

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ  
КАФЕДРА КОНСТРУИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА РАДИОАППАРАТУРЫ

Кривин Николай Николаевич  
(старший преподаватель КИПР, канд. техн. наук)

# СХЕМО- И СИСТЕМОТЕХНИКА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

## *ВВОДНАЯ ЛЕКЦИЯ*

# ТРУДОЕМКОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ ФОРМ ЗАНЯТИЙ

(в соответствии с РУП 11.03.03 КТЭС)

- Лекции – 48 ч (**24 пары**)                    **КРИВИН**
- Практики – 60 ч на группу (**30**) **КРИВИН**
- Лабораторные работы – 16 ч (**4**)
- Курсовой проект – 9 ч (**4**)                    **КРИВИН**
- Самостоятельная работа – **47 ч**
- Подготовка и сдача экз. – **36 ч**
- **ИТОГО** (общая трудоемкость) – **6 з.е.**  
**(216 ч)**

# МЕСТО СИСЭС СРЕДИ ДРУГИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН И ОТРАСЛЕЙ НАПРАВЛЕНИЯ 11.03.03 «КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭС»

ПЦ	РТС (РЛС, РНС, Телекоммуникационные системы)			Телевизионные устройства			Аудио- и звукотехника		
ПЦ	САПР (Автоматизированное проектирование РЭС)				Системный анализ и методы научно-технического творчества				
ПЦ	Теор. основы констр-я и надежности РЭС	Теор. основы технологии РЭС	Физико-химические основы технологии ЭС	Основы констр-я ЭС	Метрология и техн. измерения (Датчики)	Технология производства ЭС	Тепломассообмен в РЭС	Электромагнитная совместимость	Теория надежности
ПЦ	СХЕМО- И СИСТЕМОТЕХНИКА ЭС (Цифровая и аналоговая схемотехника; микропроцессорные устройства; схемотехника преобразовательных устройств; схемотехника измерительных устройств (измерительная схемотехника); схемотехника источников вторичного электропитания...)								
ЭЦ	Экономика								
ОПЦ	ТОЭ	Электроника	РТЦиС (ОРиС, ОРЭ, СОР)	Физич. основы микро- и наноэлектроники	Промышленный дизайн РЭА	Материалы и компоненты ЭС (материаловедение)			
ЕНЦ	Математика		Физика		Химия		Информатика		

# ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**СХЕМОТЕХНИКА** – (от греч. *Techné* - искусство) – научно-техническое направление, охватывающее проблемы *проектирования* и *исследования схем* электронных устройств радиотехники и связи, вычислительной техники, автоматики и других областей техники. *Основная задача схемотехники* – синтез (определение структуры) электронных схем, обеспечивающих выполнение определенных функций, и расчет параметров входящих в них элементов.

Термин «схемотехника» появился в 60-х гг. 20 века в связи с разработкой унифицированных схем, пригодных одновременно для множества применений.

На основе электронной схемы создают соответствующее устройство (входящее в состав некоторой технической системы). К устройству предъявляется требование надежной работы в течение заданного времени в реальных условиях производственного разброса параметров элементов и их старения, влияния внешней среды и возмущающих воздействий. Поэтому при разработке схем наряду с расчетом номинальных значений параметров элементов необходимо рассчитывать эксплуатационные допуски на них, предусматривать в схеме средства, повышающие надежность устройства (обеспечивающие устойчивую работу схемы при внешних воздействиях), а также позволяющие контролировать его исправность.

Элементной базой для создания электронных устройств служат дискретные электро- и радиоэлементы (резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы и т.д.) и интегральные схемы (ИС). Если электронная схема используется в виде ИС либо нескольких ИС, то говорят о «микросхемотехнике», под которой понимают область микроэлектроники, связанную с проектированием ИС. Помимо синтеза и расчета электронных схем, микросхемотехника решает задачу разработки на основе электронных схем структуры (топологии) ИС. Основные этапы разработки: расчет геометрических размеров элементов ИС; рациональное размещение элементов на поверхности или в объеме подложки ИС; нахождение оптимальных соединений элементов (возможные критерии оптимальности – обеспечение минимальных длин проводников, либо числа их пересечений, либо взаимного влияния и т.д.). Так как создание новой ИС – комплексная проблема, то её решают совместно специалисты по микросхемотехнике, физики, технологи, конструкторы, используя комплексные опытно-теоретические методы, в т.ч. компьютерное моделирование как самой схемы, так и условий её работы.

Теоретической базой схемотехники (в т.ч. микросхемотехники) служат теория линейных и нелинейных и нелинейных электрических цепей, электродинамика, математическое программирование, теория автоматов и др. При создании электронных схем первостепенную роль в настоящее время играет использование методов компьютерного моделирования и систем автоматизированного проектирования (САПР).

# ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**СИСТЕМОТЕХНИКА** - научно-техническая дисциплина, охватывающая вопросы проектирования, создания, испытания и эксплуатации *сложных систем* (больших систем, систем большого масштаба, large scale systems). При разработке сложных систем возникают проблемы, относящиеся не только к свойствам их составных частей (элементов, подсистем), но также и к закономерностям функционирования объекта в целом (общесистемные проблемы); появляется широкий круг специфических задач, таких, как определение общей структуры системы, организация взаимодействия между подсистемами и элементами, учет влияния внешней среды, выбор оптимальных режимов функционирования, оптимального управления системой и т. д. По мере усложнения систем все более значительное место отводится общесистемным вопросам, они и составляют основное содержание системотехники. Научной, главным образом, математической базой системотехники служит научная дисциплина – теория сложных систем.

