

# ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

Лекции – 16 часов

Лабораторные работы (LabVIEW) – 16 часов

Зачет

# Литература

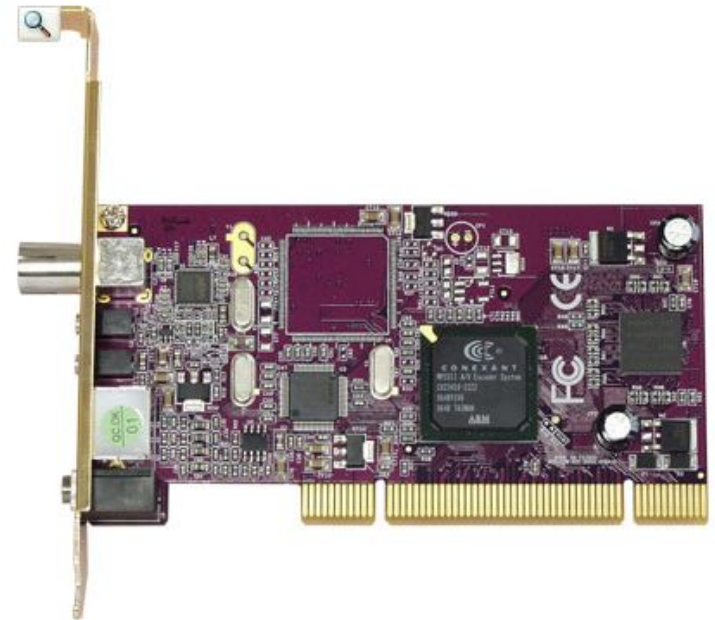
1. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: Учеб. пособие для вузов / Под ред. О.В. Алексеева. – М.: Высшая школа, 2000.
2. Гришаев Ю.Н. Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС: учебное пособие – Рязань, 2015.
3. Гришаев Ю.Н. Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС: методические указания к лабораторным работам.– Рязань: РГРТУ, 2007.
4. Полов К.П. Функциональное моделирование радиотехнических систем и устройств на ЦВМ: Учеб. пособие. – Горький, 1989.

# Радиоэлектронные средства

Радиоэлектронным средством (РЭС) называют изделие, в основу функционирования которого положены принципы радиотехники и электроники.

По функциональной сложности радиоэлектронные средства делятся на радиоэлектронные системы, комплексы, устройства и функциональные узлы (ГОСТ Р 52003-2003).

**Радиоэлектронный функциональный узел (РЭФУ)** представляет собой функционально и конструктивно законченную сборочную единицу, предназначен для выполнения определенных операций по формированию и обработке сигналов и не имеет самостоятельного применения.



**Радиоэлектронное устройство (РЭУ)** представляет собой совокупность функциональных радиоэлектронных узлов и обеспечивает выполнение конкретной технической задачи в области передачи, приема и преобразования информации.

Примеры РЭУ: телевизионный приемник, передатчик радиолокационной станции, доплеровский измеритель скорости автомобилей, аэродромный радиолокационный высотомер, радиолокационная станция и пр.

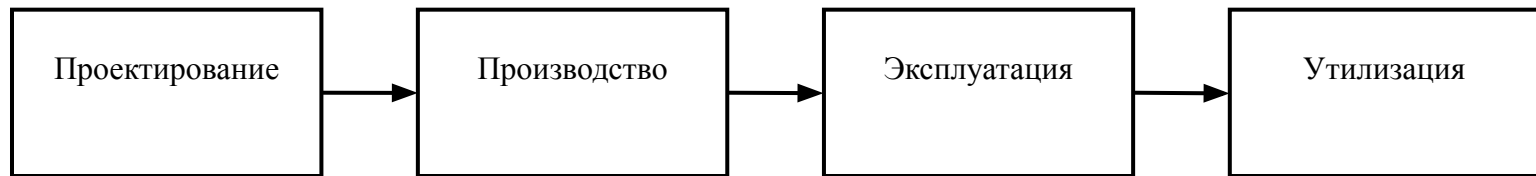
**Радиоэлектронный комплекс** – это РЭС, представляющее собой функционально законченную совокупность радиоэлектронных устройств, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, выполненное с использованием интерфейсов и обладающее свойством перестроения своей структуры для сохранения работоспособности при решении тактических и/или технических задач в различных условиях эксплуатации.

