



# Проектирование, технология и эксплуатация радиоэлектронных средств

Раевский Георгий Петрович:  
e-mail: geraevskiy@yandex.ru



# Условия обучения

- По итогам изучения дисциплины проводится **зачет**

В течение семестра необходимо:

- выполнить и защитить лабораторные работы;
- письменно ответить на контрольные вопросы по темам курса;
- написать и защитить реферат



# Список

## литературы

- Основная литература
- 1. Пирогова Е.С. Проектирование и технология ПП: Учебное пособие, -М.: Форум Инфра, 2012, -560с.
- 2. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учебник для вузов/под ред. Шахнова. – М.: Изд- во МГТУ им. Баумана, 2005- 528с., ил.
- 3. Дозоров К.Н., Матвеев Л.С., Сурков Д.А. / Основы проектирования приборов и систем: Учебное пособие / Москва / МАИ / 2011, -231с/.
- Дополнительная литература
- 1. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие для вузов / Е.М. Парфенов, Э.Н. Камышная, В.П. Усачев. М.: Радио и связь, 1989.-272. с.
- 2. Гелль П.П., Иванов-Есипович Н.К. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов. Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании) /под. ред. А.И. Половинкина - М.: 1981.-344с



# Темы

- 1 ВВЕДЕНИЕ. Цель, задачи и особенности курса
- 2. Принципы системного подхода к проектированию ЭС
- 3. Системные факторы построения ЭС
- 4. Воздействие окружающей среды
- 5. Эргономика конструкций РЭС
- 6. Проектирование конструкций и компоновка РЭС различного уровня
- 7. Защита от механических воздействий ЭС
- 8. Тепловые характеристики конструкций ЭС
- 9. Влагозащита и герметизация ЭС
- 10. Электромагнитная совместимость и помехоустойчивость ЭС
- 11. Воздействие ионизирующих излучений на ЭС



# Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ.

- 1.1. Цель, задачи и особенности курса
- 1.2. Основные понятия дисциплины
- 1.3. План изучения курса

.



**Цель курса** - изучение методов исследования, разработки конструкции, отдельных его частей и их взаимного влияния с учетом внешних факторов, технологии изготовления технических систем (ТС), определяемых в комплексе как процесс проектирования.

В перечень задач курса входят изучение:

- принципов проектирования;
- компоновки конструкций отдельных модулей и ЭС в целом;
- способов объединения модулей;
- критериев конструирования и способов их обеспечения.



# Понятия и определения

**Цель постановки задачи проектирования** - разработка изделия, отвечающего новым социально-экономическим потребностям, выполнение социально-значимого заказа.

**Проектирование** — процесс определения структуры (архитектуры), компонентов, взаимосвязей и других характеристик системы или её части. Результатом проектирования является **проект** — целостная совокупность моделей, свойств или характеристик, описанных в форме, пригодной для реализации системы.



# 1. Принципы и проблемы проектирования

**Социологический принцип.** Его сущностью является разработка технического устройства, удовлетворяющая определенным потребностям общества (заказчика).

**Технический принцип.** Любая ТС призвана выполнять утилитарно-практическую функцию и отвечать заданным техническими требованиями. Эти требования отдельно формулируются для каждого из этапов разработки ТС: на этапе разработки, производства, эксплуатации, утилизации.

**Экономический принцип.** Учет затрат труда с целью создания экономически целесообразной, рентабельной системы. Любая техническая системы должна быть рентабельной, обладать рыночной привлекательностью - приносить прибыль.

**Экологический принцип.** Минимизация (ненанесение) вреда пользователям и окружающей среде при производстве, эксплуатации и утилизации с учетом закономерностей абиотических (неживых) и [online.mirea.ru](http://online.mirea.ru)



**Эргономический принцип.** Удобство использования с учетом анатомических, физиологических и психологических качеств пользователя.

**Эстетический принцип.** Учет композиционных закономерностей для создания внешне привлекательных, эстетически выразительных систем. Красота понимается как некое целостное совершенство.

На всех стадиях жизненного цикла ТС должна обеспечиваться **безопасность взаимодействующих с ней людей.**

Особенность проектирования РЭС - обеспечение **электромагнитной совместимости** – способность РЭС функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавая недопустимых помех другим техническим средствам.