Для сложных систем характерна своеобразная организация проектирования – в две стадии: *макропроектирование* (внешнее проектирование), в процессе которого решаются функционально-структурные вопросы системы в целом, и *микропроектирование* (внутреннее проектирование), связанное с разработкой элементов системы как физических единиц оборудования. Системотехника объединяет точки зрения, подходы и методы по вопросам внешнего проектирования сложных систем.

*Макропроектирование* начинается с формулировки проблемы, которая включает в себя, по крайней мере, три основных раздела: 1) определение целей создания системы и круга решаемых ею задач; 2) оценка действующих на систему факторов и определение их характеристик; 3) выбор показателей эффективности системы. Цели и задачи системы определяют, исходя из потребностей их практического использования, с учетом тенденций и особенностей технического прогресса, а также народнохозяйственной целесообразности. Существенное значение при этом имеет опыт применения имеющихся аналогичных систем, а также четкое понимание роли проектируемой системы в народном хозяйстве. Для оценки внешних и внутренних факторов, действующих на систему, помимо опыта эксплуатации аналогичных систем, используют статистические данные, полученные в результате специальных экспериментальных исследований. В качестве показателей эффективности выбирают числовые характеристики, оценивающие степень соответствия системы задачам, поставленным перед ней, например: для системы слепой посадки самолетов показателем эффективности может служить вероятность успешной посадки, для междугородной телефонной связи – среднее время ожидания соединения с абонентом, для производственного процесса – среднее число изделий, выпускаемых за смену и т.д. Материалы по изучению целей и задач и результаты проведенных экспериментов используют для обоснования технического задания на разработку системы.

В соответствии с техническим заданием намечают один или несколько вариантов системы, которые, по мнению проектировщиков, заслуживают дальнейшего рассмотрения и подробного исследования. Анализ вариантов системы (*системный анализ*) проводится по результатам *математического моделирования*, которое на практике представляет собой компьютерное имитационное моделирование системы. Имитационная модель представляет собой некий алгоритм, при помощи которого вычислительная система вырабатывает информацию, характеризующую поведение элементов моделируемой системы и их взаимодействие в процессе функционирования. Получаемая информация позволяет определить показатели эффективности системы, обосновать её оптимальную структуру и составить рекомендации по совершенствованию исследуемых вариантов. Существуют и аналитические методы оценки свойств сложных систем, основанные на результатах применения теории вероятностей (случайных) процессов.

Проектировщики сложных систем – специалисты широкого профиля, инженеры-системотехники, обладающие достаточными знаниями в конкретной области техники, имеющие повышенную математическую подготовку, а также знающие основы вычислительной техники, автоматизации управления, исследования операций и особенности их практического применения. Помимо них в группу внешнего проектирования сложных систем обычно включают специалистов по системному анализу и математическому моделированию, а также инженеров, способных организовать взаимодействие между элементами системы.

Существенные особенности имеют испытания сложных систем. Натурный эксперимент в чистом виде используется только для оценки параметров важнейших элементов системы. В комплексных же испытаниях системы значительную роль играют имитационные модели. В частности, на их основе строят имитаторы воздействий внешней среды, генераторы фиктивных сигналов и сообщений, формируют реализации процессов функционирования элементов, участие которых в натурном эксперименте нецелесообразно.

# ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Схема** (от греч. *scheta* – наружный вид, форма, набросок, очерк) – 1) изображение, описание, изложение чего-либо в общих, главных чертах; 2) Чертеж, воспроизводящий обычно с помощью условных обозначений и без соблюдения масштаба основную идею какого-либо устройства, сооружения и т.д.

**Схема в конструкторской документации** – документ, на котором условными графическими обозначениями показаны составные части изделия (или установки) и соединения или связи между ними. Схемы выполняются, как правило, без учета масштаба и действительного пространственного расположения составных частей изделия. В зависимости от типа элементов изделий и вида связей между ними схемы подразделяют на электрические, пневматические, гидравлические, кинематические и комбинированные; в соответствии с назначением различают схемы структурные, функциональные, принципиальные, соединений, подключений, общие, расположения.

**Структурная схема** определяет основные функциональные части изделия (установки), их назначение и взаимосвязи; она разрабатывается при проектировании (конструировании) изделия раньше схем других типов и используется при изучении структуры изделия и программы его работы, а также во время его эксплуатации.

**Функциональная схема** раскрывает процессы, протекающие в изделии и его отдельных частях; используется при изучении функциональных возможностей изделий, а также при их наладке, регулировке, контроле и ремонте.

**Принципиальная схема** определяет полный состав элементов изделия и связей между ними и, как правило, дает детальное представление о принципе работы изделия; служит основанием для разработки других конструкторских документов, например электромонтажных чертежей, спецификации.

**Схема соединений (внутренних и внешних)** отображает связи составных частей изделия, способы прокладки, крепления или подсоединения проводов, кабелей или трубопроводов, а также места их присоединения или ввода.

На **схеме подключений** показывают внешние подключения изделия; эти схемы используют при монтаже и эксплуатации комплексов.

**Общая схема** определяет составные части комплекса (сложного изделия) и соединения их между собой на месте эксплуатации; предназначена преимущественно для общего ознакомления с комплексами.

# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА

## (в соответствии с ФГОС ВО 11.03.03 КТЭС)

### Цель: освоить перечень основных...

**ОПК-3** способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей

**ОПК-7** способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

**ПК-1** способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования

**ПК-4** способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов конструкций электронных средств

**ПК-5** готовностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств

**ПК-6** готовностью выполнять расчёт и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

### ...и второстепенных компетенций курса СиСЭС

**ОК-7** способностью к самоорганизации и самообразованию

**ОПК-2** способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

**ОПК-4** готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации

**ОПК-5** способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

**ПК-8** готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

**ПК-7** способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы

## **В ПЕРЕВОДЕ НА ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ - ЦЕЛЬ КУРСА:**

Сформировать у студентов способность самостоятельно *определять потребность* в разработке ЭС, *составлять ТЗ*, *проектировать* электронные схемы любых электронных (ЭС) и радиоэлектронных средств (РЭС) любой степени сложности и *оформлять* необходимую конструкторскую документацию (КД).

*Причем проектируемые ЭС и РЭС должны удовлетворять следующим общетехническим требованиям:*

<b>Надежность</b>	<b>Интегрируемость</b>	<b>Ремонтопригодность</b>
<b>Серийность</b>	<b>Стабильность</b>	<b>Безотказность</b>
<b>Технологичность</b>	<b>Помехоустойчивость</b>	<b>Долговечность</b>
<b>Экономичность</b>	<b>Робастность</b>	<b>Сохраняемость</b>
<b>Энергосберегаемость</b>	<b>Эффективность</b>	
<b>Транспортабельность</b>		
<b>Функциональность</b>	<b>Эргономичность</b>	<b>Инновационность</b>
<b>Интеллектуальность</b>	<b>Адаптивность...</b>	

**и др...**

# ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ КУРСА:

- 1) НАУЧИТЬСЯ АНАЛИЗИРОВАТЬ  
(«ЧИТАТЬ») ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ  
ЭС и РЭС
- 2) НАУЧИТЬСЯ СИНТЕЗИРОВАТЬ  
(ПРОЕКТИ-РОВАТЬ)  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭС и РЭС

# АНАЛИЗИРОВАТЬ («ЧИТАТЬ») ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭС и РЭС

## ЗНАЧИТ

**ЗНАТЬ:** условно-графические обозначения (УГО) электронных компонентов схем и функциональных узлов (ФУ); их позиционные обозначения, номиналы, классы точности (допуски) номиналов, маркировку, внешний вид, назначение, функции, области использования, достоинства и недостатки, сильные и слабые стороны; основные физические, электрические и геометрические параметры, эксплуатационные характеристики и свойства электрорадиоэлементов (ЭРЭ); физические свойства материалов ЭРЭ; классификацию и номенклатуру ЭРЭ; классификацию ФУ; схемы электрические принципиальные типовых ФУ; схемы электрические структурные типовых РЭУ; назначение и правила построения эквивалентных схем и схем замещения ФУ; методы, правила и формулы расчета номиналов ЭРЭ и основных технических характеристик типовых ФУ; правила построения цепей и соединения ЭРЭ друг с другом; правила соединения и согласования ФУ; математические методы описания цепей постоянного и переменного токов; цели и правила частотного анализа радиотехнических цепей; характеристики и методы описания радиотехнических сигналов, цепей и систем; основы системотехники; правила построения и преобразования структурных схем; способы устранения шумов и помех; правила и цели согласования ФУ; особенности влияния конкретных ЭРЭ и ФУ на основные параметры и характеристики радиотехнических сигналов; место СиСЭС среди других отраслей науки и техники; иерархию электронных систем; нормативно-техническую документацию в области схемотехники (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ...)

# АНАЛИЗИРОВАТЬ («ЧИТАТЬ») ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭС и РЭС

## ЗНАЧИТ

**УМЕТЬ:** идентифицировать и определять назначение типовых схем ФУ в общей электрической схеме радиоэлектронного устройства (РЭУ), ЭС и РЭС; идентифицировать и определять назначение РЭУ, ЭС или РЭС по его электрическим схемам (принципиальным, функциональным или структурным); составлять эквивалентные схемы и схемы замещения ФУ; синтезировать схему электрическую структурную (функциональную) из схемы электрической принципиальной и наоборот; определять типы преобразований информационных сигналов в схемах и строить эпюры сигналов в конкретных местах электрических схем; оценивать примерные технические (ТХ) и тактико-технические характеристики (ТТХ) по виду схемы электрической принципиальной; оценивать работоспособность и эффективность электрических принципиальных схем для конкретной прикладной задачи по используемым схемотехническим решениям и типовым ФУ; обосновывать и обеспечивать оптимальные режимы эксплуатации ЭРЭ, типовых ФУ, РЭУ, ЭС, РЭС; использовать знания других научно-технических отраслей для нахождения необходимой информации; самостоятельно повышать собственную квалификацию; формулировать условия технической задачи и её главный вопрос; пользоваться 11 нормативно-технической документацией в области схемотехники

# АНАЛИЗИРОВАТЬ («ЧИТАТЬ») ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭС и РЭС

## ЗНАЧИТ

**ВЛАДЕТЬ**: опытом радиомонтажной практики; опытом натурального моделирования и конструирования РЭУ, ЭС и РЭС; опытом компьютерного схемотехнического моделирования; навыками по использованию специальной технической литературы; методами поиска, анализа и синтеза специальной технической информации; навыками формулирования технических задач в части обобщения условий проблемной ситуации, постановки главного вопроса задачи и определения алгоритма её решения; навыками использования контрольно-измерительных приборов для контроля работоспособности ЭРЭ и наладки электрических схем; навыками обоснования и обеспечения оптимальных режимов эксплуатации полупроводниковых приборов, типовых ФУ, РЭУ, ЭС, РЭС в процессе их конструирования...