Пример: радиолокационный комплекс наблюдения за воздушной обстановкой, содержащий РЛС разных диапазонов волн, размещенных на одной территории.

**Радиоэлектронная система** представляет собой функционально законченную совокупность радиоэлектронных комплексов и устройств и обладает свойством перестроения своей структуры для рационального решения тактических и/или технических задач при изменении условий эксплуатации.

Пример: Аэродромная автоматизированная радиоэлектронная система управления воздушным движением, в состав которой входят аэродромный радиолокационный комплекс, вычислительный комплекс, бортовой радиоэлектронный комплекс, комплекс связи.

Радиоэлектронные средства, как и любые другие изделия, функционируют в течение ограниченного периода времени. Этот период определяется жизненным циклом изделия (продукции) - ЖЦП.

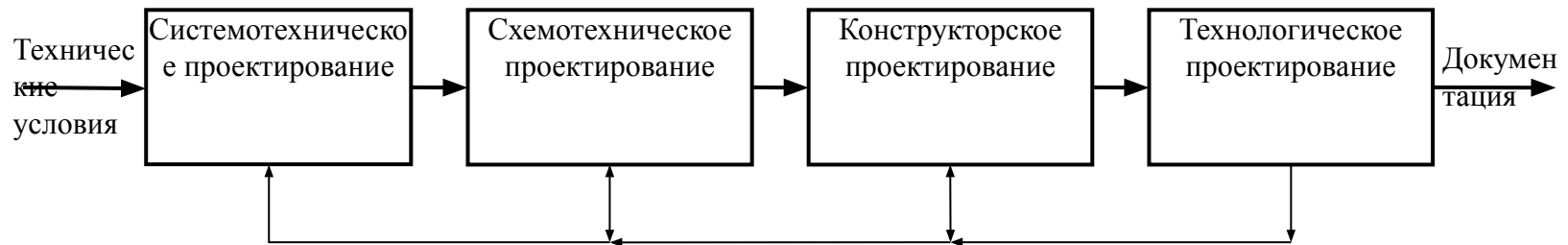


Проектирование как первый этап ЖЦП заключается в комплексе работ от осознания потребности и формулирования технического задания до разработки конструкторской и технологической документации, необходимой для производства изделия.

# Проектирование РЭС

Цель проектирования РЭС – создать изделие, лучшее, чем используемое в настоящее время. По степени улучшения потребительских свойств изделия выделяют три разновидности проектирования: **частичная модернизация** (улучшение на десятки процентов), **существенная модернизация** (улучшение в разы) и **создание нового изделия**.

В проектировании РЭУ выделяют следующие уровни: **системотехнический**, **схемотехнический**, **конструкторский** и **технологический**.



Итоговым документом системотехнического проектирования является функциональная схема РЭУ.

Схемотехническое проектирование заканчивается разработкой двух документов: схемы принципиальной электрической и перечня элементов РЭФУ, входящих в РЭУ.

На последующих уровнях проектирования разрабатывается конструкторская и технологическая документация, необходимые для организации производства изделий.

До 60-х годов прошлого столетия проектирование было ручным. В 70-х годах наметился переход к **компьютерному проектированию**. Этому способствовали:

1. бурное развитие вычислительной техники,
2. сокращение сроков проектирования,
3. уменьшение количества разработчиков

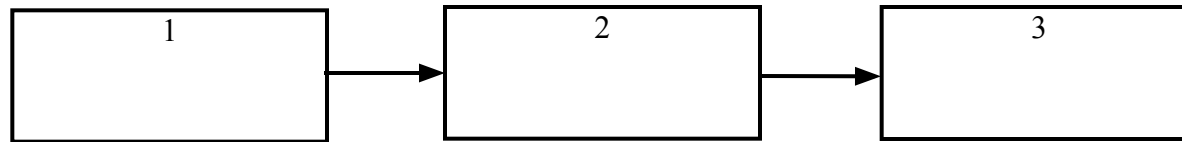
**Продукция и ее разработчики.** Показатели нормированы к уровню 1950-х годов

Годы	1950-е	1960-е	1970-е	1980-е	1990-е	2000-е
Объем разработок	1	10	100	1000	10000	100000
Кол-во инженеров	1	3	9	20	20	18

По своему содержанию компьютерное проектирование мало отличается от докомпьютерного. Сначала разработчик создает первоначальный вариант на основании своих знаний, опыта и интуиции с привлечением знаний и опыта других. Затем производится экспериментальная доработка, пока результат не будет удовлетворять ТЗ.

