

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая  
Григорьевича Столетовых"  
(ВлГУ)



А.А. Панфилов

\_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Компоненты электронных средств»**

Направление подготовки: 12.03.04 – "Биотехнические системы и технологии".

Профиль – "Биомедицинская инженерия".

Уровень высшего образования: Академический бакалавриат.

Форма обучения: Заочная.

Семестр	Трудоем- кость, зач. ед, час.	Лекций, час.	Лаборат. работ, час.	Практ. за- нят., час.	СРС час.	Форма промежуточного контроля, час. (экз./зачет)
4	4, 144	8	-	8	101	(27) экзамен
Итого	4, 144	8	-	8	101	(27) экзамен

Владимир 2016

*prof.*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов представления о составе и направлениях развития элементной базы электронных средств, областях и особенностях применения типовых электрорадиоэлементов и устройств функциональной электроники, освоение методов проектирования нетиповых устройств функциональной электроники и электрорадиоэлементов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Компоненты электронных средств» относится к обязательным дисциплинам вариативной части ОПОП ВО и изучается в четвертом семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении курсов "Физика", "Начальный практикум по электронике", "Теоретические основы электротехники", "Химия; используются также сведения, излагаемые в одновременно в дисциплинах: "Основы электроники".

Получаемые в процессе изучения курса знания используются при изучении дисциплин "Аналоговая и цифровая электроника", "Узлы и элементы биотехнических систем", " Медицинские приборы, аппараты, системы, комплексы", "Конструирование электронных и биотехнических средств", при выполнении выпускной квалификационной работы и в профессиональной деятельности.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями в части базовых знаний, необходимых в дальнейшем для понимания современного состояния, проблем и тенденций развития технологии электронных средств в интересах конкретных работодателей:

- способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);
- готовностью внедрять результаты разработок в производство биомедицинской и экологической техники (ПК-4);
- готовностью организовывать метрологическое обеспечение производства деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники (ПК-6);
- способностью проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники (ПК-8);
- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники (ПК-19);
- готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-20);
- способностью разрабатывать проектно-техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы в предметной сфере биотехнических систем и технологий (ПК-21);
- готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на изделия и устройства медицинского и экологического назначения стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-22).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### **знать:**

- современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);
- методики расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-20);

**уметь:**

- внедрять результаты разработок в производство биомедицинской и экологической техники (ПК-4);
- проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники (ПК-8);
- организовывать метрологическое обеспечение производства деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники (ПК-6);

**владеть:**

- навыками сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники (ПК-19);
- основными приёмами разработки проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ в предметной сфере биотехнических систем и технологий (ПК-21).

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Неделя семестра	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Контрольные работы			СРС
1	ВВЕДЕНИЕ. Основные понятия и определения. Элементная база ЭС и ее состав.	4		0,1				2	0,03 / 30 %	
2	УСТРОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТЫ В ЭС									
2.1	Функции и классификация УФЭ и ЭРЭ			0,1				2	0,03 / 30 %	
2.2	Эксплуатационные, конструктивно-технологические и другие требования к УФЭ и ЭРЭ			0,1				2	0,03 / 30 %	
2.3	Модели, основные и паразитные параметры УФЭ и ЭРЭ			0,1				2	0,03 / 30 %	
2.4	Общие вопросы проектирования УФЭ и ЭРЭ			0,1				2	0,03 / 30 %	
3	КОНСТРУКЦИИ, ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ УФЭ И ЭРЭ									
3.1.1	Резисторы			0,5				2	0,15 / 30 %	
3.1.2	Конденсаторы постоянной ёмкости			0,25				2	0,08 / 32 %	
3.1.3	Конденсаторы переменной ёмкости и подстроечные			0,1				2	0,03 / 30 %	
3.1.4	Конденсаторы с электрически управляемой ёмкостью			0,25				2	0,08 / 32 %	
3.2.1	Катушки индуктивности и дроссели высокой частоты			0,5		4		9	2,15 / 47 %	