# СИНТЕЗИРОВАТЬ (ПРОЕКТИРОВАТЬ) ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЭС и РЭС

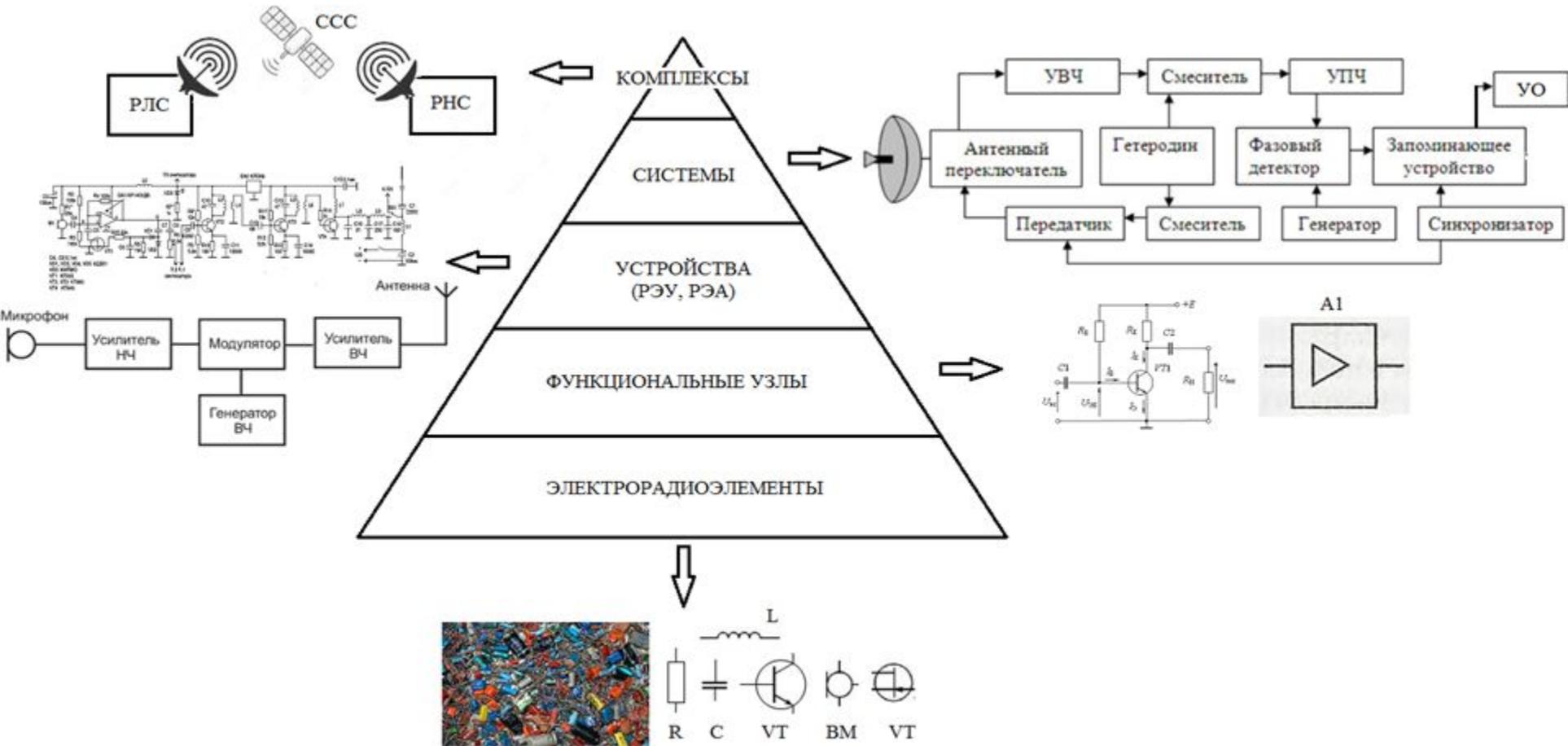
## ЗНАЧИТ

**ЗНАТЬ**: основы системотехники; основные физические эффекты; возможности современного программного обеспечения в области схемотехники и системотехники...

**УМЕТЬ**: осуществлять все этапы схемотехнического проектирования ЭС (СПЭС); самостоятельно повышать собственную квалификацию; отслеживать достижения современной электроники, схемотехники и системотехники; использовать нормативно-техническую и другую документацию...

**ВЛАДЕТЬ**: методами ТРИЗ; общими методами проектирования; системным подходом (мышлением); методами научно-технического творчества; методами тайм-менеджмента; методами планирования сложных проектов (разработка сетевых, ленточных графиков); методами по оптимизации технических проектных решений; методами факторного анализа; методами функционально-стоимостного анализа; основами патентоведения; основами научных исследований; опытом работы со схемотехническим ПО; опытом работы с САПРами по оформлению чертежей, КД, спецификации и других сопутствующих документов; желанием постоянно заниматься схемотехникой и системотехникой и непрерывно повышать свой квалификационный уровень...

# ИЕРАРХИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ



# СТРУКТУРА КУРСА СиСЭС

**I. ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА СХЕМОТЕХНИКИ ЭС (определение, УГО, ПО, внешний вид, маркировка, назначение (функция), классификация, основные параметры, принцип работы, эквивалентные схемы, примеры использования в схемах различных ФУ)**

**1.1) Аналоговая элементная база ЭС**

- Коммутационные изделия, реле и соединители
- R, L, C
- Диоды (выпрямительные, стабилитроны, варикапы, фотодиоды, светодиоды...)
- Транзисторы (биполярные (n-p-n, p-n-p структур), полевые (с n- и p-каналом), униполярные)
- Операционные усилители
- Прочие изделия (ЭВЛ, пьезоэлектрические приборы, источники питания, электродвигатели, акустические приборы, электронные лампы, источники света и пр)

**1.2) Цифровая элементная база ЭС**

- Логические элементы И, НЕ, ИЛИ и их комбинации
- Шифраторы / дешифраторы
- Мультиплексоры / демультимплексоры
- Триггеры
- Компараторы
- Регистры
- Прочие (микроконтроллеры, микропроцессоры и пр...)

**1.3) Аналого-цифровая элементная база ЭС**

- АЦП / ЦАП

# СТРУКТУРА КУРСА СиСЭС

## II. РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ

2.1) Определение

2.2) Назначение

2.3) Основные характеристики

2.4) Классификация

2.5) Способы математического представления и количественного описания сигналов

2.6) Особенности влияния линейных и нелинейных РТЦ на параметры сигналов

2.7) Шумы и помехи. Их роль в РЭУ, ЭС, РЭС. (Определение, классификация, области использования, методы устранения)

# СТРУКТУРА КУРСА СиСЭС

**III. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УЗЛЫ ЭС И ИХ СХЕМОТЕХНИКА (определение, УГО на структурных схемах, назначение (функция), классификация, основные параметры, примеры использования в схемах различных РЭУ, методы, способы и формулы расчета номиналов ЭРЭ, особенности реализации на разной элементной базе, эквивалентные схемы)**

- 3.1) Простейшие схемы (делители токов, напряжений, аттенюаторы, мосты, фазовращатели...)
- 3.2) Резонансные цепи (параллельный и последовательный колебательные контуры)
- 3.3) Фильтры (ФНЧ, ФВЧ, ПЗФ, ППФ, гребенчатые, режекторные, на ОУ, цифровые)
- 3.4) Выпрямители
- 3.5) Стабилизаторы
- 3.6) Усилители (на диодах, транзисторные, на ОУ, на спецм/сх-х)
- 3.7) Обратные связи (ООС, ПОС, по напряжению, по току, параллельные, последовательные)
- 3.8) Генераторы сигналов
- 3.9) Датчики
- 3.10) Модуляторы (смесители, перемножающие аналоговые устройства)
- 3.11) Умножители частоты
- 3.12) Делители частоты
- 3.13) Сумматоры сигналов
- 3.14) Ограничители уровня
- 3.15) Прочие

# СТРУКТУРА КУРСА СиСЭС

## IV. СОГЛАСОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УЗЛОВ

- 4.1) Определение, цель согласования
- 4.2) Входное сопротивление и его измерение
- 4.3) Выходное сопротивление и его измерение
- 4.4) Согласование сопротивлений для оптимальной передачи напряжения
- 4.5) Согласование сопротивлений для оптимальной передачи мощности
- 4.6) Согласование сопротивлений для оптимальной передачи тока
- 4.7) Согласование сопротивлений для минимизации шума усилителя
- 4.8) Принцип изменения сопротивления
- 4.9) Изменения сопротивления с помощью трансформатора
- 4.10) Примеры схем согласующих узлов и их развязок

# СТРУКТУРА КУРСА СиСЭС

## V. СИСТЕМОТЕХНИКА

5.1) Определение

5.2) Цели и задачи

5.3) Многообразие физических эффектов и явлений, которые необходимо знать специалисту-системотехнику. Примеры использования. Их роль в функционировании ЭС и РЭС

5.4) Классификация РЭУ

5.5) Правила построения и преобразования структурных схем

5.6) Обзор типовых структурных схем РЭУ и РЭС из курсов РТС, РЛС, РНС, ФИПС, ПИОС, ТВУ

5.7) Место схемотехнического проектирования в жизненном цикле РЭС

5.8) Обзор методов инженерного и инновационного мышления и творчества, используемых в СПЭС (тайм-менеджмент, методы проектного планирования, ТРИЗ, использование готовых стратегий (системный анализ, многофакторный анализ, функционально-стоимостной анализ, теория принятия решений, поиск границ, кумулятивная стратегия Пейджа, стратегия CASA), управление стратегией (переключение стратегий, фундаментальный метод проектирования Мэтчетта (FDM)), методы исследования проектных ситуаций, методы поиска идей (мозговой штурм, синектика, ликвидация тупиковых ситуаций, морфологические карты), методы исследования структуры проблемы (матрица взаимодействий, сеть взаимодействий, AIDA, трансформация системы, смещение границ, проектирование новых функций, определение компонентов, классификация проектной информации), методы оценки (контрольные перечни, выбор критериев, ранжирование и взвешивание, составление технического задания, оценка индекса надежности по Квирку))

5.9) Алгоритм СПЭС

5.10) Методические примеры СПЭС

# СТРУКТУРА КУРСА СИСЭС

## VI. ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И САПР ДЛЯ СПЭС

- 6.1) Определение
- 6.2) Цели и задачи
- 6.3) Классификация ПО
- 6.4) MicroCAP
- 6.5) Workbench
- 6.6) SolidWorks
- 6.7) Schemotechnika
- 6.8) MicroSim Schematics
- 6.9) sPlan
- 6.10) AutoCAD
- 6.11) Kompas
- 6.12) SprintLayout
- ...

