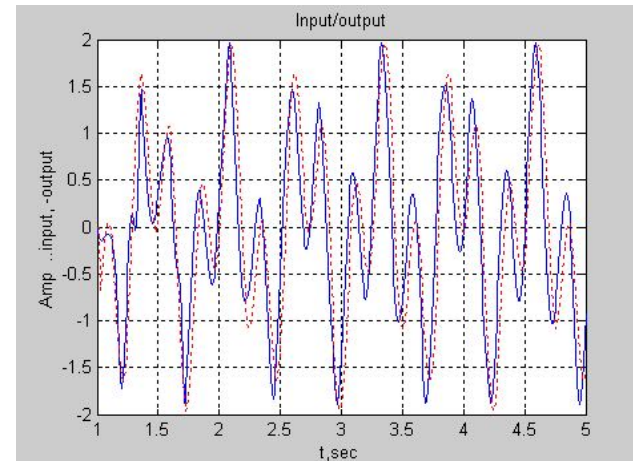
Передаточное звено в системе MatLab в форме Лапласа

# Проектирование элементной базы

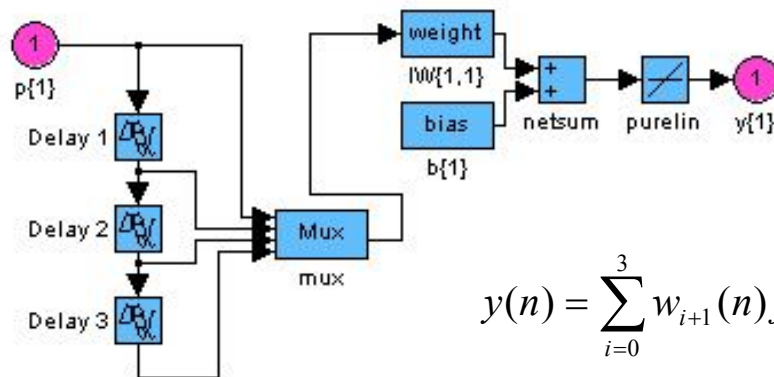
## Математическая модель нейроадаптивной САВ с линейной нейронной сетью



Математическая модель с возможностью прогноза на 3 такта рабочего времени



Пунктиром обозначен входной сигнал, сплошной - компенсирующий

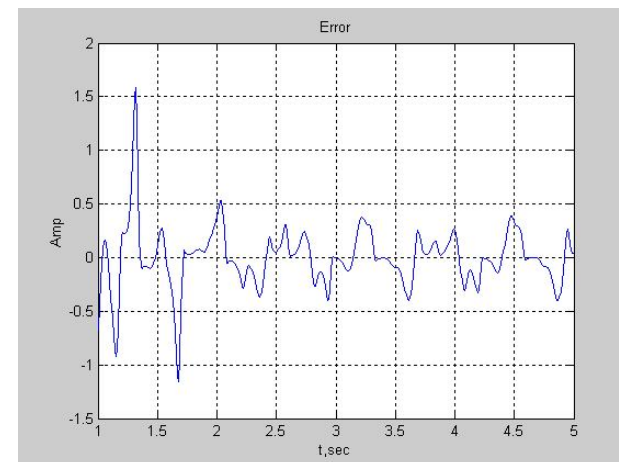


$$y(n) = \sum_{i=0}^3 w_{i+1}(n) f(n-i)$$

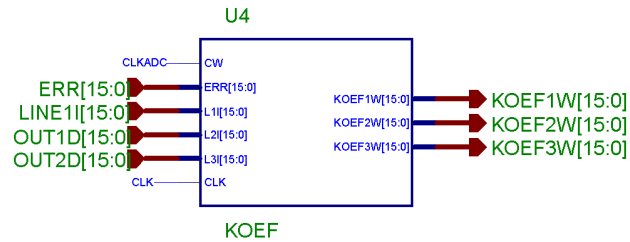
Нейронная сеть данной модели имеет следующую передаточную характеристику:

где

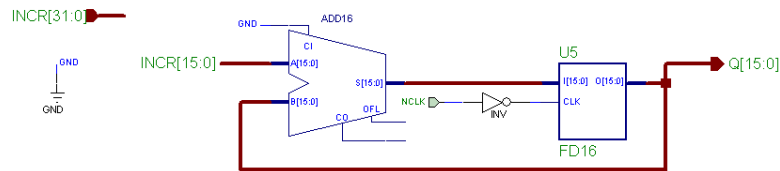
$$\mathbf{W}_n = (w_1(n) \quad w_2(n) \quad w_3(n) \quad w_4(n)) = \mathbf{W}_{n-1} + \alpha \nabla_w \mathbf{J}$$



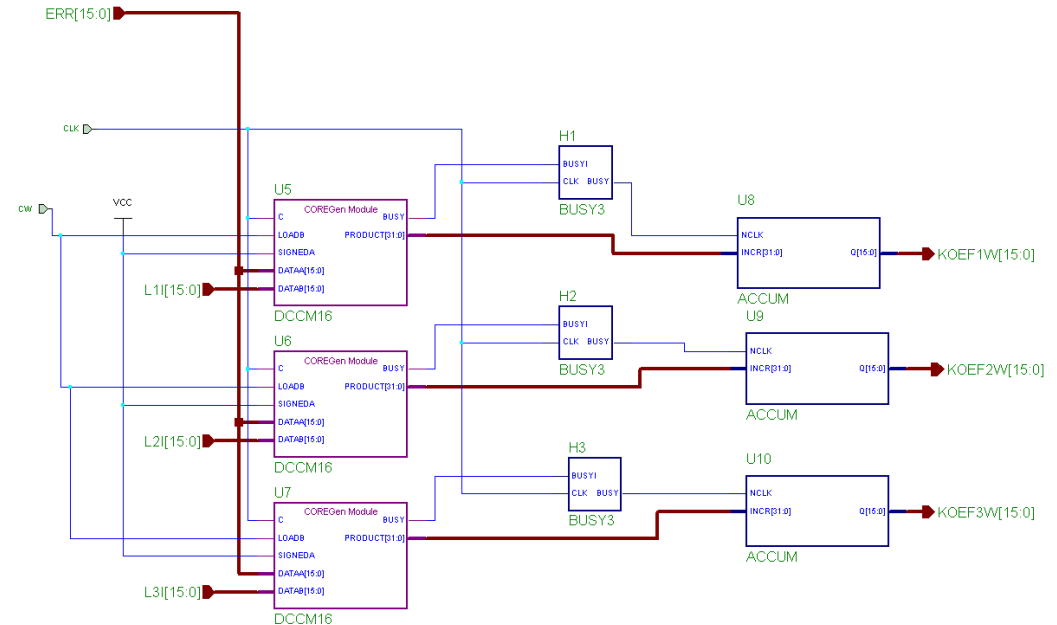
Результат компенсации



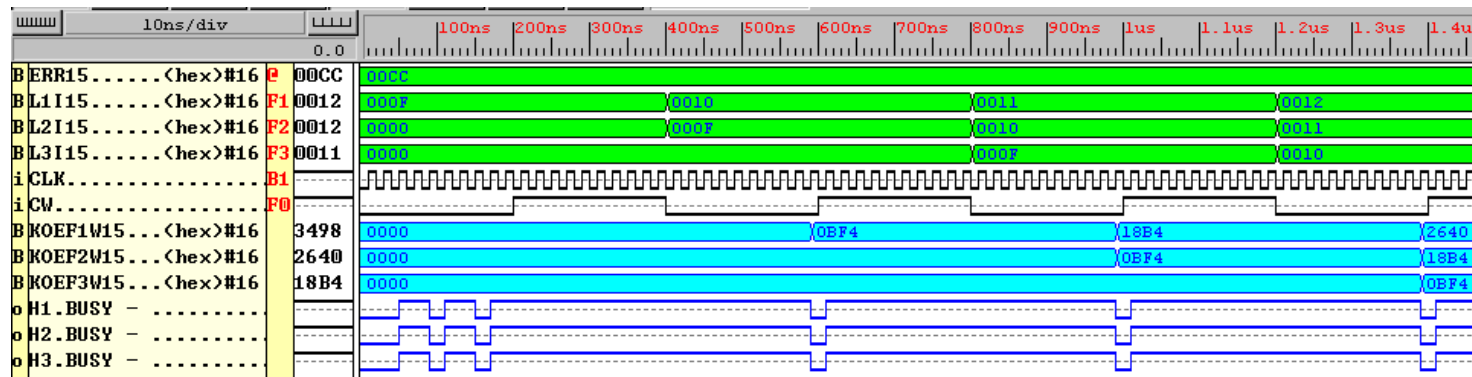
Структурная схема IP блока коррекции коэффициентов



Структурная декомпозиция блока-аккумулятора



Структурная декомпозиция IP блока коррекции коэффициентов

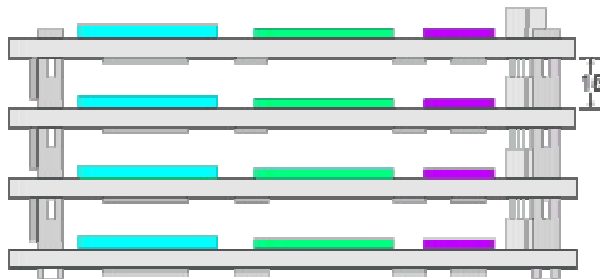


Временные диаграммы работы IP блока коррекции коэффициентов

# Реализация блока управления на базе ПЛИС

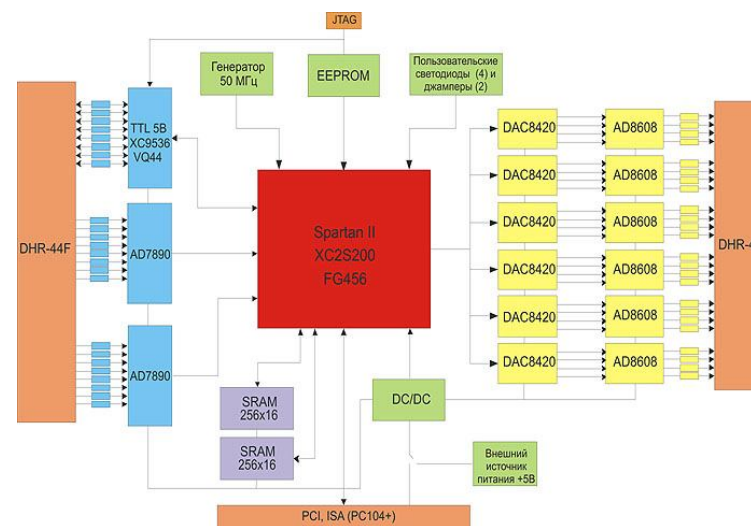


Общий вид модуля в архитектуре PC-104



Стековая схема стыковки модулей в архитектуре PC-104

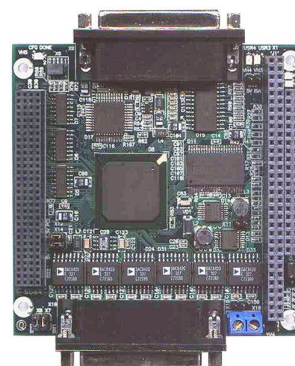
Архитектура	PC/104	PC/104 plus
Базовая процессорная платформа	Intel	Intel
Площадь платы, кв. дюйм	14	14
Макс. Разрядность, бит	16	32
Макс. Скорость передачи данных, Мбайт/сек	8	133
Поддержка многопроцессорного режима	Нет	Да



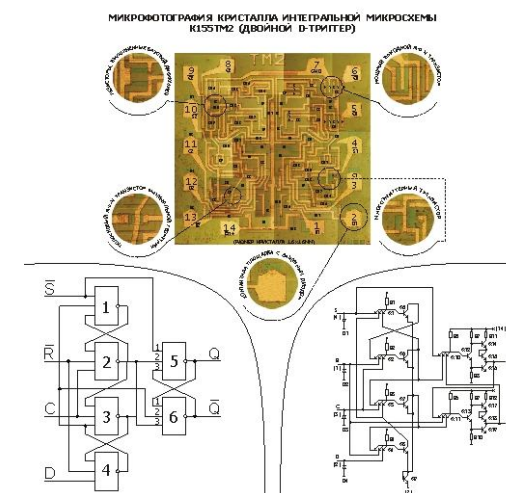
Прошивка  
ПЛИС

Структурная схема модуля

Заказная  
СБИС

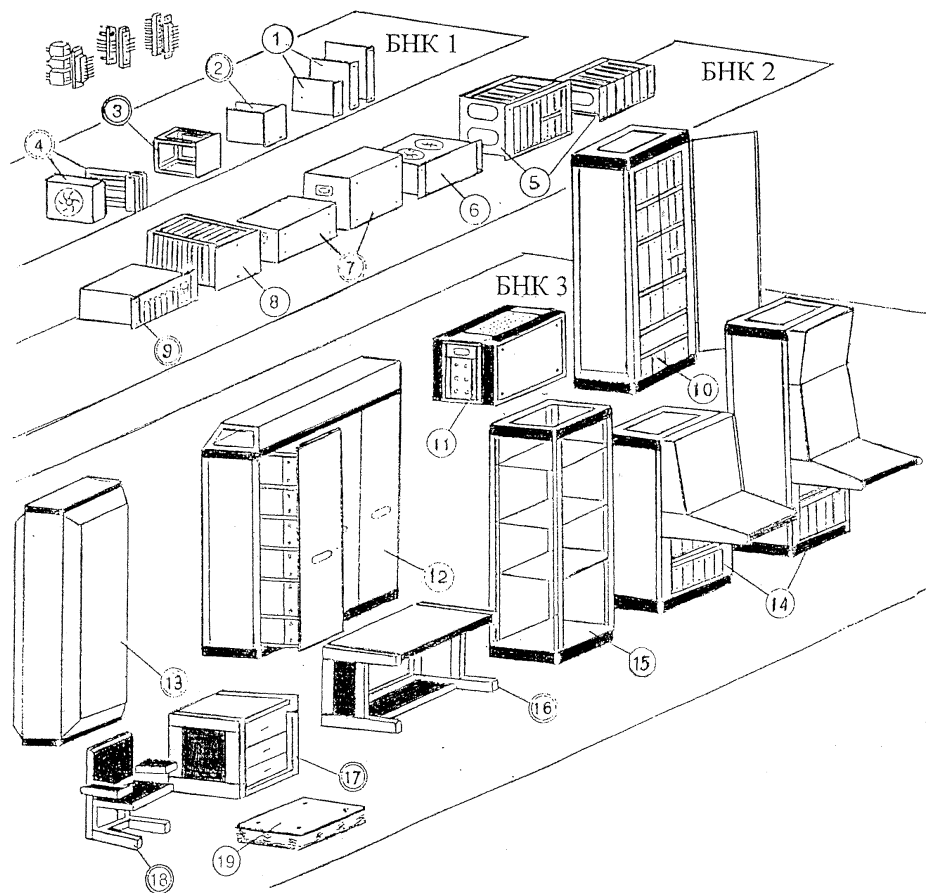


Внешний вид модуля ЦОС SAD-PC104





# Конструкторское проектирование



## БНК 1

- 1 – ячейки с одной печатной платой
- 2 – ячейка многоплатная
- 3 – частичный подвижной блок
- 4 – ячейка системы обеспечения тепловых режимов (СОТР)