3.2.2	Вариометры (катушки переменной индуктивности)		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.3.1	Структура и основные элементы источников вторичного электропитания		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.3.2	Теоретические основы проектирования трансформаторов		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.3.3	Конструкции трансформаторов		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.3.4	Трансформаторы питания		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.3.5	Импульсные трансформаторы и трансформаторы согласования		0,25	2		6	1,08 / 48 %	
3.3.6	Фильтры в ИВЭП и цепях питания, дроссели фильтров		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.4.1	Теоретические основы проектирования устройств фильтрации и задержки сигналов		0,1			2	0,03 / 30 %	
3.4.2	RC-и LC-фильтры		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.4.3	Электрические линии задержки		0,25	2		6	1,08 / 48 %	
3.4.4	Магнитоотрицательные фильтры и линии задержки		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.4.5	Фильтры и линии задержки с пьезо-преобразователями		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.4.6	Фильтры, линии задержки и другие устройства на ПАВ		0,1			2	0,03 / 30 %	
3.4.7	Фильтры, линии задержки и другие устройства на ПЗС		0,1			2	0,03 / 30 %	
3.5.1	Теоретические основы записи и хранения информации		0,1			2	0,03 / 30 %	
3.5.2	Элементы запоминающих устройств на ферритовых сердечниках и магнитных плёнках		0,5			2	0,15 / 30 %	
3.5.3	ЗУ на ЦМД		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.5.4	Запоминающие устройства на полупроводниковых приборах		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.5.5	ЗУ на ПЗС		0,1			2	0,03 / 30 %	
3.5.6	Элементы внешних запоминающих устройств		0,1			2	0,03 / 30 %	
3.6.1	Теоретические основы проектирования контактов, контактных устройств и соединителей		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.6.2	Соединители		0,1			2	0,03 / 30 %	
3.6.3	Контактные коммутационные устройства с ручным управлением		0,1			2	0,03 / 30 %	
3.6.4	Контактные коммутационные устройства с электрическим управлением		0,1			2	0,03 / 30 %	
3.6.5	Бесконтактные коммутационные устройства		0,1			6	0,03 / 30 %	
3.6.6	Элементы волоконно-оптических линий связи		0,1			2	0,03 / 30 %	
3.7.1	УОИ: классификация, характеристики		0,25			2	0,08 / 32 %	
3.7.2	Активные элементы индикации		0,1			2	0,03 / 30 %	
3.7.3	Пассивные элементы индикации		0,1			2	0,03 / 30 %	
3.7.4	Многоэлементные УОИ и проблемы их конструктивной реализации		0,25			2	0,08 / 32 %	
4	ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Перспективы развития УФЭ и ЭРЭ		0,1			2	0,03 / 30 %	
<b>Всего</b>			<b>8</b>	<b>8</b>		<b>101</b>	<b>6,49 / 40 %</b>	<b>(27) экзамен</b>

## Теоретический курс (лекции)

### 1. Введение

Основные понятия и определения. Элементная база ЭС и ее состав. Развитие элементной базы и поколения ЭС. Элементная база ЭС в учебном плане специальности. ЭРЭ и УФЭ как объекты изучения.

### 2. Устройства функциональной электроники и электрорадиоэлементы в ЭС

#### 2.1. Функции и классификация УФЭ и ЭРЭ

Преобразования сигналов в ЭС и функции, выполняемые ЭРЭ и УФЭ. Пассивные дискретные электрорадиоэлементы. Понятие об устройствах интегральной и функциональной электроники. Функциональная классификация УФЭ и ЭРЭ (элементы и устройства фильтрации, задержки, индикации, памяти, коммутации и соединения, питания, согласования и т.д.). Классификация ЭРЭ и УФЭ по физическим явлениям, лежащим в основе их функционирования.

#### 2.2. Эксплуатационные, конструктивно-технологические и другие требования к УФЭ и ЭРЭ

Условия эксплуатации УФЭ и ЭРЭ в ЭС; внешние воздействия на УФЭ и ЭРЭ и их влияние на функциональные свойства, надежность и стабильность; защита от климатических воздействий, учет влияния климатических воздействий при конструировании, выборе материалов, схемная и конструктивная термокомпенсация (общие понятия), термо- и криостатирование, влагозащита; защита от электромагнитных и радиационных воздействий (общие понятия); защита от механических воздействий (общие понятия); повышение жесткости и прочности.

Миниатюризация и микроминиатюризация элементов ЭС, возникающие противоречия и проблемы, пути преодоления. Планаризация. Безвыводные элементы.

Обеспечение технологичности УФЭ и ЭРЭ.

#### 2.3. Модели, основные и паразитные параметры УФЭ и ЭРЭ

Модель УФЭ и ЭРЭ как композиции рабочего элемента (определяющего основные функциональные свойства), элементов, обеспечивающих жесткость и прочность, элементов защиты от внешних воздействий (климатических, механических, электромагнитных и других), элементов крепления и соединения. Построение эквивалентной схемы (электрической модели) на основе анализа конструктивной модели. Понятие модели как системы параметров. Понятие математической модели. Основные (определяющие функциональные свойства изделия) и паразитные (ухудшающие качество функционирования) параметры; их физическое обоснование, связь с конструкцией и технологией.