# СТРУКТУРА КУРСА СиСЭС

**VII. РЕКОМЕНДАЦИИ ОПЫТНЫХ ИНЖЕНЕРОВ-СХЕМОТЕХНИКОВ**

**VIII. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИЗУЧЕНИЯ СПЭС**

8.1) Литература

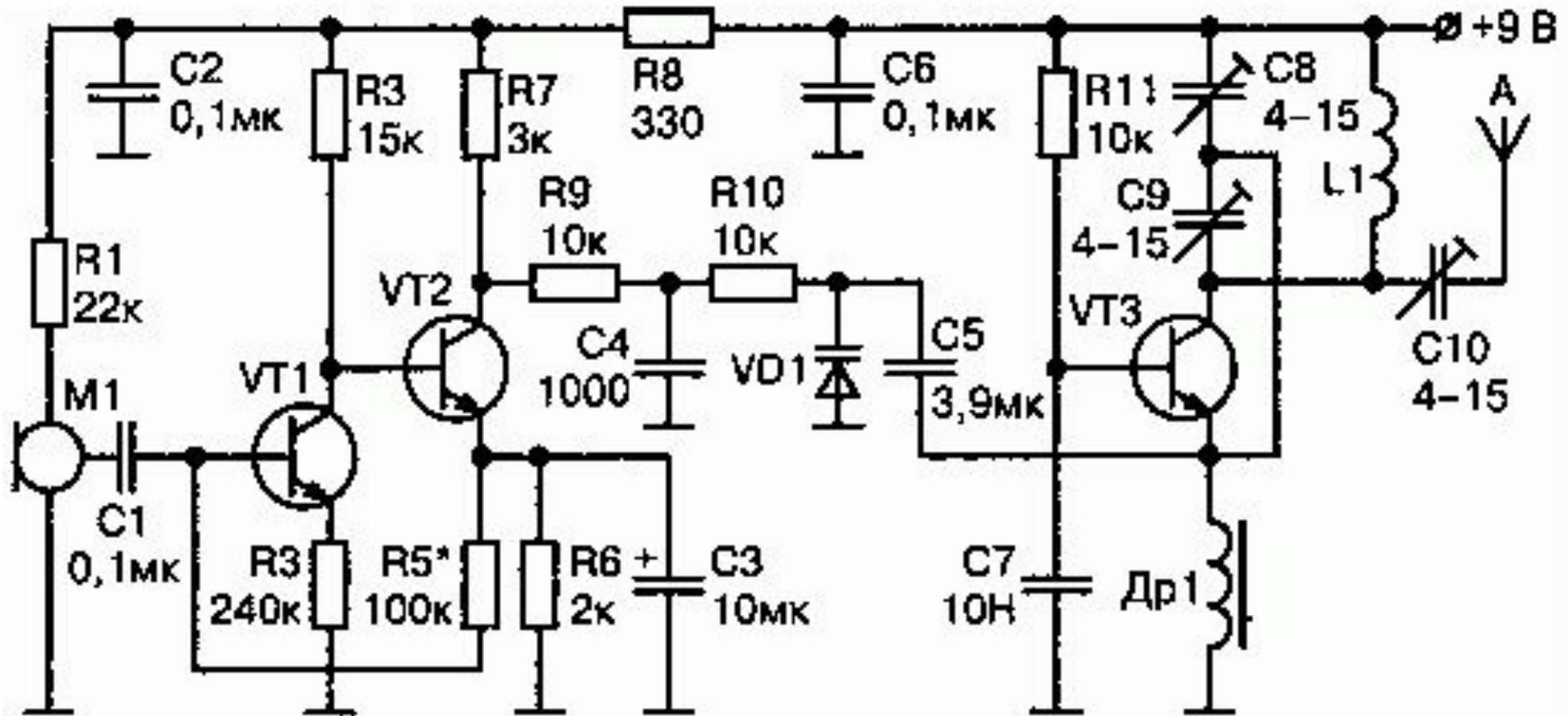
8.2) Задачи

8.3) Перспективы. Будущее схемотехники

8.4) Современные глобальные проекты, требующие специалистов со знанием СиСЭС