## БНК 2

- 5 – блочные каркасы
- 6 – блочный каркас СОТР
- 7 – настольные и переносные приборы
- 8 – вставной блок
- 9 – блок вторичного источника питания (ВИП)

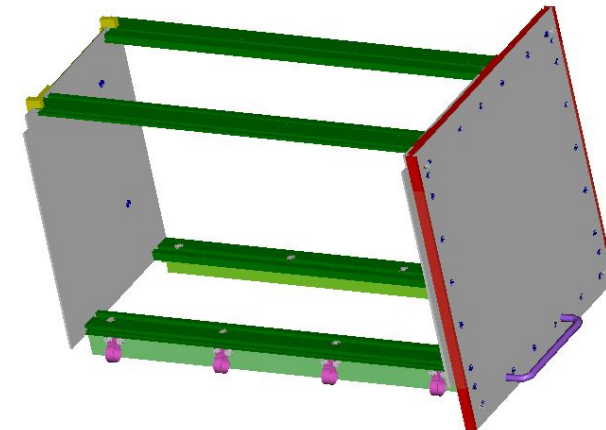
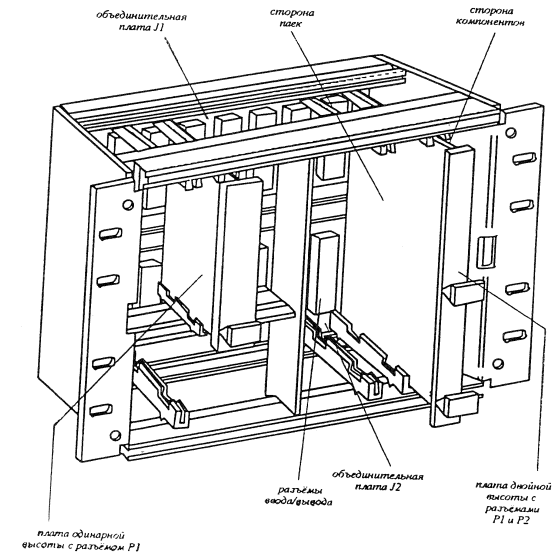
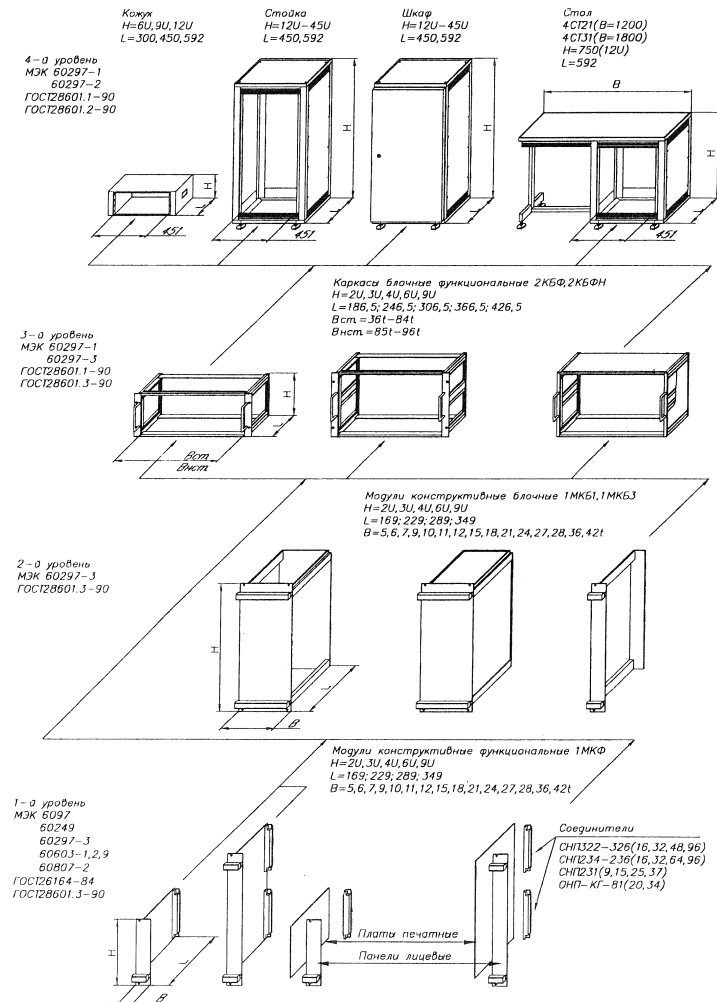
## БНК 3

- 10 – стойка (шкаф) (гр. экспл. 1.1, 1.6 – 1.9, 1.11, 2.1.1, 2.1.2, 2.2.1, 2.3.1)
- 11 – моноблок (гр. экспл. 1.1 – 1.4, 1.7 – 1.9, 1.11, 2.1.1, 2.1.2, 2.2.1, 2.3.1)
- 12 – шкаф с выдвижной стойкой (гр. экспл. 1.1, 1.6 – 1.9, 1.11)
- 13 – шкаф под люк d=594 мм (гр. экспл. 2.1.1, 2.1.2, 2.2.1, 2.3.1)

## БНК рабочих мест и пультов оператора (гр. экспл. 1.1, 1.6 – 1.9, 1.11, 2.1.1, 2.1.2, 2.2.1, 2.3.1)

- 14 – пульта управления
- 15 – стеллаж
- 16 – столы приборные
- 17 – тумба
- 18 – кресло оператора
- 19 – амортизационное основание

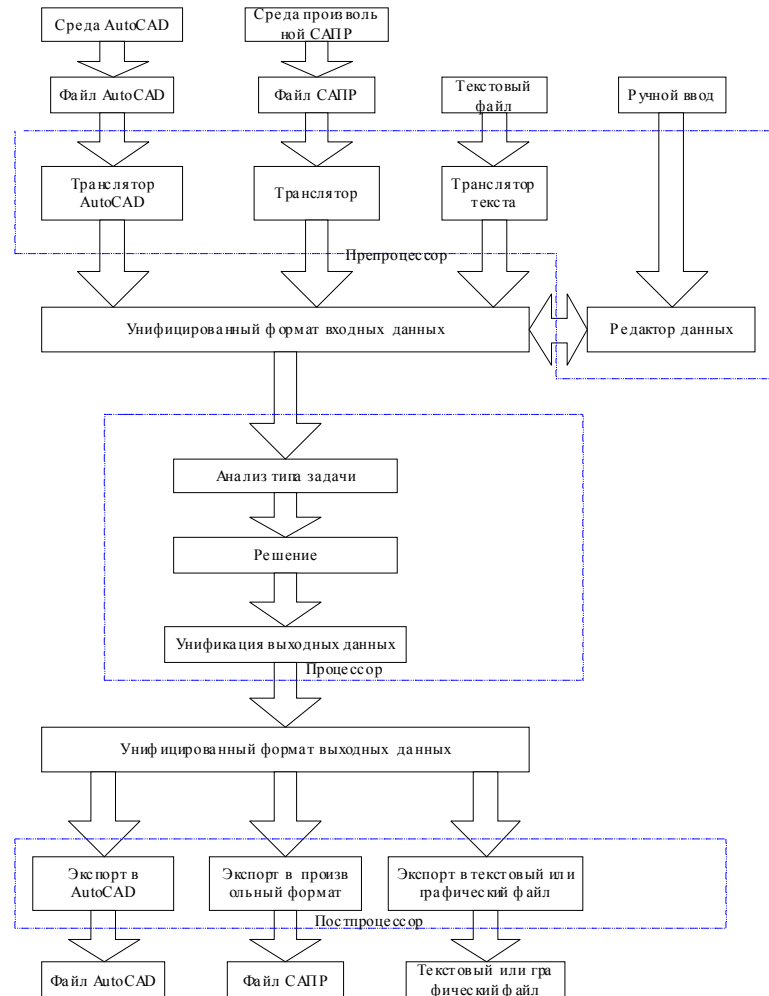
# Конструкторское проектирование



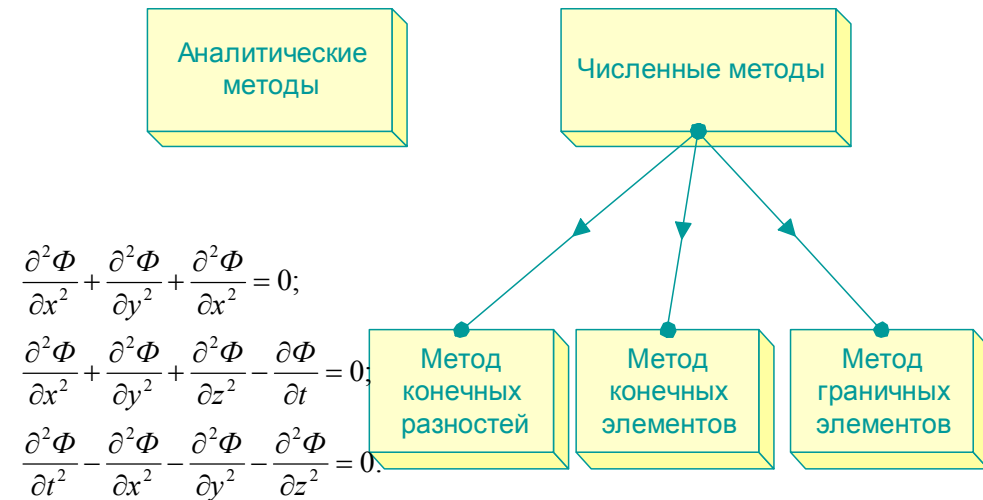
Пакеты: ProEngineer, CATIA и т.п.

# Конструкторское проектирование

Обобщенный алгоритм функционирования подсистемы моделирования



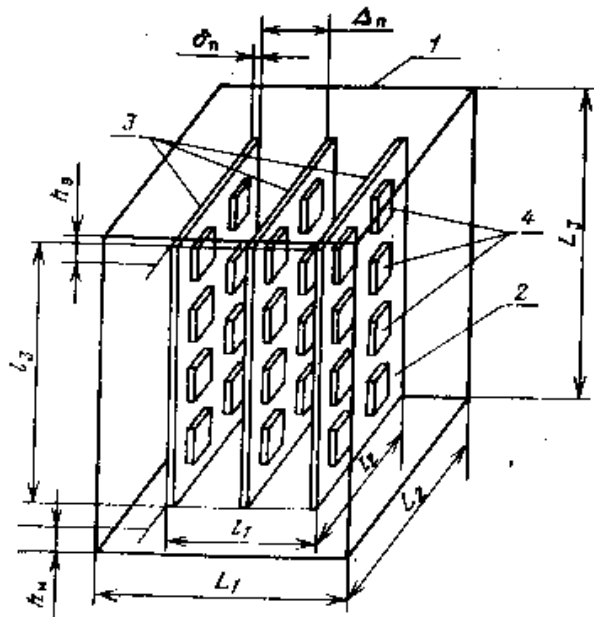
Методы математического моделирования



# Конструкторское проектирование

## Моделирование тепловых полей

Тепловая модель блока ЭА



Исходные данные:

$L_1 \times L_2 \times L_3 = 0,2 \times 0,12 \times 0,13$  м,

$l_1 \times l_2 \times l_3 = 0,16 \times 0,1 \times 0,1$  м,

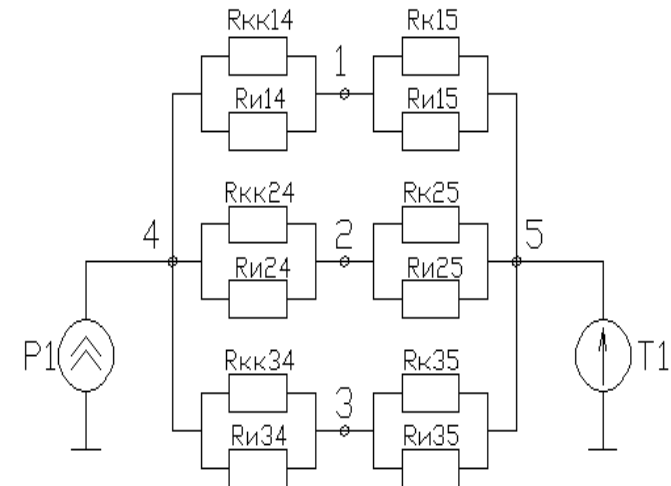
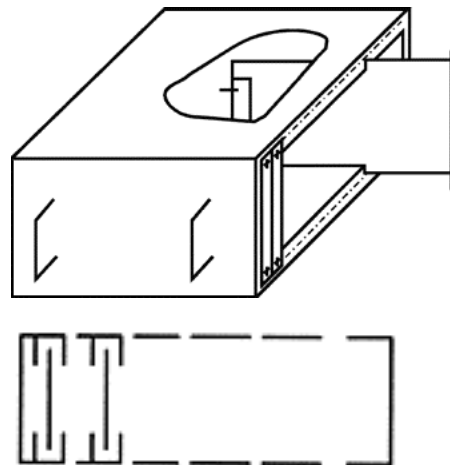
$P = 30, 40, 50$  Вт,

$T_c = 25$  °С.

Материал корпуса – Д16.

Корпус герметичен.

Тепловая макромодель блока ЭА



• Узлы:

1 – верхняя поверхность корпуса,

2 – нижняя поверхность корпуса,

3 – боковая поверхность корпуса,

4 – нагретая зона.