#### 2.3. Общие вопросы проектирования УФЭ и ЭРЭ

Стандартизация УФЭ и ЭРЭ и их параметров; проблемы стандартизации; ряды номинальных величин параметров; учет случайного характера отклонений и изменения характеристик и параметров (использование вероятностных методов); обеспечение надежности работы УФЭ и ЭРЭ при наличии внешних воздействий; модели отказов, индивидуальное прогнозирование качества и надежности; методы ускоренных испытаний; обеспечение высокой эффективности проектирования и изготовления УФЭ и ЭРЭ при использовании САПР и ГАП; прогрессивные технологии изготовления УФЭ и ЭРЭ, минимизация объема сборочных операций и точной механической обработки; системный подход при проектировании и применении УФЭ и ЭРЭ; направления повышения технической и экономической эффективности применения УФЭ и ЭРЭ в ЭС.

Конструкторская документация на УФЭ и ЭРЭ и отображение применения УФЭ и ЭРЭ в ЭС в конструкторской документации на ЭС, требования ЕСКД.

Задачи конструкторов-технологов ЭС в исследовании, проектировании и производстве УФЭ и ЭРЭ.

### 3. Конструкции, характеристики и методики проектирования различных видов УФЭ и ЭРЭ

#### 3.1. Резисторы и конденсаторы

Требования к дискретным резисторам и конденсаторам в современных ЭС.

##### 3.1.1. Резисторы

Резисторы. Назначение. Конструкции постоянных, переменных и подстроечных резисторов, материалы токопроводящих элементов; схемы замещения и параметры постоянных резисторов; специфические характеристики переменных и подстроечных резисторов. Виды и причины шумов резисторов, частотные свойства. Классификация, обозначения и номенклатура резисторов; специальные резисторы (прецизионные, высокочастотные, измерительные и др.). Микрорезисторы. Постоянные и подстроечные резисторы для поверхностного монтажа.

Нелинейные резисторы (варисторы, термо-, фото-, магниторезисторы и др.): вольтамперные характеристики, основные свойства, применяемые материалы, конструкции; обозначения, номенклатура, области применения.

##### 3.1.2. Конденсаторы постоянной ёмкости

Назначение. Классификация. Схемы замещения и параметры. Конструкции конденсаторов постоянной ёмкости с различными диэлектриками, их обозначения и номенклатура. Специальные типы конструкций конденсаторов: проходные, опорные, высоковольтные, высокочастотные и импульсные, безвыводные и др.

Электролитические конденсаторы: конструкции, применяемые материалы, основные свойства, параметры. Сравнение свойств конденсаторов различных типов и области их применения в ЭС. Микроконденсаторы. Конденсаторы для поверхностного монтажа.

Ионисторы.

### *3.1.3. Конденсаторы переменной ёмкости и подстроечные*

Назначение, функциональные характеристики, структура и элементы конструкции конденсаторов переменной ёмкости. Специальные типы конденсаторов переменной ёмкости (дифференциальные, "бабочка" и др.). Стабильность при климатических и механических воздействиях и связь с конструкцией. Конструктивно-технологические типы конденсаторов переменной ёмкости и их технико-экономическое сравнение. Проектирование конденсаторов переменной ёмкости.

Подстроечные конденсаторы. Классификация, конструкции (дисковые, пластинчатые, трубчатые), параметры, области применения.

### *3.1.4. Конденсаторы с электрически управляемой ёмкостью*

Вариконды. Принцип действия, конструкции, характеристики, области применения.

Варикапы. Принцип действия, характеристики современных варикапов и варикапных матриц. Коэффициент перекрытия по ёмкости, стабильность, добротность, частотные свойства, управляющие напряжения, схемы включения.

Сравнение технико-экономических характеристик и области применения в ЭС конденсаторов переменной ёмкости с механическим и электрическим управлением.

## *3.2. Катушки индуктивности*

### *3.2.1. Катушки индуктивности и дроссели высокой частоты*

Назначение. Структура конструкции. Схема замещения, основные и паразитные параметры. Влияние конструкции, материала каркаса и способа намотки на стабильность, добротность, собственную ёмкость катушек. Добротность катушек индуктивности, составляющие сопротивления потерь и их зависимость от частоты; оптимизация диаметра провода и размеров катушек.