## **Базовые термины и определения конструирования**

**Разработка** – процесс всестороннего исследования для получения заданных результатов (научно-исследовательские темы, проекты, конструкции, технологические процессы, техническая документация, нормы, стандарты, планы и т.д.)

**Изделие (ГОСТ 2.101)** – любой материальный продукт производства, предназначенный для выполнения заданных функций или создания других более сложных изделий.

**Виды изделий (ГОСТ 2.101):** деталь, сборочная единица, комплекс, комплект.

**Система** – это комплекс технических средств, управляемый оператором – человеком (ручной или полуавтоматический режим работы), или контролируемый, или запускаемый оператором (в автоматическом режиме работы).



**Радиотехническая система (РТС)** – изделие и его составные части, в основу функционирования которых положены принципы радиотехники и электроники.

В состав РЭС включаются дополнительные устройства, обеспечивающие ее функционирование: электромеханические устройства, системы питания, охлаждения.

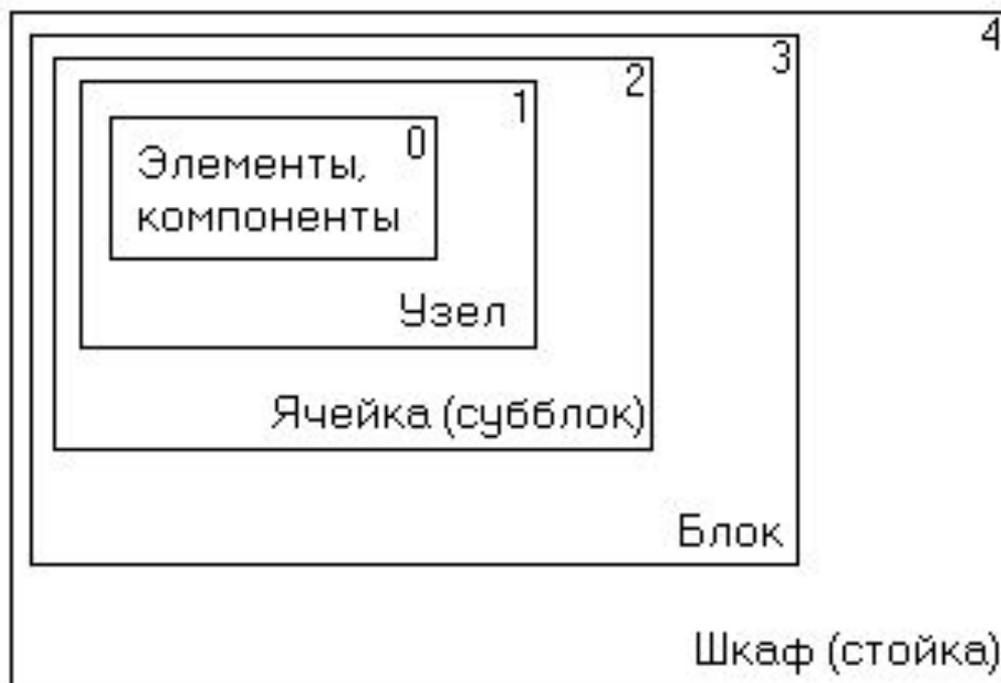
Государственные отраслевые стандарты, регламентирующие разработку документации по радиоэлектронным системам имеют классификацию **ГОСТ 34.xxx**.

Основной документ на деталь – *чертёж* детали ( **ГОСТ 2.109**).

Основной документ на остальные изделия – *спецификация*. В нее записываются и другие дополнительные документы, (**ГОСТ 2.109**). Часть детали (опорная, отражающая, контактная) называется **конструктивным элементом**.



# Иерархия конструктивных единиц





**Устройство** - любая совокупность взаимодействующих физических тел, рассчитанная на выполнение заданных функций – обозначает любую часть системы или изделия.