• Тепловые сопротивления:

$R_{kk}$  – конвективно-кондуктивное,

$R_i$  – излучения,

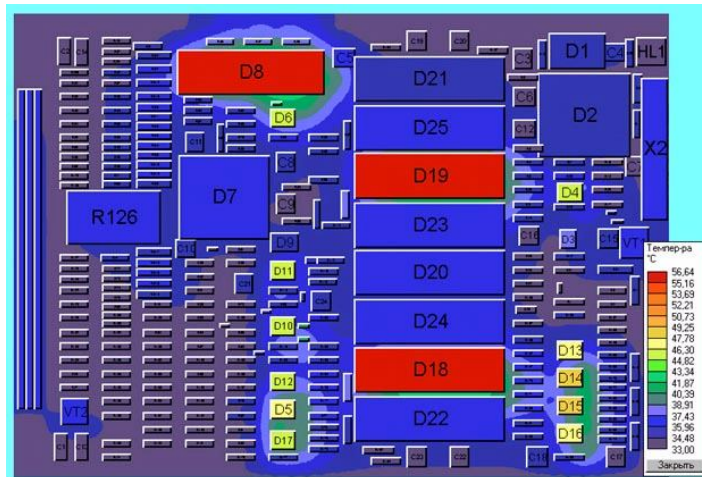
$R_k$  – конвекции.

•  $P1$  – источник мощности (рассеиваемой блоком в виде теплоты).

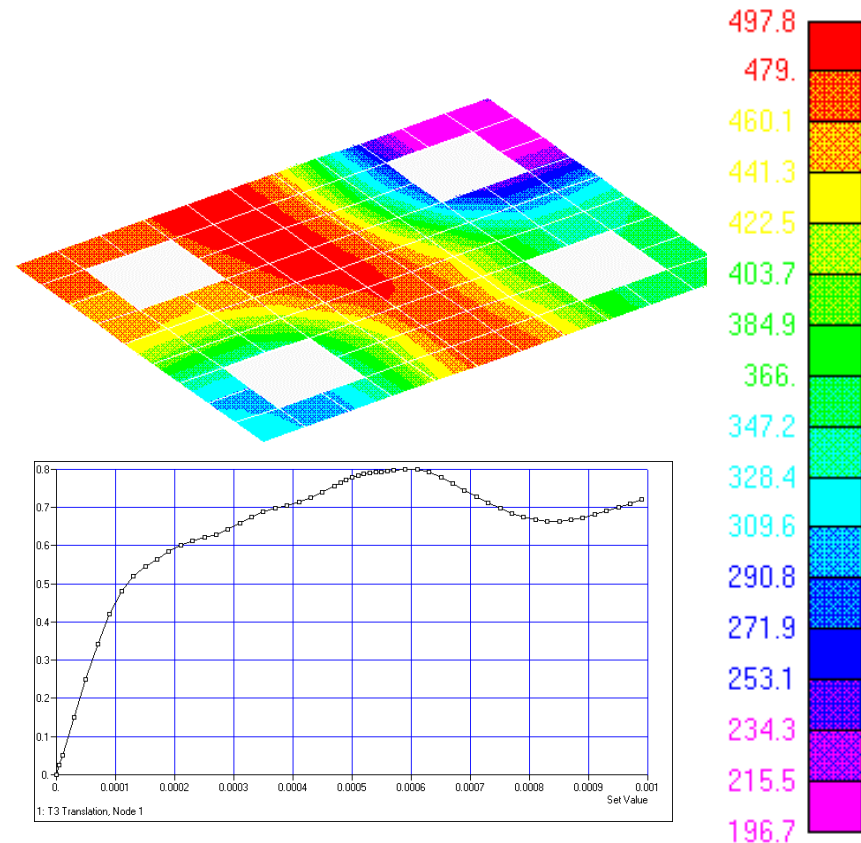
•  $T1$  – источник температуры (окружающей среды).



# Конструкторское проектирование



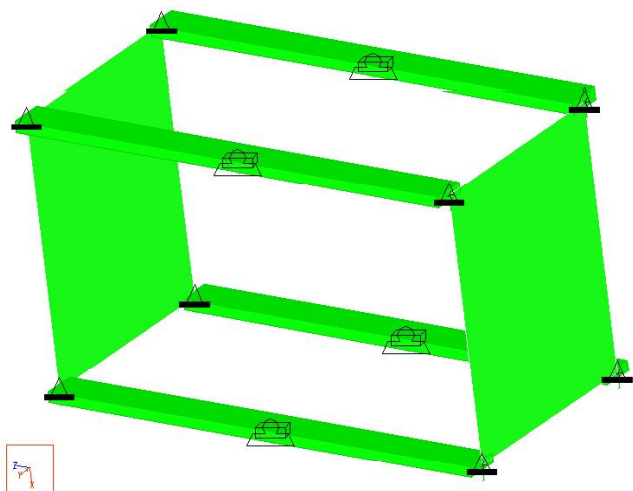
**Термограммы**  
(пакеты MatLab, Nastran, Asonika)



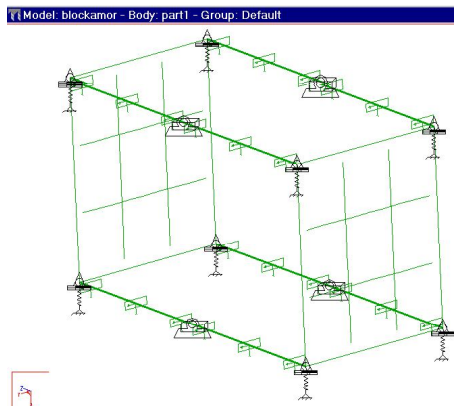
**Выводы**

# Конструкторское проектирование

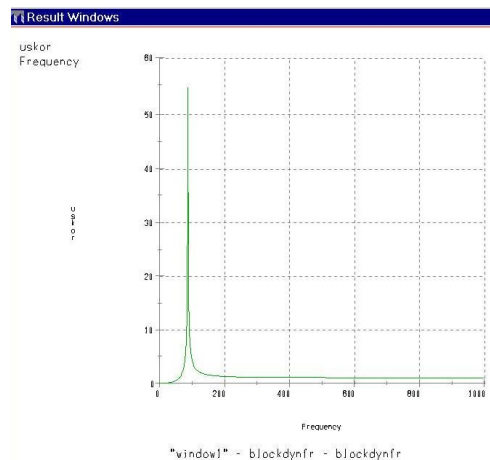
## Результаты моделирования



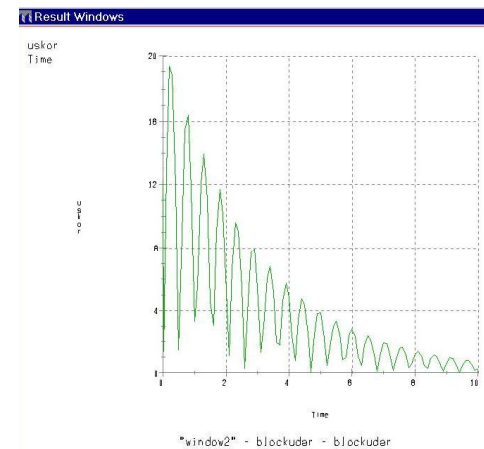
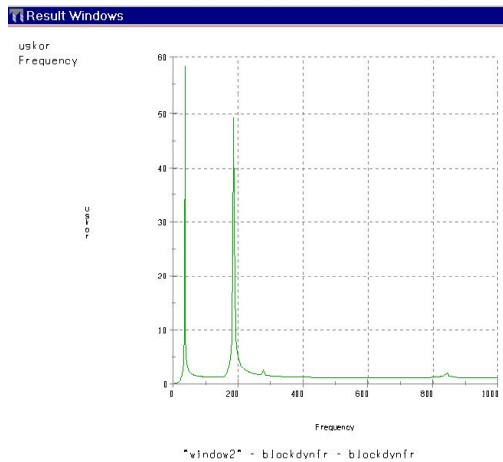
Модель исследуемого блока  
в пакете Pro/Mechanica



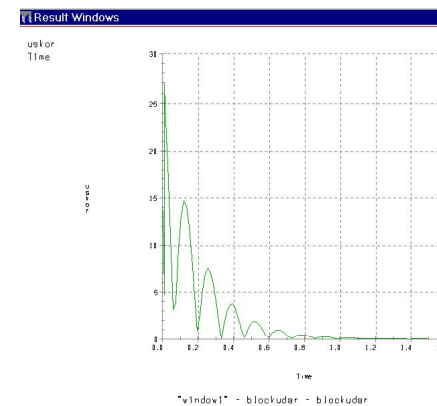
Модель амортизированного блока.



Коэффициент динамичности  
при сечении стяжек (32x8) мм

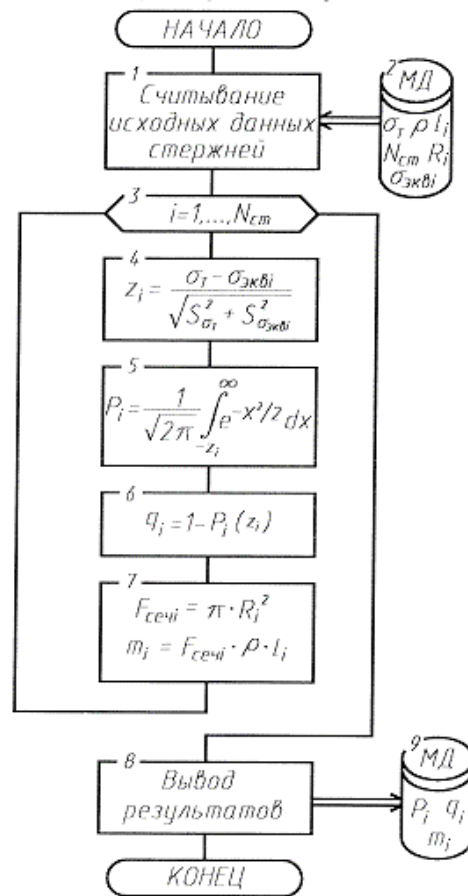


Реакция на ударный импульс  
при сечении стяжек (32x8) мм

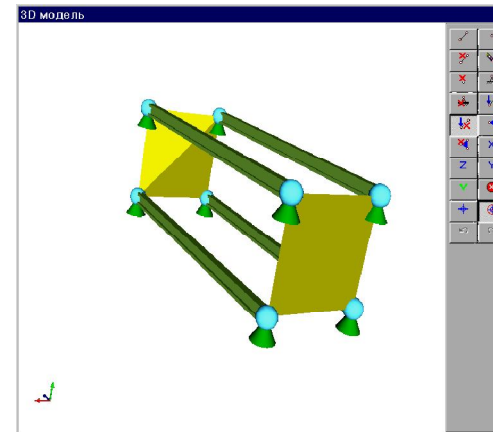


# Конструкторское проектирование

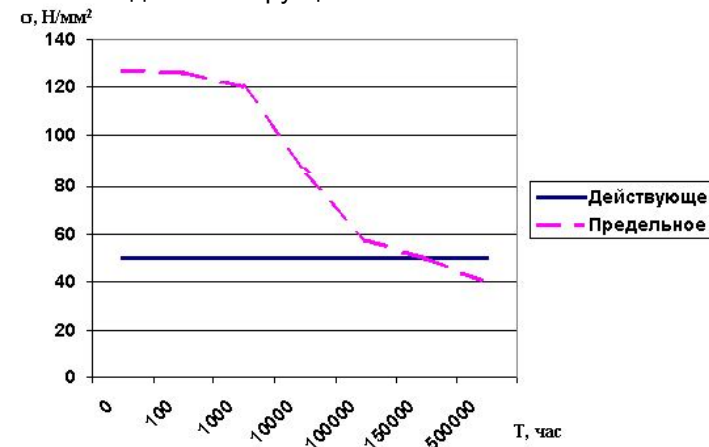
## Моделирование надежности



Алгоритм вероятностного расчета безотказной работы и отказа



3D Модель конструкции НК.



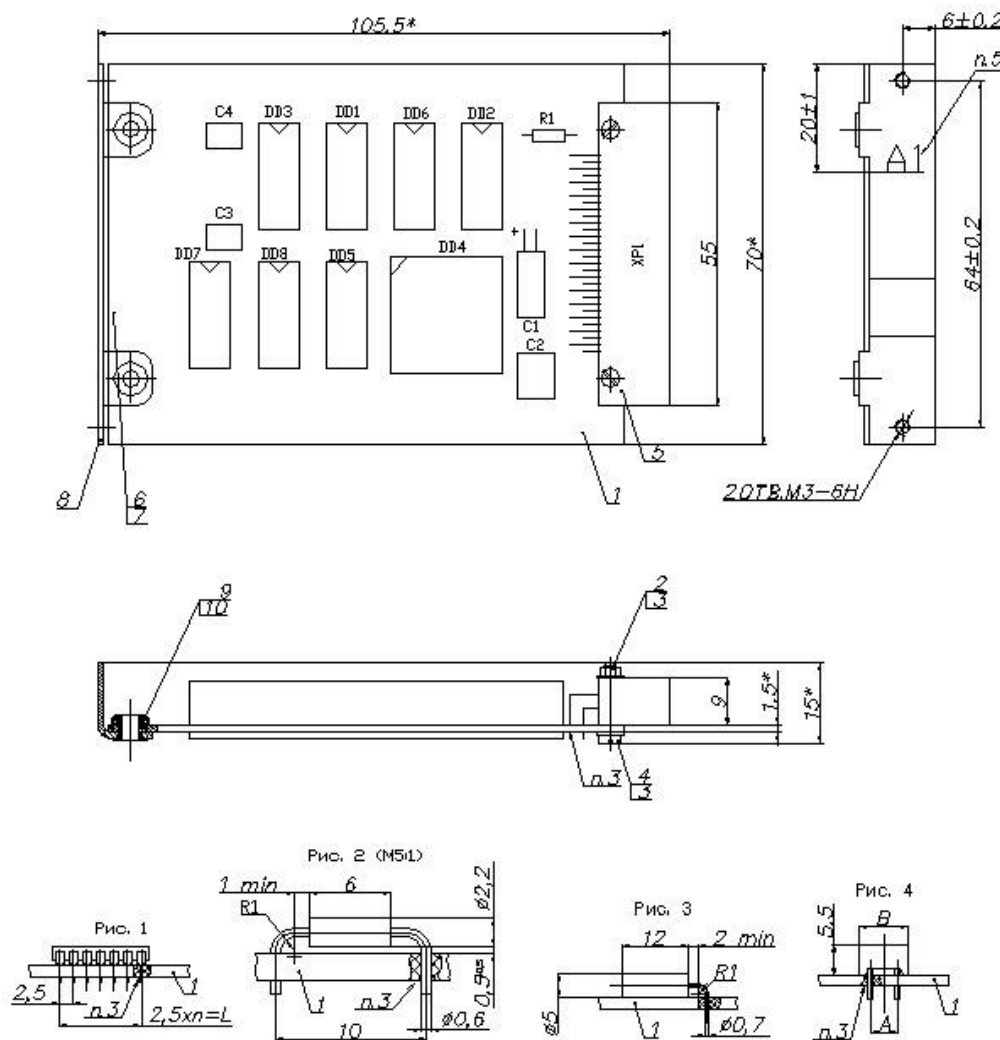
Результаты расчета

### Выводы:

По графику видно, что линии действующего и предельного отклонений пересекаются в районе 150000 часов.