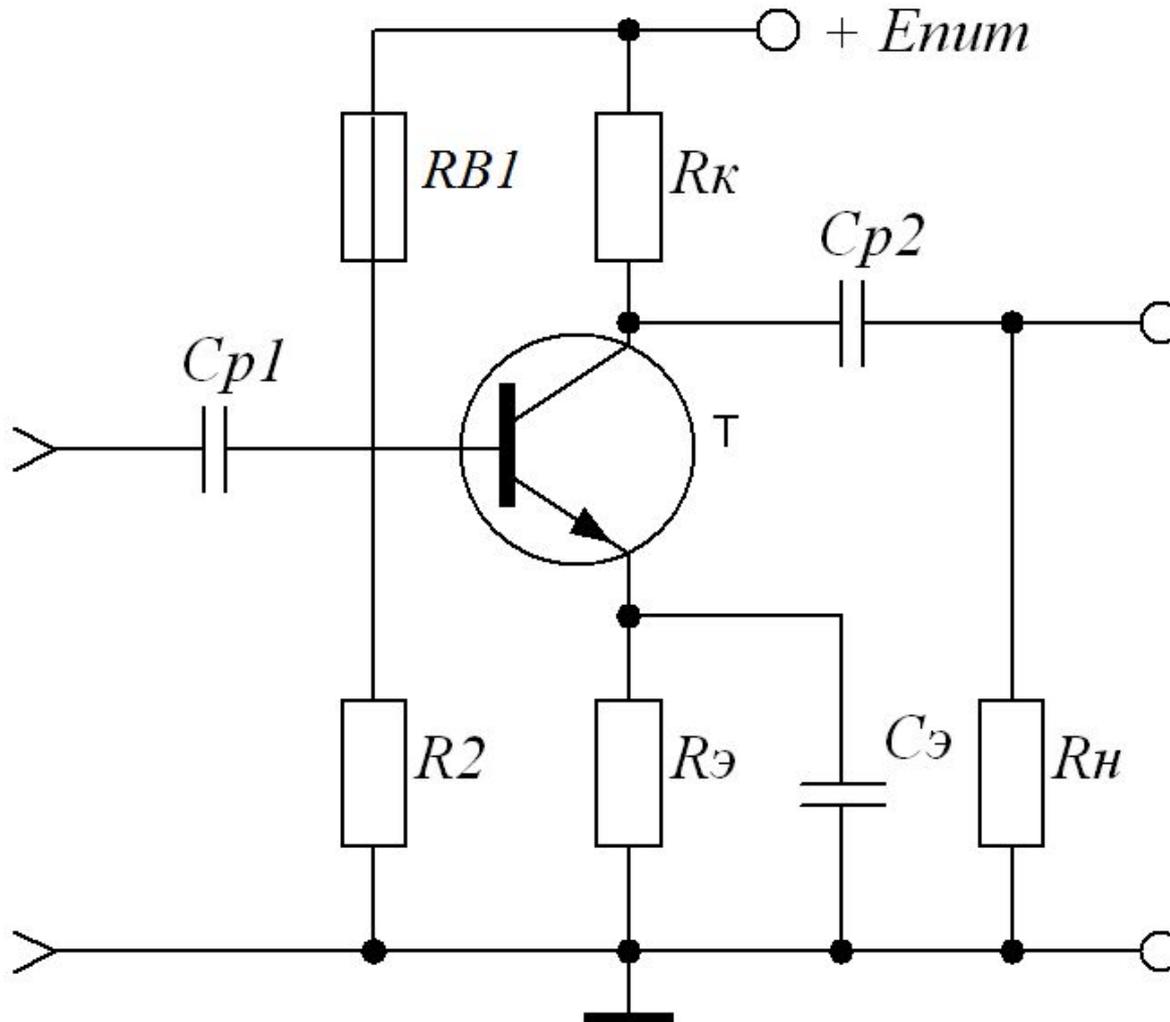
# Примерные задания экзаменационных билетов

1) Дана схема. Идентифицируйте РЭУ, определите его назначение (функцию), нарисуйте структурную схему. Оцените (примерно) технические характеристики РЭУ.



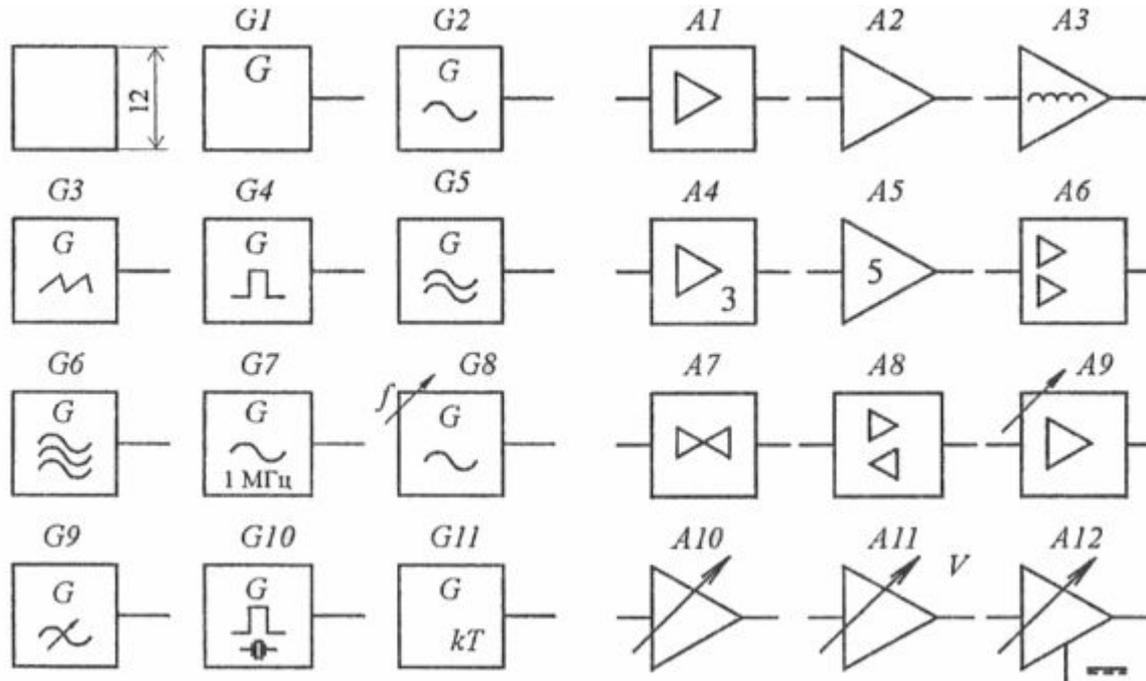
# Примерные задания экзаменационных билетов