Свойства, конструкции и особенности проектирования экранированных катушек и катушек индуктивности с магнитными сердечниками; влияние соотношения размеров экрана и катушки и степени замкнутости сердечника на параметры катушек.

Проблемы миниатюризации катушек индуктивности. Микрокатушки.

Сильноточные и высоковольтные катушки: специфика требований, особенности конструкций и проектирования.

Дроссели высокой частоты. Специфические требования к параметрам. Конструктивные особенности. Характеристики. Особенности расчета. Применение в ЭС.

### *3.2.2. Вариометры (катушки переменной индуктивности)*

Катушки переменной индуктивности: возможности реализации. Вариометры с переменным числом витков, с переменной взаимной индуктивностью, с магнитными и немагнитными сердечниками и др.; конструкции, характеристики, области применения в ЭС.

## *3.3. Трансформаторы и элементная база ИВЭП*

### *3.3.1. Структура и основные элементы источников вторичного электропитания*

Назначение источников вторичного электропитания (ИВЭП) ЭС и их влияние на массогабаритные и экономические показатели ЭС.

Структура и основные элементы ИВЭП и цепей питания. Факторы, определяющие массогабаритные и экономические показатели ИВЭП, зависимость от рабочей частоты. Статические преобразователи в ИВЭП.

### *3.3.2. Теоретические основы проектирования трансформаторов*

Принцип действия и основные элементы конструкции трансформатора. Схема замещения. Параметры. Основное уравнение трансформатора: связь между передаваемой мощностью, размерами, рабочей частотой, потерями и характеристиками примененных материалов. Амплитудно-частотная характеристика и передача импульсного сигнала трансформатором.

### *3.3.3. Конструкции трансформаторов*

Типы конструкций магнитопроводов трансформаторов: броневого, стержневые, тороидальные; ленточные и шихтованные. Параметры магнитопроводов.

Конструкции обмоток трансформаторов: цилиндрические (каркасные и бескаркасные) и дисковые; свойства. Секционирование. Влияние конструкции обмотки на параметры трансформатора.

### *3.3.4. Трансформаторы питания*

Разновидности трансформаторов питания. Исходные данные и порядок расчета трансформаторов питания. Роль тепловых режимов, надежность. Влияние рабочей частоты и формы напряжения на конструкцию трансформаторов питания. Трансформаторы статических преобразователей. Влияние на работу трансформатора внешних воздействий. Унификация и стандартизация. Особенности схемотехники и перспективные направления конструирования трансформаторов питания.

### *3.3.5. Импульсные трансформаторы и трансформаторы согласования*

Импульсные трансформаторы: области применения, передача импульса трансформатором, особенности конструктивного исполнения и расчета. Высоковольтные и другие специальные импульсные трансформаторы.

Трансформаторы согласования (трансформаторы звуковых частот). Применение в ЭС. Амплитудно-частотная характеристика, частотные и нелинейные искажения; влияние тока подмагничивания. Схемотехнические особенности. Особенности конструктивного исполнения и расчета.

### *3.3.6. Фильтры в ИВЭП и цепях питания, дроссели фильтров*

Назначение фильтров в цепях питания (помехоподавление, сглаживание пульсаций), фильтры во входных цепях ИВЭП и в цепях выпрямленного напряжения. Основные расчетные соотношения для сглаживающих фильтров. Особенности применения резисторов, конденсаторов и дросселей в источниках питания.

Дроссели фильтров: конструкции, порядок расчета. Унифицированные дроссели фильтров.

## *3.4. Устройства фильтрации и задержки сигналов*

### *3.4.1. Теоретические основы проектирования устройств фильтрации и задержки сигналов*

Устройства фильтрации и задержки сигналов в современных ЭС. Физический смысл и математические закономерности, описывающие эффекты фильтрации и задержки сигналов. Фильтрация как накопление. Процесс фильтрации в частотной и временной областях. Классификация устройств фильтрации: аналоговые, дискретные и цифровые фильтры. Принцип действия частотных фильтров и их параметры.

Классификация устройств фильтрации и задержки сигналов по физическим явлениям, лежащим в основе их функционирования. Электрические фильтры, классификация (ФНЧ, ФВЧ, полосовые, режкторные), основные параметры. Структура фильтров.

### *3.4.2. RC-и LC-фильтры*

Пассивные и активные RC-фильтры. Принцип действия. Расчетные соотношения. Роль резисторов и конденсаторов и требования к ним. Учет параметров операционного усилителя при оценке характеристик активных фильтров. Гираторы.