Таким образом, при доверительной вероятности 0,99 параметрический отказ произойдет после 150000 часов непрерывной работы.

# Итог: Конструкторская документация на проектирование



\* Размеры для справок

1. Установку ИЭТ производить со стороны первого слоя по ОСТ45.010-030-92.
2. Элементы устанавливать - DD1, DD8, NR1 по варианту 330.16.0000.02.00 (рис1) - R1 по варианту 140.01.0000.10.02 (рис2), - C1 по варианту 010.18.0000.10.02 (рис3) на мастику ЛН ТУ МКП3052-55, - C2, C4 по варианту 180.05.0000.00.02 (рис4)
3. Паять припоем ПОС 61 ГОСТ 21931-91.
4. Требования к электромонтажу по ГОСТ 23584 - 91.
5. Надпись делать краской МКЭБ шрифт 5 по ОСТ4.ГО .054-205.
6. Элементы со схемным обозначением выносок позиций не имеют
7. После установки ИЭТ плату покрыть лаком УР-231 ТУ 6.24.14-90, бесцветный



# Конструкторское проектирование

## Эргодизайнерское проектирование ЭС



(1) ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА

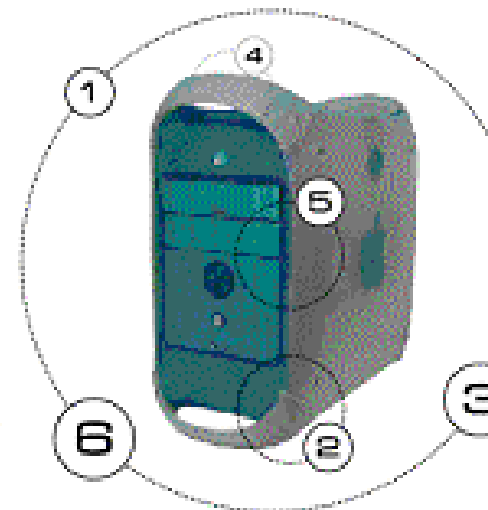
(2) ПРОЧНОСТЬ

(3) ВЕСОМОСТЬ

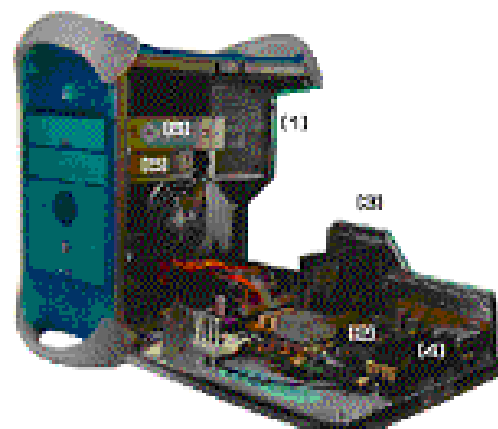
(4) ДИНАМИЧНОСТЬ

(5) ЦВЕТОВОЙ КОЛОРИТ

(6) ЦЕЛОСТНОСТЬ



ФОРМА ИЗДЕЛИЯ НЕ БЕЗЖИЗНЕННАЯ ОБОЛОЧКА



(1) УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

(2) МАТЕРИНСКАЯ ПЛАТА

(3) ПОРТЫ

(4) СЛОТЫ

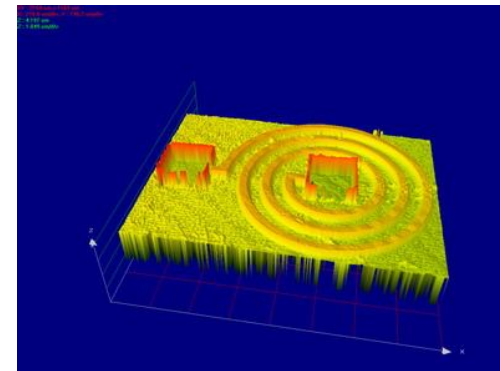
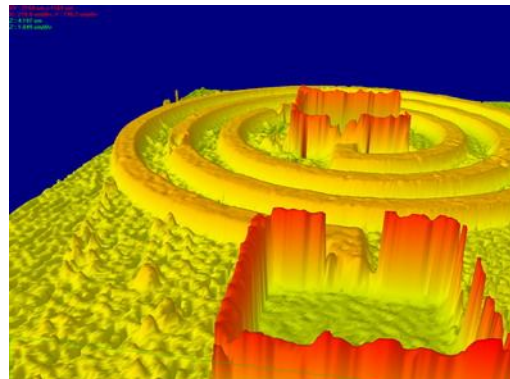
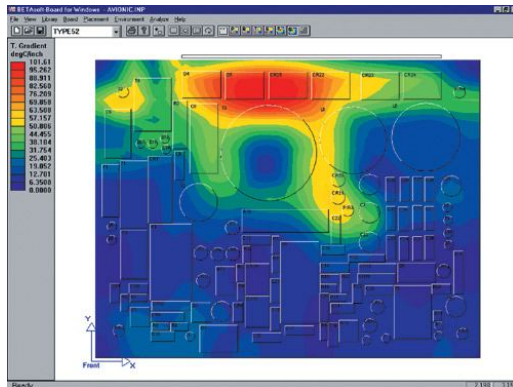
(5) ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

(6) CD-ROM

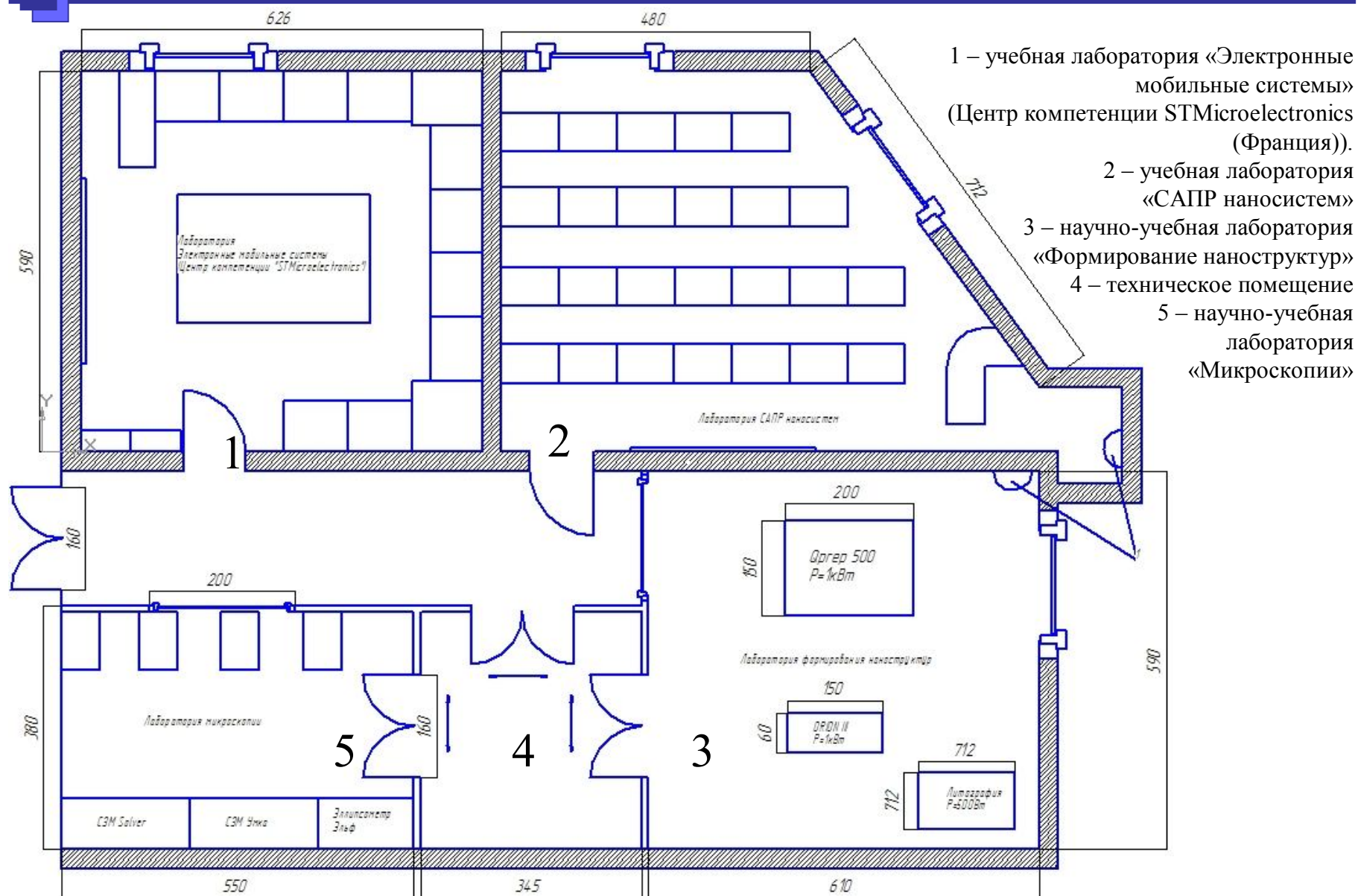
## НОЦ «Нанотехнологические системы и наноэлектроника»

**Цель проекта** - создание инфраструктуры НОЦ подготовки и переподготовки кадров по направлению Нанотехнологии с профилем подготовки Наноинженерия.

**Задачи:** Формирование и развитие учебно-методической и материально-технической базы учебно-исследовательских нанотехнологических лабораторий НОЦ (элементов межвузовского нанотехнологического кластера ННС), обеспечивающих реализацию проектных методов обучения с возможностью формирования наноструктур и исследования наносистем и наноматериалов, проведения испытаний и сертификации наносистем, решения задач по моделированию и автоматизированному проектированию наносистем, в том числе с удаленным доступом пользователей к уникальному нанотехнологическому оборудованию по сети Интернет.



# Размещение специализированных лабораторий НОЦ



# ИКТ Инфраструктура





# 1 - Лаборатория «Электронные мобильные системы»



Создана согласно соглашению между МГТУ им.Н.Э.Баумана и STMicroelectronics для реализации международной образовательной программы по современным микроконтроллерным системам (на базе ядра CORTEX-M3). МГТУ им.Н.Э.Баумана имеет статус ведущего университета по программе STMicroelectronics в России и СНГ. В лаборатории реализуются образовательные программы подготовки специалистов по направлению 551100 «Проектирование и технология производства ЭС» и программы подготовки и переподготовки кадров (в том числе педагогических) по программе STMicroelectronics в России и СНГ. В рамках лаборатории работает студенческое конструкторское бюро.

**Цель** - повышение эффективности продвижения имеющихся у кооперации научно-технических достижений, организации обучения и технической поддержки пользователей и активизации инновационной деятельности по созданию, производству и коммерциализации разработок в области перспективных микроконтроллерных систем (Cortex-M3), наноэлектроники и иных совместных разработок в области нанотехнологий, микроэлектроники и телекоммуникаций.

## **Решаемые задачи:**

- обеспечивает разработку и внедрение учебных курсов и методических материалов по продукции STMicroelectronic (Cortex-M3 и др.) в учебный процесс МГТУ им.Н.Э.Баумана, предоставляет результаты совместных работ по согласованной тематике для дальнейшей коммерциализации;
- готовит команды студентов для участия в робототехнических соревнованиях мобильных роботов Eurobot и др. (мобильные роботы на базе Cortex-M3 и др.);
- направляет студентов, аспирантов и сотрудников для прохождения стажировок и практик в рамках кооперации, обеспечивает выполнения студенческих НИОКР по тематике кооперации; обеспечивает выполнение функций головного координатора университетской программы STMicroelectronic в рамках Соглашения между STMicroelectronic NV и МГТУ им.Н.Э.Баумана от 18 декабря 2006 года.

# 1 – Студенческое КБ «Электронные мобильные системы»

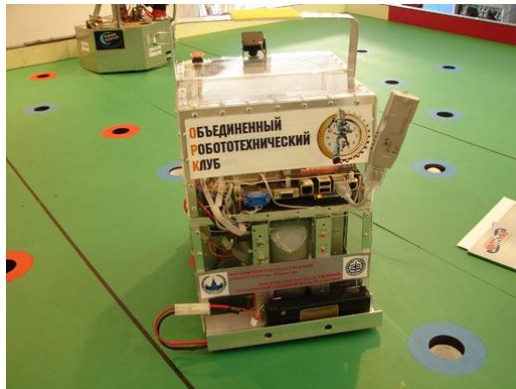
Разработка на базе Cortex-M3 роботов для международных соревнований:  
Eurobot Junior, Eurobot.

Задел:

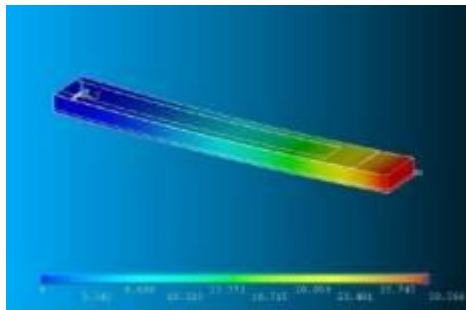
2006 – робот-гольфист (соревнования в Италии)

2007 – роботы-уборщики (соревнования в России, Франции)

В течение 2 лет на соревнования были представлены 4 робота, 2 из которых были полностью автономными.