2) Дана типовая схема ФУ. Идентифицируйте ФУ, определите его назначение (функцию), найдите ошибки.



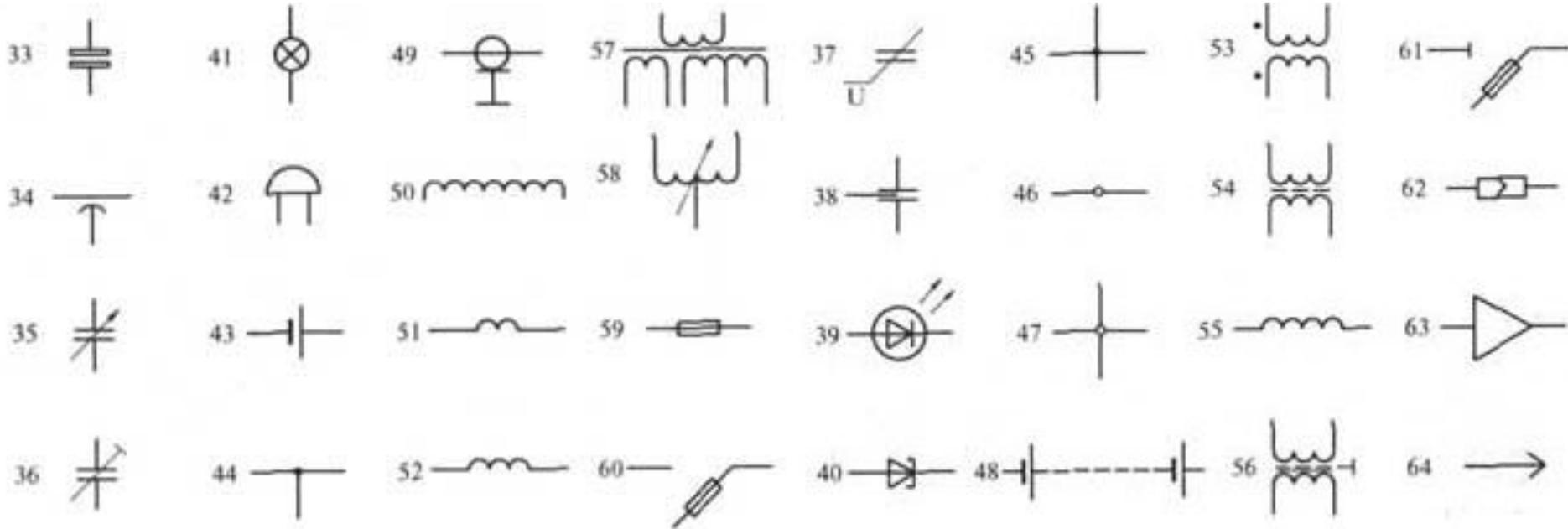
# Примерные задания экзаменационных билетов

3) Даны УГО ФУ. Дайте стандартное название каждому обозначению.



# Примерные задания экзаменационных билетов

4) Даны УГО ЭРЭ. Дайте стандартное название каждому обозначению. Приведите его позиционное обозначение.



# Примерные задания экзаменационных билетов

- 5) Нарисуйте схему электрическую принципиальную однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе структуры n-p-n с делителем напряжения в базовой цепи и эмиттерной термостабилизацией.
- 6) Нарисуйте типовую структурную электрическую схему радиопередающего устройства.

# Домашнее задание до 18 сентября

- 1) Хабловски И., Скулимовски В. Электроника в вопросах и ответах (**ГЛАВЫ 1-4**)
- 2) Е. Айсберг. Транзистор? Это очень просто!..4-е издание (**Всю книгу!**)
- 3) Р. Сворень. Электроника. Шаг за шагом. (**Первые 10 глав включительно до 206 стр**)
- 4) Зорин А.Ю. УГО на электрических схемах (**ВСЕ 16 ГЛАВ!**)

# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Какое место занимает дисциплина СиСЭС среди других курсов направления 11.00.00?
- 2) Дайте определения терминам «схемотехника», «системотехника».
- 3) Что такое компетенция?
- 4) Какими компетенциями должен обладать специалист по схемотехнике и системотехнике?
- 5) Сформулируйте основную цель СиСЭС и перечислите основные задачи по её достижению.
- 6) Что означает «анализировать» (читать) электрические схемы ЭС и РЭС?
- 7) Что означает «синтезировать» (проектировать) электрические схемы ЭС и РЭС?
- 8) Опишите иерархию электронных систем.
- 9) По какой логике строится структура курса СиСЭС?