Разница в реализации: на этапе разработки привлекается компьютерная база данных и знаний, а на этапе экспериментальной доработки вместо натурального эксперимента на макете проводится вычислительный (машинный) эксперимент на компьютерной модели.

Последовательность действий при компьютерном моделировании:



1. Формирование замысла и разработка начального варианта его реализации.
2. Разработка компьютерной модели.
3. Машинный эксперимент, в ходе которого производится структурная и параметрическая оптимизация

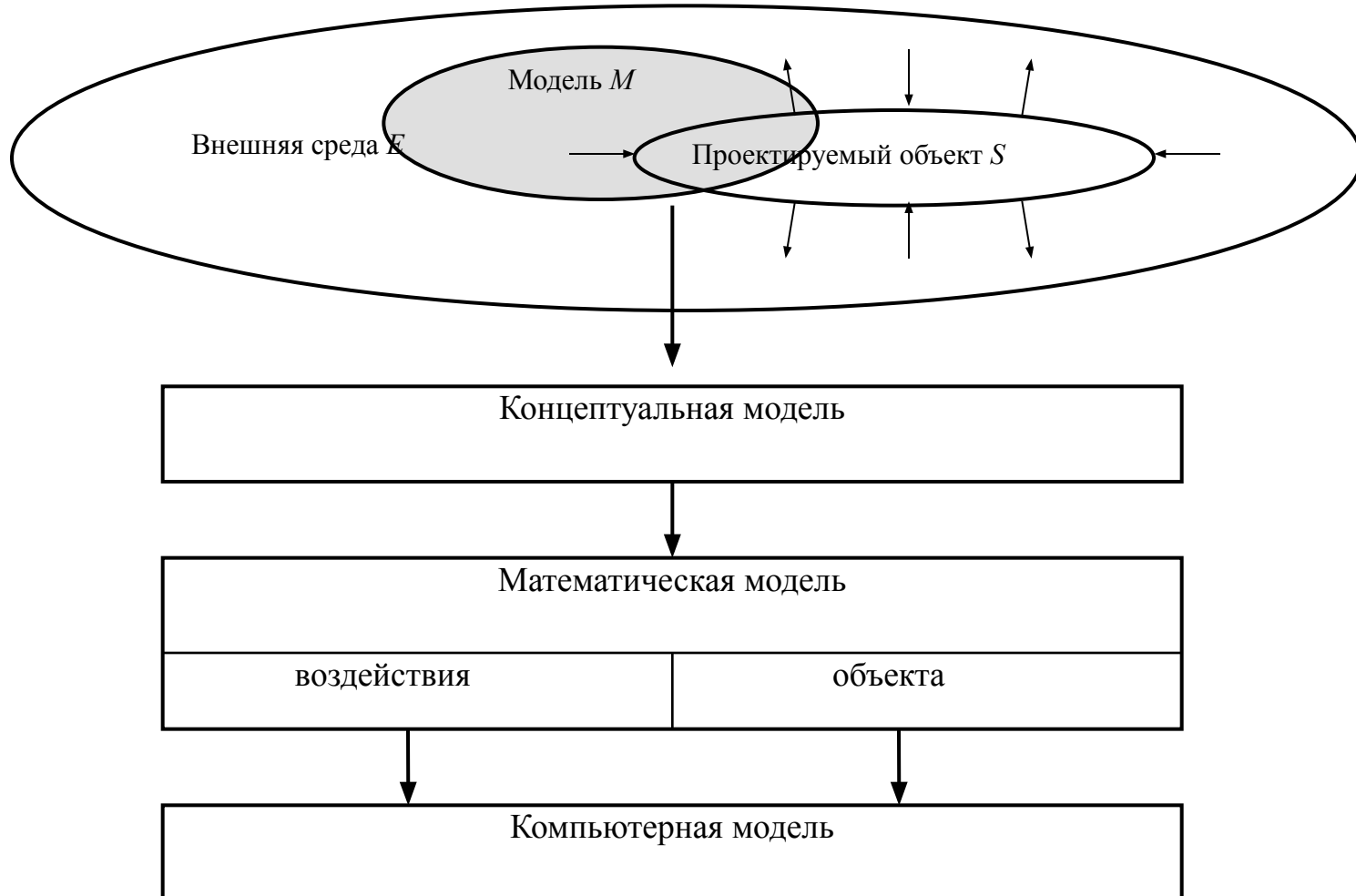
Указанные действия со своими особенностями характерны для каждого из уровней проектирования.