LC-фильтры, их разновидности, особенности; зависимость характеристик от добротности, стабильности и точности элементов. Особенности конструктивного исполнения.

### *3.4.3. Электрические линии задержки*

Линии задержки с распределенными параметрами. Типы линий, характеристики, конструкции, области применения. Микрополосковые линии задержки. Линии задержки на элементах с сосредоточенными параметрами (искусственные линии задержки).

### *3.4.4. Магнитоотрицательные фильтры и линии задержки*

Магнитоотрицательный преобразователь: принцип действия, схема конструкции, эквивалентная схема, характеристики.

Магнитоотрицательные фильтры, структура конструкции, элементы магнитоотрицательных фильтров, основные свойства и характеристики. Применения магнитоотрицательных фильтров в ЭС.

Магнитоотрицательные линии задержки: элементы конструкции, характеристики, применяемые материалы, области применения в ЭС.

### *3.4.5. Фильтры и линии задержки с пьезоэлектрическими преобразователями*

Фильтры и линии задержки на объемных акустических волнах: структура, элементы, основные характеристики преобразователя, резонатора, звукопровода.

Кварцевые резонаторы и пьезокерамические фильтры. Конструкции, эквивалентные схемы, основные характеристики, области применения. Стандартизация.

Линии задержки с пьезоэлектрическими преобразователями. Конструкции, характеристики, применяемые материалы, области применения в ЭС.

### *3.4.6. Фильтры, линии задержки и другие устройства на поверхностных акустических волнах*

Физическая сущность, принцип действия и структура акустоэлектронных изделий. Преобразователи поверхностно-акустических волн (ПАВ). Характеристики преобразователей. Аподизация. Эквидистантные и неэквидистантные преобразователи. Согласующие цепи входных и выходных преобразователей. Выбор материалов акустоэлектронных устройств. Методы расчета. Влияние погрешностей изготовления преобразователей и нестабильности свойств материалов на характеристики устройств.

Фильтры, резонаторы и линии задержки на ПАВ. Схемы расположения электродов, особенности, конструкции, характеристики.

Конвольверы, устройства свертки и другие устройства на ПАВ.

Акустооптические устройства.

Области применения акустоэлектронных устройств в ЭС.

*3.4.7. Фильтры, линии задержки и другие устройства на приборах с зарядовой связью*

Структура и принцип действия приборов с зарядовой связью (ПЗС). Формирование, продвижение и считывание зарядовых пакетов. Выбор тактовой частоты. Элементы конструкции приборов с зарядовой связью (ПЗС). Выбор материалов подложки и электродов.

Фильтры и линии задержки на ПЗС. Принцип работы, схемы расположения электродов, свойства, конструкции, характеристики.

Фоточувствительные ПЗС. Другие устройства на ПЗС. Микросхемы на ПЗС.

*3.5. Элементы запоминающих устройств*

*3.5.1. Теоретические основы записи и хранения информации*

Применение устройств памяти в ЭС. Основные параметры и характеристики, требования к ним; виды доступа к информации (произвольная выборка, последовательные считывание-запись). Возникающие противоречия и проблемы. Классификация запоминающих устройств по способам доступа и техническим характеристикам.

Физические явления, лежащие в основе функционирования различных запоминающих устройств; использование статических и динамических неоднородностей для записи информации. Классификация запоминающих элементов и устройств по физическим принципам записи.

*3.5.2. Элементы запоминающих устройств на ферритовых сердечниках и тонких магнитных пленках*

Элементы памяти на кольцевых и других магнитных сердечниках. Запоминающий элемент; запись и считывание информации. Способы построения запоминающих устройств. Особенности работы при внешних воздействиях. Миниатюризация. Методы повышения надежности и технологичности производства. Области применения.

Элементы памяти на тонких магнитных пленках (цилиндрических и плоских). Оси легкого и трудного намагничивания. Особенности запоминания информации. Способы организации запоминающих устройств, области применения.

*3.5.3. Запоминающие устройства на цилиндрических магнитных доменах*

Физическая сущность, условия возникновения и существования цилиндрических магнитных доменов (ЦМД). Возбуждение ЦМД в магнитной пленке, продвижение доменов, считывание информации, аннигиляция доменов. Способы построения, основные характеристики, конструкции запоминающих устройств на ЦМД, применяемые материалы. Микросхемы на ЦМД.