## 2 - Лаборатория «САПР наносистем»



Сеточная модель кантеливера СЗМ

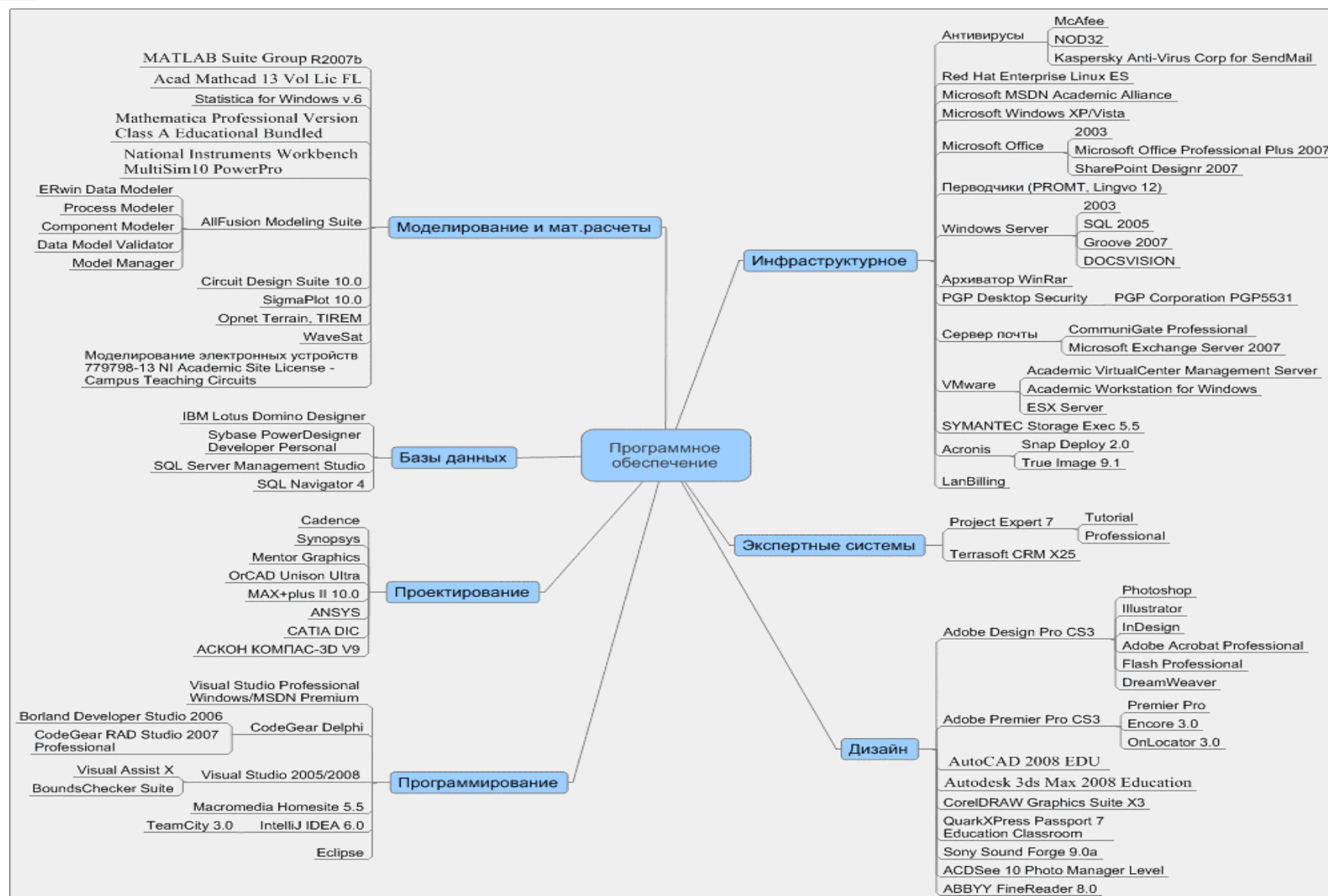
Лаборатория «САПР наносистем» реализует образовательные программы подготовки специалистов по направлению 551100 «Проектирование и технология производства ЭС» (направление: «Наноинженерия и нанoeлектроника») и включает в себя весь спектр необходимого программного обеспечения для моделирования наносистем.

Задачи моделирования и автоматизированного проектирования наносистем выходят в последнее время на первое место, они позволяют на много снизить сроки разработки новых образцов и снизить финансовые издержки на опытно-экспериментальные работы.

Задачи моделирования элементов МЭМС и НЭМС, тонкопленочных и наноразмерных структур решаются с использованием таких современных САПР как ANSYS, COMSOL (метод конечных элементов); APSYS (метод конечных элементов для полупроводниковых наноструктур); IntelliSuite (полный цикл разработки МЭМС), CODE V (оптическое моделирование), MatLab (математическое моделирование), CADENCE (проектирование приборов и систем), Mentor Graphics (проектирование электронных приборов и устройств), SYNOPSIS (схемотехническое проектирование), TCAD - SYNOPSIS (приборно-технологического моделирования полупроводниковых структур), PTC Software and Services (САПР электронно-механических систем), Solidworks (САПР конструкционных систем), PROLITH (комплекс моделирования литографии компании Компания KLA-Tencor).

Учебные программы по специализации нанoeлектроника в рамках данной лаборатории реализуются при поддержке НИИ Системных исследований (РНЦ Курчатовский центр») и РНИИ КП.

# Модуль «САПР наносистем»





### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

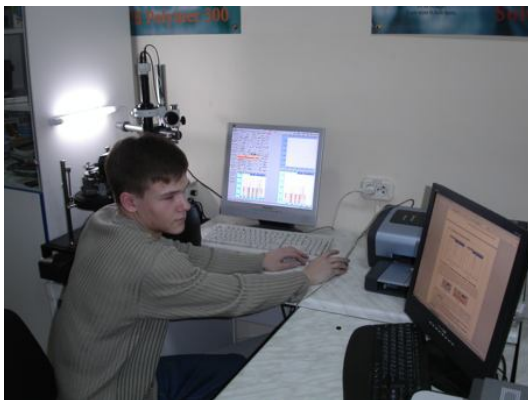
Для решения образовательных задач:

- проведение практикумов и мастер классов по блоку дисциплин «САПР наносистем»:
  - «Автоматизированное проектирование наносистем»;
  - «Моделирование физико-механических компонентов наносистем»;
  - «Моделирование МЭМС и НЭМС»;
  - «Моделирование объектов среда-структура в САПР наносистем»;
- выполнения курсовых работ по специал. «САПР наносистем»;
- проведения научно-исследовательских работ;
- подготовки бакалаврских и магистерских диссертаций с использованием современного программного обеспечения;
- повышения квалификации и переподготовки профессорско-преподавательского состава.

Для решения экспериментальных задач:

- проведение фундаментальных исследований по проблемам моделирования наносистем и разработки САПР наносистем;
- выполнения научно-исследовательских и опытно - конструкторских работ по разработке наносистем с использованием современных промышленных САПР;
- выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке аппаратно-программных средств автоматизации проектирования, направленных на повышение эффективности использования средств САПР при создании наносистем;
- консалтинг представителей промышленности по внедрению САПР и ИКТ в наноинженерии.
- разработка нормативно-технической документации.

### 3 - Лаборатория «Микроскопии»

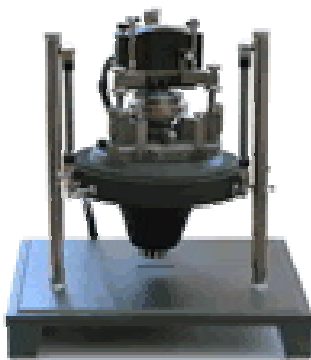


Лаборатория «Микроскопии» специализируется на проведении исследований микро и наноструктур. Среди разработок лабораторий: электрохромные покрытия оптических систем, дефектоскопия CD/DVD дисков, фильтры Фабри Перо высокой разрешающей способности, Разработка нейросетевых методов распознавания изображений при дефектоскопии проводящих микро- и наноструктур, разработка активных виброзащитных систем от низкочастотной вибрации нанотехнологических измерительных комплексов и т.п.



Лаборатория Микроскопии укомплектована современным измерительным оборудованием с высоким разрешением:

- Сканирующими зондовыми микроскопами (СЗМ)
- Оптическими микроскопами Intel
- Научно-исследовательским сканирующим зондовым микроскопом Solver P47 - Pro
- Сканирующим туннельным микроскопом производства концерна Наноиндустрия
- Спектроэллипсометром «Эльф» концерна Наноиндустрия.
- Электронный растровый микроскоп.



Учебные программы по специализации нанoeлектроника в рамках данной лаборатории реализуются при поддержке НИИ Системных исследований (РНЦ Курчатовский центр») и ФТИАН РАН.

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

#### Для решения образовательных задач:

- Обеспечивает проведение лабораторных практикумов и практических занятий по дисциплинам ГОС подготовки бакалавров/магистров по Нанотехнологии с профилем подготовки nanoинженерия:
  - сканирующая зондовая микроскопия
  - сканирующая туннельная микроскопия
  - оптическая микроскопия, профилометрия эллипсометрия и т.п.
- Обеспечение функций контроля качества образцов и тест-структур при выполнении курсовых проектов и курсовых работ.
- Освоение базовых методик микроскопии согласно перечню ГОС.

#### Для решения экспериментальных задач:

Обеспечение реализации следующих базовых методик микроскопии:

1. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ)
2. Контактная сканирующая атомно-силовая микроскопия (КАСМ)
3. Прерывисто-контактная сканирующая силовая микроскопия
4. Бесконтактная атомно-силовая микроскопия (Non Contact AFM)
5. Многопроходные методики (Many-pass techniques)
6. Ближнепольная оптическая микроскопия (БОМ)
7. Оптическая микроскопия
  - 7.1. Спектроскопия
  - 7.2. Эллипсометрия
  - 7.3. Оптическая профилометрия
  - 7.4. Раман-спектроскопия
  - 7.5. Рентген
8. Электронная микроскопия

## 4 - Лаборатория «Формирование наноструктур»



Научно-учебная лаборатория **«Формирование наноструктур»** предназначена для обеспечения тестовыми образцами проектных работ студентов, магистров и аспирантов по направлениям наноинженерия и наноэлектроника, а также тест-образцов для проведения лабораторных работ по микроскопии и оптонаноэлектронике в лабораториях кафедры ИУ4.

Включает в свой состав несколько малогабаритных экономичных настольных напылительных установок Scancoat Six, которые предназначены для проведения лабораторных работ и начального обучения студентов по использованию вакуумного нанотехнологического оборудования.

Обеспечивает весь цикл подготовки образцов для традиционного сканирующего электронного микроскопа (SEM). Система проста в обращении и может использоваться для нанесения высококачественных токопроводящих покрытий на разнообразные образцы.

Учебные программы по специализации наноэлектроника в рамках данной лаборатории реализуются при поддержке НИИ Системных исследований (РНЦ Курчатовский центр»).

В рамках лаборатории работает студенческое конструкторское бюро «Наносистемная техника и наноэлектроника».



## Подготовительные операции



Для проведения полного цикла получения образцов необходимо реализовать следующие подготовительные операции:

- Очистка поверхностей
- Нанесение резиста
- Отмывка между технологическими операциями

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

**Для решения образовательных задач:**

- проведение жидкостных процессов в рамках курсов по методам микроскопии, методам формирования структур
- подготовка образцов для работы
- выполнение вспомогательных работ
- применяется в следующих УМК:  
УМК «Технологические процессы наноинженерии»  
УМК «Методы литографии в наноинженерии»  
УМК «Эллионные процессы и нанотехнологии»

**Для решения экспериментальных задач:**

- проведение жидкостных технологических процессов в рамках НИР по темам:
  - Методы микроскопии
  -
- подготовка подложек и образцов перед работой
- проведение вспомогательных процессов

## Литография



Установка совмещения и экспонирования применяется для формирования рисунка в фоторезисте

<b>Print Resolution</b> (with vacuum contact-)	<1.0 microns*
Topside Alignment overlay*	<=1.0 microns
Backside IR Alignment Overlay*	>2 microns
* Operator/ process dependant	

### UV Lamphouse/ UV Exposure Optics

<input type="checkbox"/> UV Lamphouse	200/350W, 350/500W or 500/1KW
<input type="checkbox"/> Exposure Optics	UV (350-450 nm) standard
<input type="checkbox"/> UV Uniformity	+/- 4%, 6" diameter field

### System Requirements

<input type="checkbox"/> Voltage	110VAC./60 Hz or 240VAC 50Hz
<input type="checkbox"/> Compressed Air	5.4 bar (80 PSI)
<input type="checkbox"/> Vacuum	-0.7 bar (21" Hg)
<input type="checkbox"/> Nitrogen (or CDA)	3 bar (40 PSI)

### System / Module Data

<input type="checkbox"/> W x D x H	(48" x 36"x 56")
<input type="checkbox"/> Weight	217Kg ( 480 Lb)

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

**Для решения образовательных задач:**

- простая и удобная в использовании система
- быстрое получение экспонированного изображения
- лёгкость управления и обслуживания
- применяется в следующих УМК:  
УМК «Технологические процессы наноинженерии»  
УМК «Технологии синтеза углеродных нанотрубок»  
УМК «Методы литографии в наноинженерии»

**Для решения экспериментальных задач:**

- высокое разрешение
- высокая точность совмещения
- ртутная лампа высокой мощности
- ИК выравнивание задней поверхности для большей точности совмещения
- Параметры:  
разрешение < 1 мкм  
совмещение < 2 мкм  
контактная литография  
6" пластины + кусочные образцы  
шаблоны от 2,5x2,5" до 7x7"  
точность стола Z < 50 нм