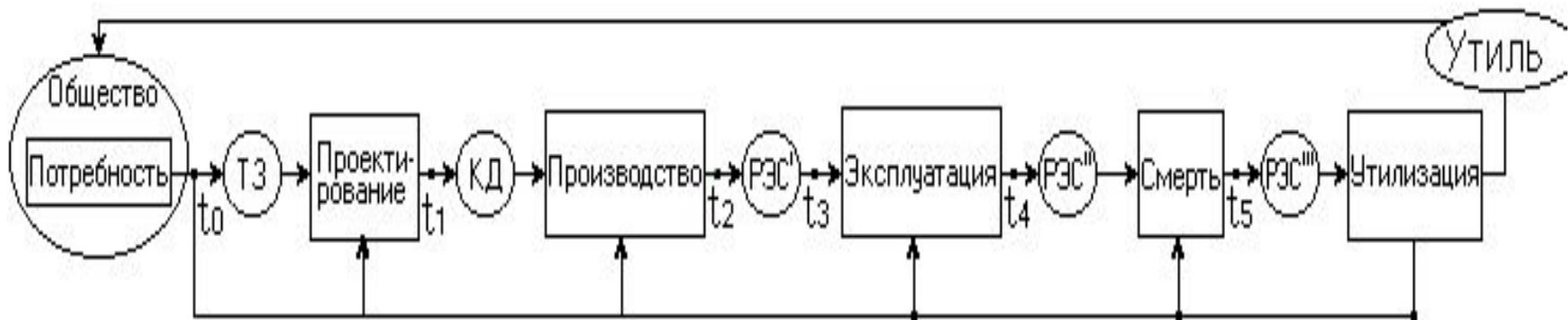
**Блок** – эксплуатационно-неавтономная часть устройства, предназначенная, как правило, для выполнения одной или нескольких частных функций..

**Узел** – часть сложного устройства (аппарата или блока), состоящая из соединенных между собой РЭ элементов.

**Модули** – конструктивные части (аппаратов, блоков, узлов), выбор формы и геометрических размеров которых дает возможность унификации и стандартизации любых частей РЭС. Целесообразно разделение на модули частей устройств (деталей, узлов, блоков) имеющих геометрическую соразмерность.



## 1.2. Этапы жизненного цикла технических изделий



**Первый** – разработка новой продукции.

**Второй** – освоение, производство и реализация готовой продукции,

Специализация инженерной деятельности по этапам жизненного цикла технических изделий : исследовательский (инженер-исследователь), проектный (инженер-разработчик, проектировщик, конструктор), эксплуатационный (инженер-эксплуатационщик), специалист по маркетингу и консалтингу в радиоэлектронике



## Первый период жизненного цикла изделия:

- 1. Научно-исследовательская разработка (НИР)** – *предпроектное проектирование*, - выдвижение и апробация новых идей (эвристические, теоретические предпосылки, технические решения) по функционированию и выполнению нового изделия. Теоретические предпосылки решения научных проблем проверяются в ходе *опытно-экспериментальных работ*.
- 2. Опытно-конструкторская разработка (ОКР)** - реализация идей и решений, возникших на этапе НИР, в виде опытных образцов и технической документации.
- 3. Конструкторская подготовка производства (КПП)** - проектирование конструкции нового изделия, разработка рабочих чертежей и технической документации.



**4. Технологическая подготовка производства (ТПП)** – разработка и отладка технологических процессов (включая, проектирование и изготовление технологической оснастки) для производства нового изделия.

**5. Организационная подготовка производства (ОПП)** – отрабатываются методы производства новой продукции: оценка объемов потребления материалов и комплектующих изделий, определяются временные и материальные характеристики производственного цикла изготовления изделия, размеры партий и пр.

**6. Отработка изделия в опытном производстве (ООП)** - освоение выпуска опытного образца (опытной партии), отладка новых технологических процессов.

Второй период жизненного цикла включает освоение серийного производства (ОСП) изделия.



*Успешная реализация деятельности на каждом из этапов - результат спланированного действия, называемого инженерным проектированием.*

**Инженерное проектирование** (по ГОСТ 22487-77) - процесс, в котором научная и техническая информация используется для создания нового технического устройства (системы), удовлетворяющего социальному заказу. Результатом проектирования является **проект**.

**Проект** (от латинского *projectus* - брошенный вперед) - совокупность документов и описаний, выполненных в виде: графическом (чертежа, схемы, диаграммы и графики); математическом (формулы и расчеты); инженерных терминов и понятий (тексты описаний, пояснительные записки), необходимая для создания какого-либо сооружения или изделия.



**Конструирование** – процесс создания и выбора структуры пространственных и электрических взаимодействий и связей с окружающей средой и объектами физических тел, материалов для их изготовления, и установления количественных величин (норм), для изготовления изделия с соблюдением заданных требований.