Компьютерное проектирование предполагает многократный прогон программы с целью оптимизации результата.



# Модели РЭС

Моделью какого-либо объекта является объект другой физической природы, имеющий свойства, связи, характеристики, подобные имеющимся в моделируемом объекте.



Внешняя среда проектируемого РЭС – это 1) естественная (природная и созданная человечеством) среда, в которой РЭС эксплуатируется, и 2) другие РЭС, с которыми оно взаимодействует.

**Концептуальная модель** является описательной моделью. Она содержит концепцию построения проектируемого объекта, его производства и эксплуатации и определяет характеристики, отражающие взаимодействие объекта с внешней средой. Концептуальная модель является основополагающей для дальнейших этапов проектирования РЭС.

**Математическая модель** получается в результате формализации концептуальной модели. Внешняя среда отображается **математической моделью воздействия**, а объект проектирования – **математической моделью объекта**. Одной и той же концептуальной модели могут соответствовать несколько математических моделей в зависимости от цели моделирования и требуемой точности.

**Компьютерная модель** представляет собой совокупность прикладной программы, составленной по математической модели, и системных программ обслуживания вычислительного процесса, индикации результатов вычислений и общения человека с машиной (человеко-машинного интерфейса).

# Концептуальная модель РЭС

Концептуальная модель РЭС – это содержательное описание проектируемого РЭС и взаимодействия его с внешней средой. Используются разнообразные неформальные способы описания: текст, графики, диаграммы, схемы и т.п.

Концептуальная модель должна отвечать требованиям полноты и адекватности. **Полнота** модели означает, что в ней отражены в достаточной мере все характеристики и особенности системы, которые влияют на выполнение технического задания. Модель **адекватна** техническому заданию, если в ней предусмотрены меры, позволяющие выполнить ТЗ.

Полнота и адекватность концептуальной модели относительны и зависят от объема информации, имеющийся об объекте проектирования. Если этот объем минимальный, что может быть при проектировании новых РЭС, то модель носит вербальный характер, содержащий четко сформулированную задачу, решаемую РЭС, тактико-технические характеристики, ограничения, связанные с взаимодействием РЭС с внешней средой и др. Помимо словесного содержательного описания может быть разработан начальный вариант структурной и функциональной схем РЭС.

При модернизации РЭС концептуальная модель строится, как правило, на основе прототипа с внесением тех изменений, которые обеспечат лучшие показатели работы проектируемой РЭС по сравнению с прототипом.

Чаще всего о концептуальной модели говорят на уровне системотехнического проектирования, но ее существование подразумевается и на других уровнях. Форма представления концептуальной модели зависит от уровня проектирования.

Концептуальная модель РЭС на уровне **системотехнического проектирования** составляется на основе анализа ТЗ и предложений по его выполнению. Она состоит из текстовой части, отражающей требования ТЗ и структурной схемы РЭС, которая должна давать наглядное представление об основных функциональных частях изделия и их взаимодействии.

На уровне **схемотехнического проектирования** концептуальной моделью является начальный вариант электрической принципиальной схемы, описание ее работы, выбор и обоснование элементной базы, других компонентов.

Концептуальная модель на уровне **конструкторского проектирования** – это зрительный образ будущего изделия: его внешний вид, общая конструкция, составные части и способ их объединения и т. д. Определяются тип конструктива, принципы обеспечения теплового режима, электромагнитной совместимости, реализация печатных плат: однослойные, многослойные и др.

На уровне **технологического проектирования** должна быть выбрана технология изготовления изделия, определено необходимое оборудование, оснастка и пр.