### MantisDeposition Qprep 500



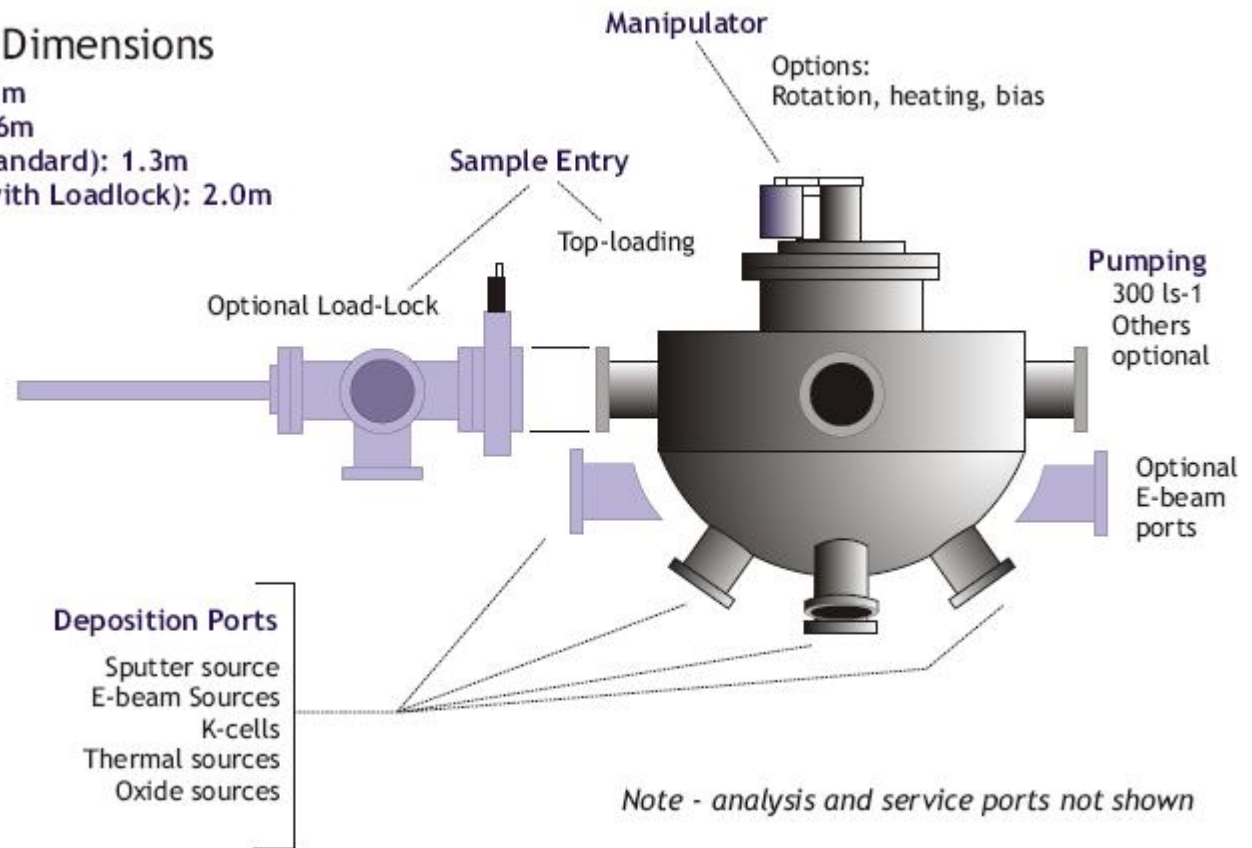
#### Overall Dimensions

Width: 1.5m  
Height: 1.6m  
Length (standard): 1.3m  
Length: (with Loadlock): 2.0m

Система магнетронного осаждения, применяется для получения тонких плёнок металлов, оксидов и диэлектриков

Используемые газы:

- аргон и кислород для всех установок,
- CF<sub>4</sub>(RIE), SF<sub>6</sub>(RIE), TEOS(PECVD), N<sub>2</sub>(PECVD), N<sub>2</sub>O(PECVD).



<http://www.mantisdeposition.com/>

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

**Для решения образовательных задач:**

- Применяется в следующих УМК:  
УМК «Технологические процессы наноинженерии»  
УМК «Исследования нанокластеров на молекулярном уровне»  
УМК «Эллионные процессы и нанотехнологии»

**Параметры:**

- Большое количество держателей, включая вращение, нагревание, охлаждение, смещение удобны для образовательного процесса
- Широкий диапазон турбо и крио насосов обеспечивает широкую номенклатуру образцов

**Для решения экспериментальных задач:**

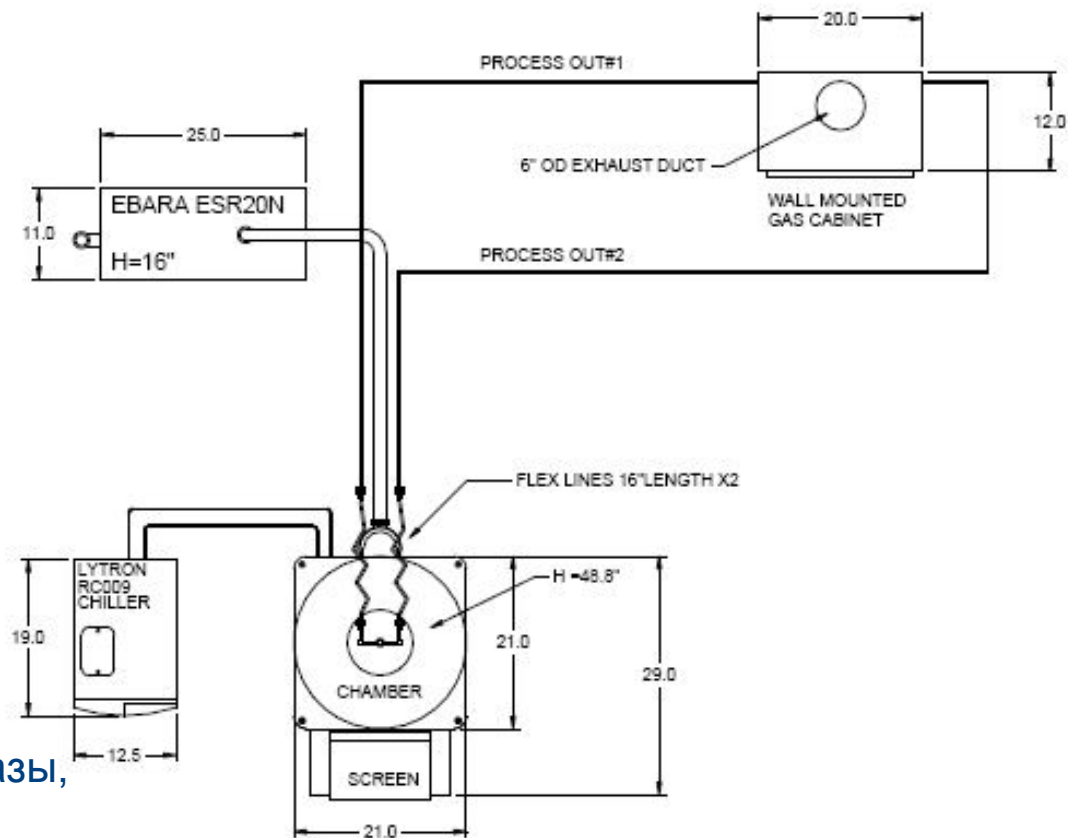
- Полупроводниковые плёнки
- Оксиды и другие диэлектрики
- Нанокластерные плёнки
- Многомолекулярные слои
- Металлизация
- Ультра тонкие плёнки

**Источники осаждения включают ВЧ и ПТ осаждение, электронно-лучевое осаждение, K-cell, нанесение нанокластерных структур**



Система осаждения из газовой фазы, стимулированной плазмой, применяется для осаждения слоёв кремния, его оксидов и нитридов, тантала, вольфрама и углеродо содержащих соединений

### TrionTech Orion III



<http://www.triontech.com/orion.htm>

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

**Для решения образовательных задач:**

**Применяется для синетза элементов МЭМС**

**Применяется в следующих УМК:**

**УМК «Технологические процессы наноинженерии»**

**УМК «Технологии синтеза углеродных нанотрубок»**

**УМК «Эллионные процессы и нанотехнологии»**

**Для решения экспериментальных задач:**

**ТП по для осаждения слоёв кремния, его оксидов и нитридов, тантала, вольфрама и углеродосодержащих соединений, напыляемые плёнки включают в себя оксиды, нитриды, оксинитриды, аморфный кремний**

**Параметры:**

- **300 мм реактор**
- **Нижний электрод - система поставляется с 300Вт, 300 кГц электродом**
- **Автоматический контроль за давлением**



### TrionTech Sirius T2



Система реактивно-ионного травления кремния и его соединений, а также некоторых металлов. Позволяет проводить выборочное травление покрытий, получая структуры заданных размеров.

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

**Для решения образовательных задач:**

**Применяется для синетза элементов МЭМС**

**Применяется в следующих УМК:**

**УМК «Технологические процессы наноинженерии»**

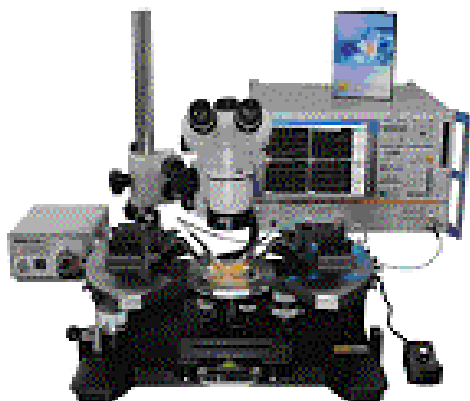
**УМК «Технологии синтеза углеродных нанотрубок»**

**УМК «Эллионные процессы и нанотехнологии»**

**Для решения экспериментальных задач:**

- **применяется в НИР для травления таких веществ, как кремний, оксид кремния, диоксид кремния, нитрид кремния, кварц, тантал, вольфрам, титан**
- **высокая селективность травления я более точного рельефа**

## Функциональное тестирование



**Зондовая станция SUSS EP6** - решение для конкретных задач пользователя для измерений на пластинах до 150 мм (6 дюймов).

Пользователю теперь не нужно ломать голову, выбирая из нескольких видов зондовых головок, манипуляторов, рук, типов крепления манипуляторов, игл и т.п. Готовое решение позволяет достать установку из коробки, подсоединить провода и начать работать сразу же, буквально в течение одного часа. Новые возможности системы:

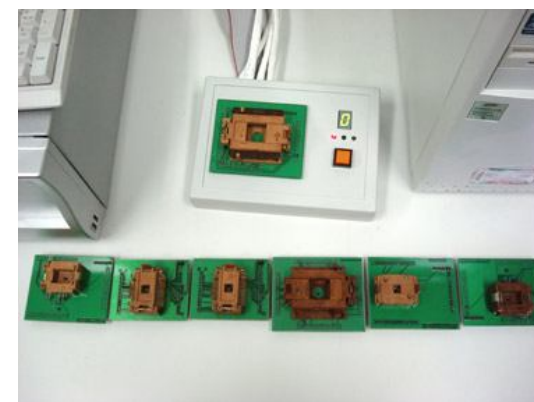
- Для использования на пластинах до 150 мм (6 дюймов)
- Высокая механическая аккуратность и точность, высокая эргономика



Тестер **Formula HF** предназначен для проведения динамического функционального контроля СБИС, контроля и измерения статических параметров



Тестер **Formula TT** - тестер полупр. приборов, предназначен для контроля статических параметров транзисторов, диодов, стабилитронов, тиристоров и оптопар на пластине и в корпусе и т.п.



Тестер **Formula 2K** - универсальный тестер для контроля аналоговых и цифровых компонентов наносистем, БИС и ИМС, ОЗУ, и межоперационного контроля

## Модуль «Испытаний, сертификации и метрологических исследований»



### Виброиспытания

Компактный вибростенд с низким уровнем шума (Номинальное усилие: гармонические колебания - 300 Н, - случайные колебания 210 Н (среднеквадратичное), ударные колебания - 300 Н пиковое, максимальное ускорение - 500 м/с<sup>2</sup>, максимальная скорость - 1,6 м/с, максимальное смещение - 26 мм (от пика к пику), масса арматуры - 0,6 кг, диапазон частот - 5~3 000 Гц). (Компания IMV Япония).

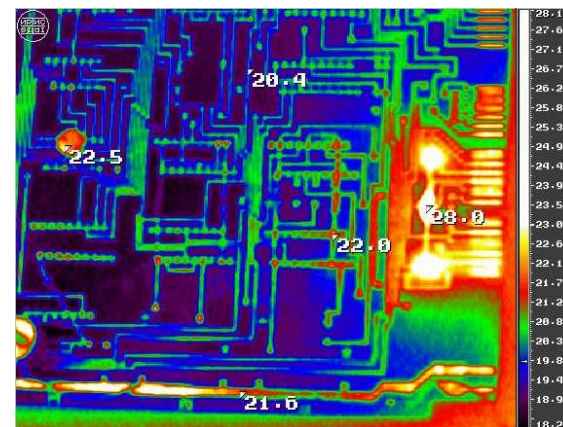
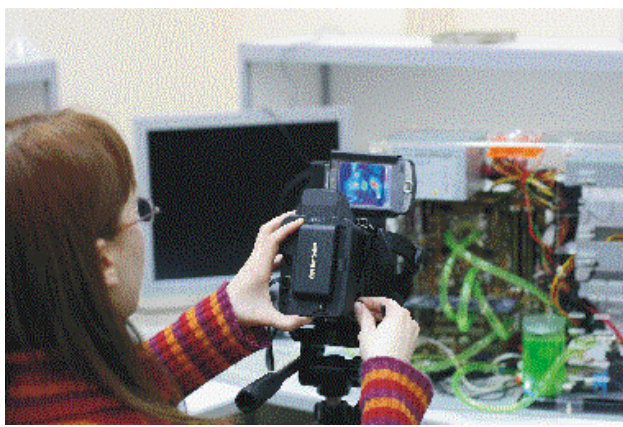
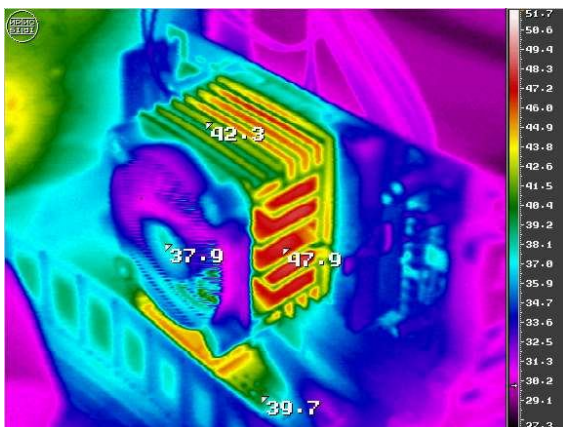


### Испытания на воздействия температуры и влажности

Камера температуры и влажности настольного типа (Модель SH 221, компания ESPEC, Япония). Проведение испытаний показателей стойкости к воздействию высокой температуры (+150) и низкой (-80) температур, показателей стойкости к влаге, низкой влажности, хранения, определения срока службы, параметров износа и старения.