Именно конструированием обычно называют процесс проектирования трех подсистем ЭС - *пространственной, механической, тепловой.*

Конечным результатом процесса конструирования является комплект технической документации на создаваемое изделие.

*Конструирование ЭС - важнейшая составная часть процесса проектирования ЭС.*



## 1.3. Особенности процесса проектирования радиоэлектронных систем (РЭС)

- 1) Проектирование одновременно принципиально разных подсистем: электромагнитной, пространственной, механической, тепловой.
- 2) Учет их взаимодействия и реализация связей между подсистемами;

### Этапы процесса проектирования РЭС

- системотехническое проектирование;
- схемотехническое проектирование;
- конструирование.

Как правило известен лишь перечень общих процедур проектирования ЭС, но последовательность действий не определена.



**Системотехника** — (англ. systems engineering) — направления науки и техники, охватывающего проектирование, создание, испытание и эксплуатацию сложных систем технического и социально-технического характера. - *структура системы и взаимодействие ее составляющих.*

**Схемотехника** — проектирование, создание и отладка (синтез и анализ) электронных схем, разработка структур, расчёт параметров, входящих в них элементов.



## 1.4. Методология процесса проектирования

**Методология** – система принципов и способов организации научной (творческой) деятельности, его логической организации, методов и средств деятельности.

**Системный подход** - состоит в целостности, комплексности подхода к решению поставленной задачи, логически выверенной последовательности ее решения с учетом особенностей отдельных составляющих и их взаимодействия..

**Анализ** – метод исследования, характеризующийся изучением отдельных частей объекта исследования.

**Синтез** – метод исследования явления в его единстве и взаимной связи частей, обобщение, сведение в единое целое данных, полученных анализом.

В зависимости от этапа проектирования вводятся понятия «структурный синтез», "параметрический синтез", а также - "экспертная система", "база знаний".



## 1.5. Этапы проектирования на стадии разработки

Основные стадии работ для вновь разрабатываемых изделий:

- техническое предложение (аванпроект);
- эскизный проект (ЭП);
- технический проект (ТП).

Основой для разработки является *техническое задание (ТЗ)*, в котором излагаются назначение и область применения разрабатываемой РЭА, технические, конструктивные, эксплуатационные и экономические требования, а также условия хранения и транспортирования, требования по надежности, правила проведения испытаний и приемки образцов в производстве.



На стадии ***технических предложений (ТП)*** - анализ существующих технических решений (аналогов), проработка возможных вариантов создания РЭА, выбор оптимального решения (прототипа), макетирование отдельных узлов РЭА.

На стадии ***эскизного проектирования (ЭП)***- проработка конструкции прототипа, испытания действующего образца на соответствие требованиям ТЗ. Разработанной конструкторской документации (КД) присваивается литера «Э».

На стадии ***технического проекта*** - окончательное решение о конструктивном оформлении РЭА и ее узлов с последующей технологической подготовкой производства; полный комплект конструкторской и технологической документации, которой присваивается литера «Т».



Стадии разработки **ТЗ, ТП и ЭП** включаются, как правило, в НИР, а стадии разработки технического проекта и технологической подготовки производства – в опытно-конструкторскую разработку.

Разработка РЭА сопровождается выпуском большого количества технической документации (конструкторской, технологической, программной), состав которой определяется **Государственными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД) и Единой системы программной документации (ЕСПД).**



## Качества, необходимые разработчику РЭС

Необходимые профессиональные качества (способности):

- генерация новых идей, принципов, методик, создание (изобретение) новой аппараты, техпроцессов. "Инженер" - буквально "изобретательный".
- способность к анализу полученных результатов и
- умение принимать решение, в общем случае, в условиях неопределенности

Глубокое знание инженерной специальности, широкий научный кругозор.

Владение современными средствами проектирования, в первую очередь - способность успешно применять математические методы, вычислительные методы, средства САПР, управленческие методы и т. д. для достижения цели.

- .



Л1-20

## **План изучения дисциплины.**

Основные этапы (части):

1. Основы теории (методологии) проектирования и конструирования ЭС;
2. Типовые конструкторские задачи и методы их решения;
3. Основы современных информационных технологий проектирования ЭС.



Спасибо за  
внимание!