### Дефектоскопия и мониторинг тепловых полей

Система тепловизионного контроля тепловых полей на базе тепловизора ИРТИС 2000



### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

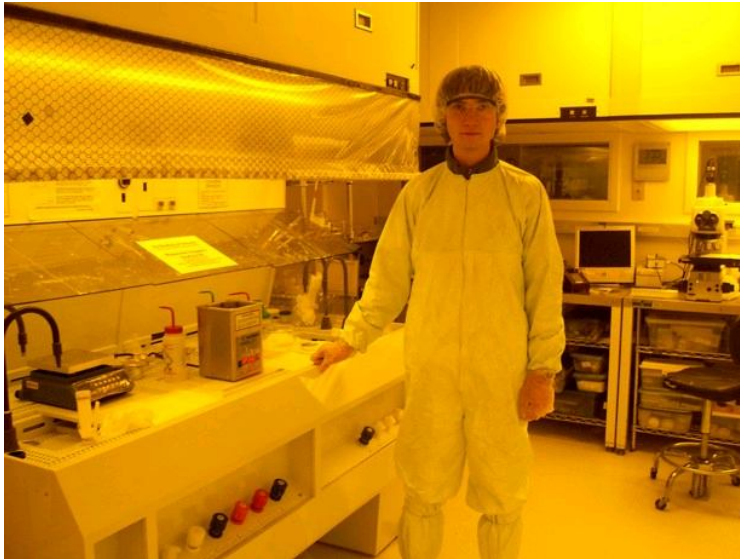
**Для решения образовательных задач:**

- обеспечение УМК дисциплин в области испытаний, сертификации и надежности наносистем
- методическое обеспечение всего цикла сертификации наносистем и отработка его базовых методик в рамках лабораторных практикумов
- формирование основы материально-технической базы УМК по курсам «Теоретические основы конструирования и надежности наносистем», «Контроль и диагностика наносистем» и «Управление качеством»

**Для решения экспериментальных задач:**

- решение экспериментально-исследовательских задач по всему спектру базовых методик оценки реакции систем на воздействия дестабилизирующих факторов
- реализация методик функционального тестирования
- реализация методик неразрушающего контроля и дефектоскопии
- отработка сертификационных процедур и регламентов управления качеством на результатах НИРС магистров и аспирантов





**Обучение в магистратуре/аспирантуре университета  
Калифорнии, Санта Круз (США) (инженерная школа:  
[www.soe.ucsc.edu](http://www.soe.ucsc.edu), университет: [www.ucsc.edu](http://www.ucsc.edu))**

**Эйндховенской технологическом университете (Нидерланды)**

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ г. ТУРИНА**

**Политехнический институт г.Гренобль (Франция)**

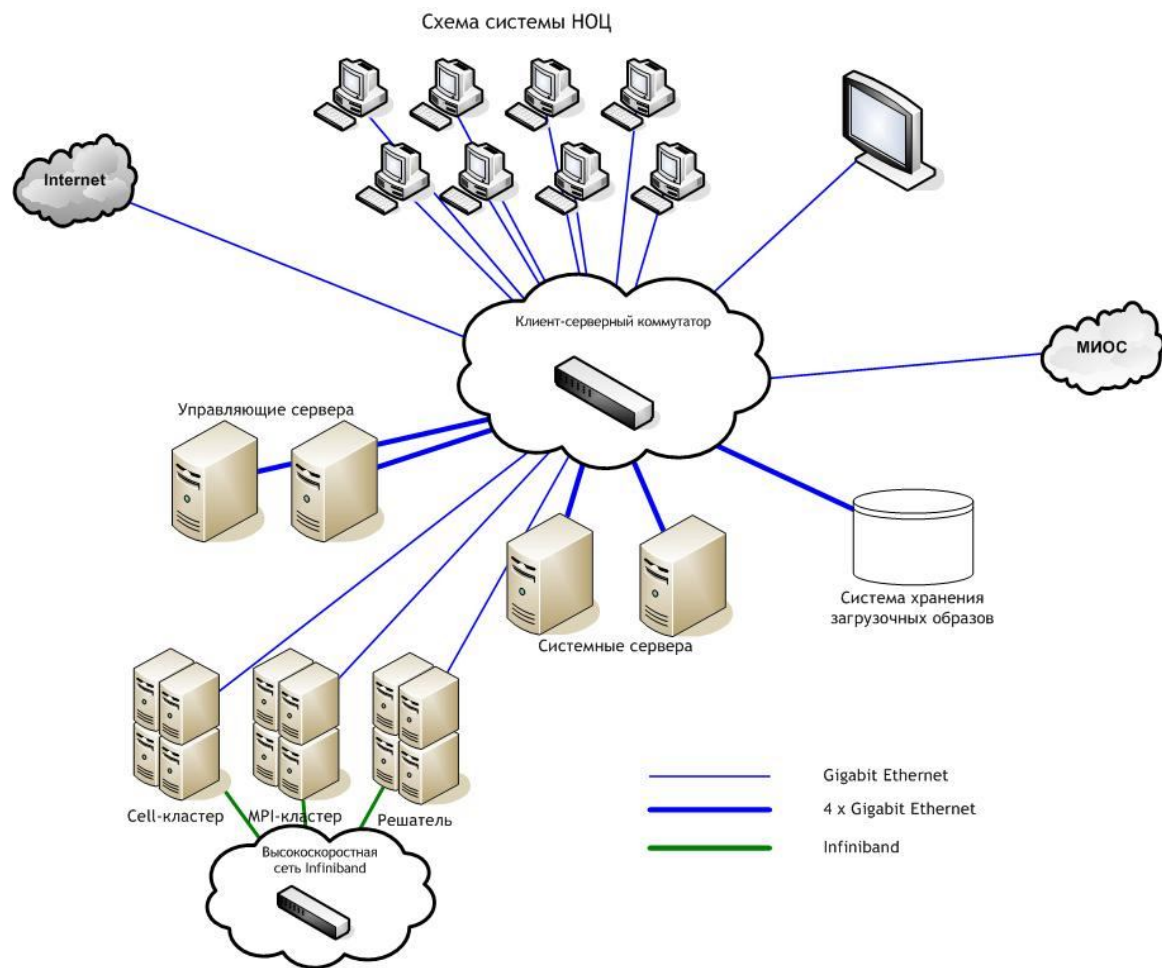
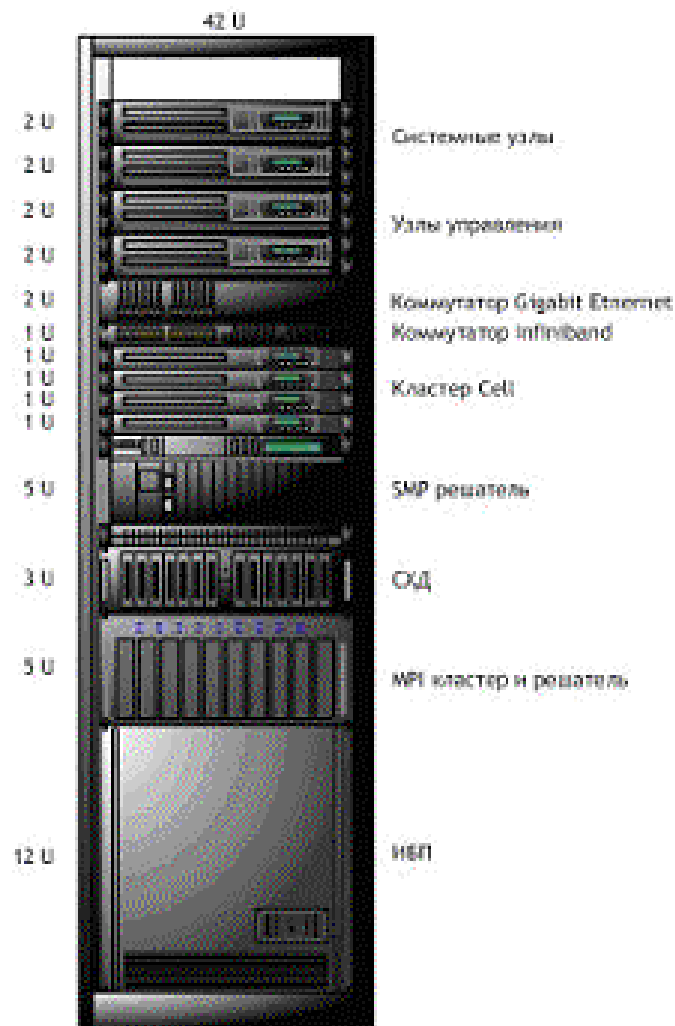
# Мультисервисная информационная система комплекса



**МИОС** – средство для предоставления мультимедийного образовательного контента

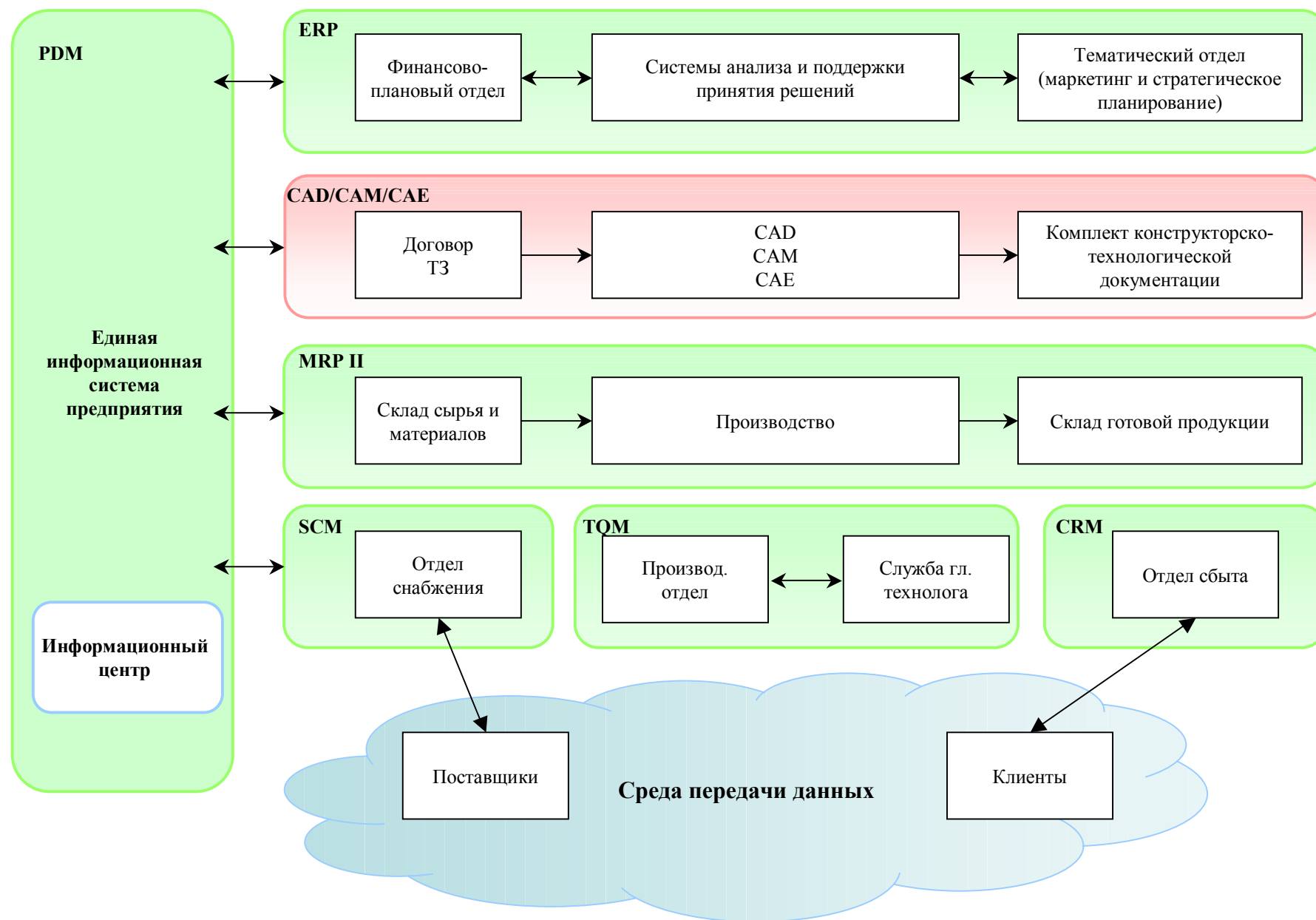
**GRID** – архитектура построения распределенных информационных систем

# Вычислительный кластер «ИКТ и САПР наносистем»



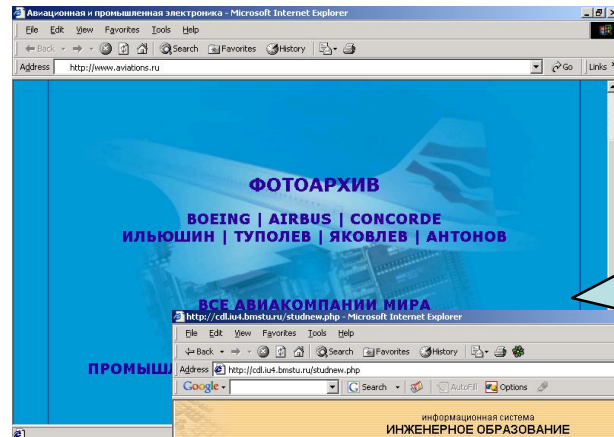
Архитектура модуля  
«Мультисервисная информационно-образовательная среда  
и САПР наносистем»

# Обобщенная структурная схема корпоративной ИПИ





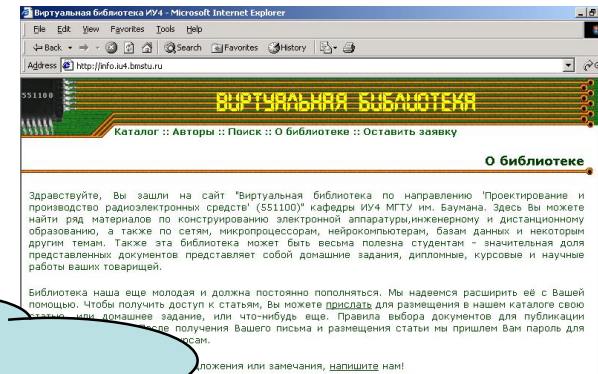
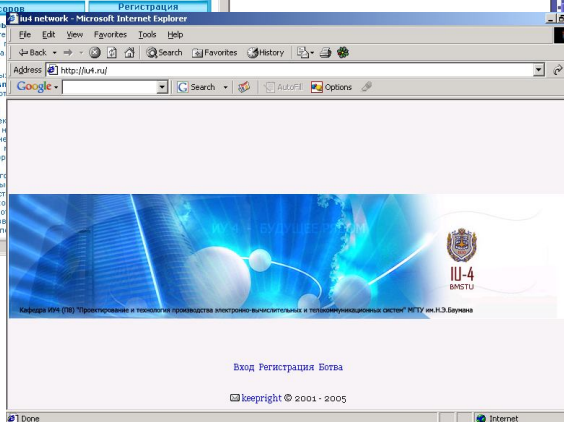
# Корпоративный портал



информационная система  
**ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**  
по машиностроительным и приборостроительным направлениям

План учебного процесса  
подготовки бакалавра по направлению 551100

ДИСЦИПЛИНА	КАР	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс	6 курс
ОПД ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
ОПД Р.06. Микроэлектроника (1 модуль)	РП.1						
ОПД Ф.01.01. Информатика и компьютерная графика	РК.1						
ОПД А.03.01. Математика	РМ.1						



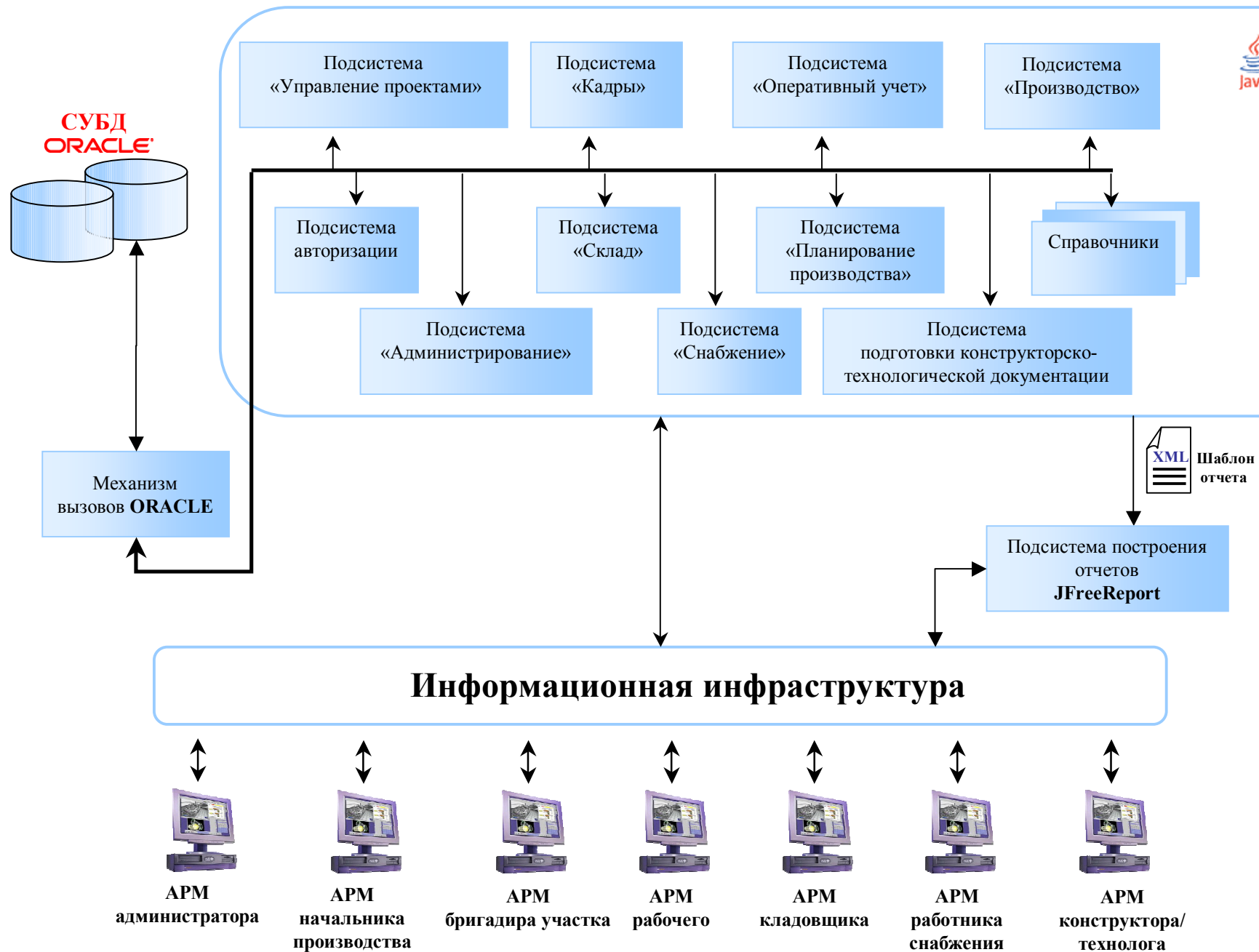
Инtranет сеть предприятия

Виртуальные библиотеки и  
видеотеки  
<http://info.iu4.bmstu.ru>

Справочные системы



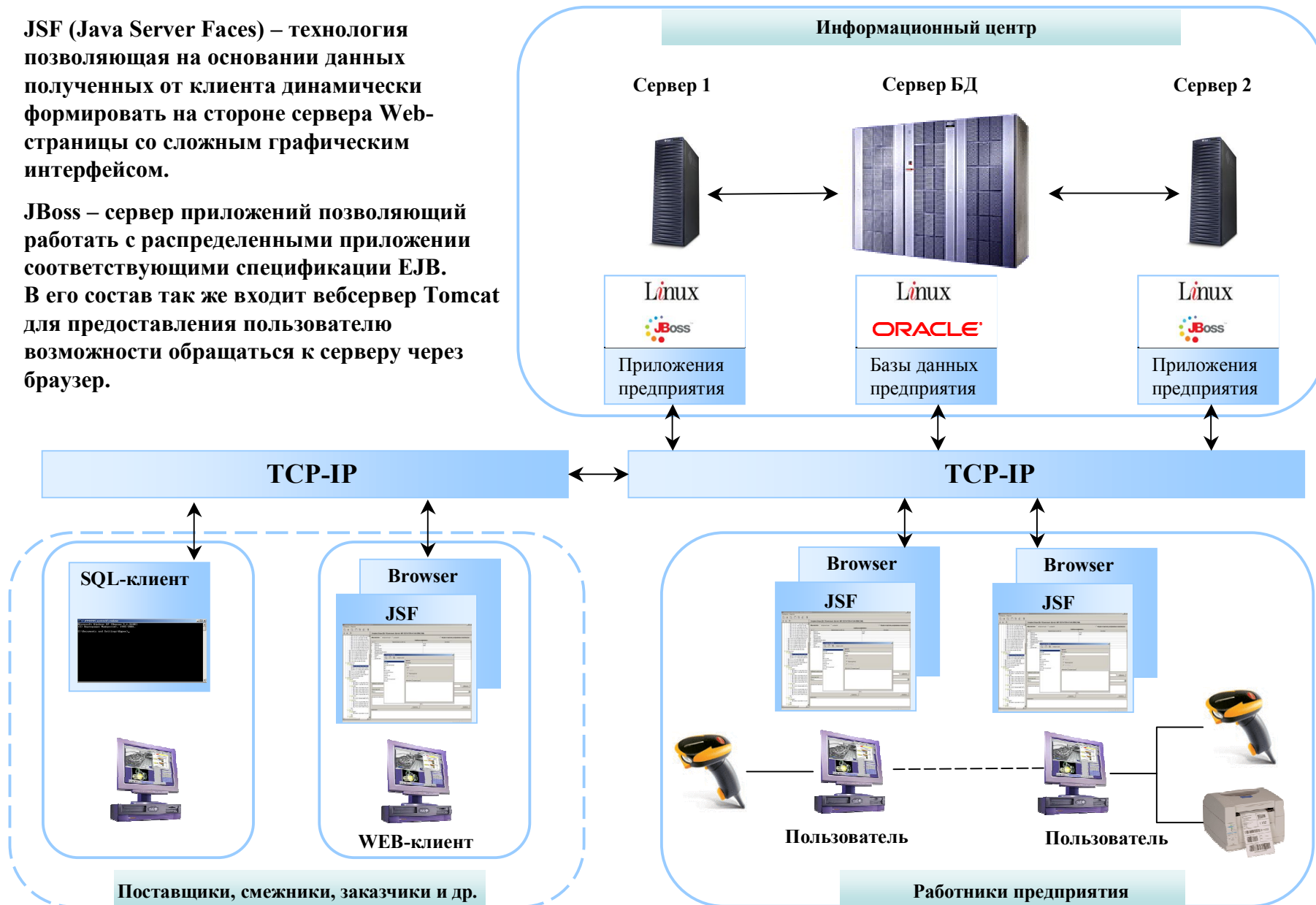
# Структура компонентов ИПИ



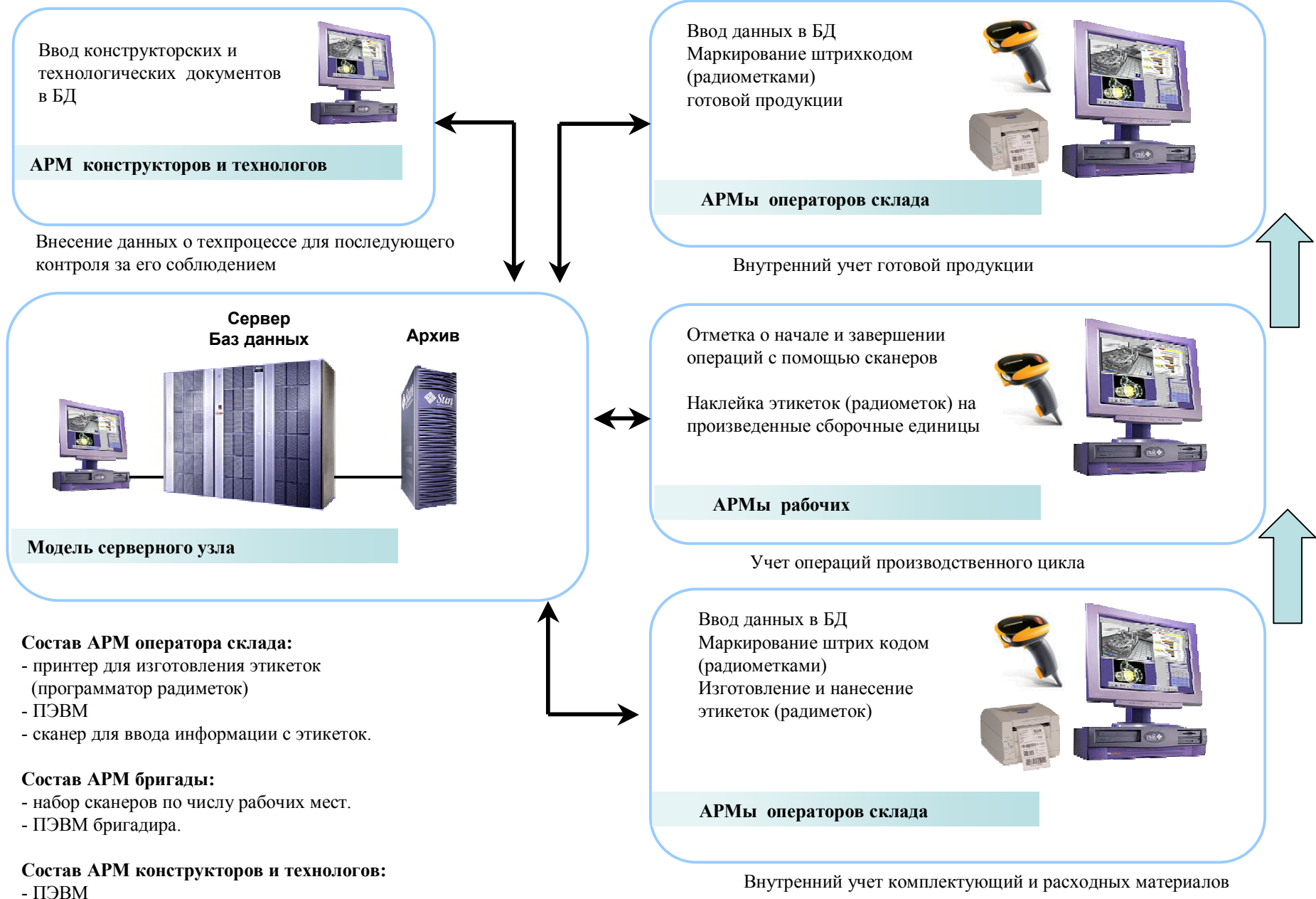
# Структура телекоммуникационной среды

**JSF (Java Server Faces)** – технология позволяющая на основании данных полученных от клиента динамически формировать на стороне сервера Web-страницы со сложным графическим интерфейсом.

**JBoss** – сервер приложений позволяющий работать с распределенными приложениями соответствующими спецификации EJB. В его состав так же входит вебсервер Tomcat для предоставления пользователю возможности обращаться к серверу через браузер.



# Схема развертывания



# ВВЕДЕНИЕ

## Основные информационные ресурсы сети МГТУ

Адрес в интернете	Наименование и краткое описание
<b><a href="http://www.bmstu.ru">http://www.bmstu.ru</a></b>	<b>Официальный сервер МГТУ</b>
<b><a href="http://ics.bmstu.ru">http://ics.bmstu.ru</a></b>	<b>Сервер деканата факультета ИУ</b>
<b><a href="http://rt.bmstu.ru">http://rt.bmstu.ru</a></b>	<b>Сервер радиотехнического факультета (Кунцево)</b>
<b><a href="http://cdl.iu4.bmstu.ru">http://cdl.iu4.bmstu.ru</a></b>	<b>Сервер дистанционного образования</b>
<b><a href="http://www.mstu.ru">http://www.mstu.ru</a></b>	<b>Неофициальный сервер МГТУ</b>