*3.5.4. Запоминающие устройства на полупроводниковых приборах*

Запоминающие ячейки на биполярных и МДП-транзисторах. Полупроводниковые ОЗУ, ПЗУ, ППЗУ: способы реализации, примеры микросхем. Преимущества и недостатки полупроводниковых запоминающих устройств.

*3.5.5. Запоминающие устройства на приборах с зарядовой связью*

Особенности запоминающих устройств на ПЗС. Применение МНОП-структур. Основные характеристики запоминающих устройств на ПЗС, микросхемы ПЗС ЗУ.

*3.5.6. Элементы внешних запоминающих устройств*

Внешние запоминающие устройства и носители информации. Магнитные ленты и диски. Запись и считывание информации, расположение дорожек, структура магнитных лент и дисков, применяемые материалы. Параметры магнитных носителей.

Контактные кольцевые магнитные головки, принцип действия, конструкции, применяемые материалы. Износ магнитных головок. Плавающие магнитные головки.

Сравнительный анализ элементов запоминающих устройств различных типов. Рекомендации по применению в ЭС. Новые виды запоминающих элементов и устройств. Перспективы развития.

*3.6. Устройства коммутации и соединители*

*3.6.1. Теоретические основы проектирования контактов, контактных устройств и соединителей*

Функции, выполняемые устройствами коммутации и соединителями в ЭС. Определения. Физические явления, используемые для коммутации и соединения электрических цепей. Контактные и бесконтактные коммутационные изделия. Классификация. Основные требования к устройствам коммутации и соединителям.

Теория электрического контакта: обработка поверхностей, образование и разрушение пленок, механизмы проводимости, сопротивление стягивания, переходное сопротивление, тепловые процессы,



влияние протекающего тока, износ контактных поверхностей; контактное нажатие и его выбор. Элементы конструкции, схемы замещения, основные и паразитные параметры замкнутого и разомкнутого контактного узлов. Вероятный характер переходного сопротивления. Свойства контактов при длительном функционировании; прогнозирование надежности. Задачи проектирования коммутационных изделий.

### *3.6.2. Соединители*

Особенности условий работы, проектирования и конструкций соединителей. Условия коммутации. Элементы конструкций, применяемые материалы. Конструктивные особенности элементов вилки и розетки. Проблемы миниатюризации. Плавающее закрепление контактных элементов. Особенности конструкции высоковольтных, высокочастотных и других специальных контактных узлов соединителей. Способы фиксации соединения. Классификация, обозначение и номенклатура соединителей. Методика проектирования соединителей.

### *3.6.3. Контактные коммутационные устройства с ручным управлением*

Изделия со скользящими контактами: особенности условий работы и конструирования. Конструкции контактов. Примеры устройств.

Изделия с разрывными контактами: особенности условий работы, типы контактов (прижимные, врубные) и их особенности. Классификация. Кнопки, микропереключатели, тумблеры. Особенности механизмов, механизмы мгновенного действия, преимущества. Переключатели: галетные, клавишные и кнопочные, барабанные, с кодовым диском и другие; малогабаритные и миниатюрные многопозиционные переключатели.

### *3.6.4. Контактные коммутационные устройства с электрическим управлением*

Электромагнитные реле и дистанционные переключатели. Структура и элементы конструкции. Принцип действия. Классификация. Типы магнитных систем. Параметры реле. Герметизированные контакты и герконные реле. Влияние внешних воздействий на работу реле, методы защиты. Номенклатура. Гибридные реле. Новые типы реле.

### *3.6.5. Бесконтактные коммутационные устройства*

Устройства коммутации на биполярных и МДП-транзисторах, тиристорах. Применяемые схемы ключей. Основные свойства и характеристики. Оптоэлектронные коммутационные устройства: резистивные, диодные, транзисторные и тиристорные оптопары. Основные свойства и характеристики. Гальваническая развязка.

Сравнение бесконтактных коммутационных устройств с контактными по электрическим, конструктивным и технологическим характеристикам.

### *3.6.6. Элементы волоконно-оптических линий связи*

Преимущества волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) по сравнению с проводными линиями. Структура и элементы ВОЛС. Световоды: типы, конструкции, свойства. Оптические кабели: типы, особенности конструкций оптических кабелей различного назначения. Способы соединения оптических волокон. Специальные элементы ВОЛС.

## *3.7. Элементы индикации устройств отображения информации*

### *3.7.1. Устройства отображения информации: классификация, характеристики*

Назначение устройств отображения информации в ЭС. Определения. Классификация средств отображения информации: по принципу светоотдачи (активные - светоизлучающие, пассивные - светомодулирующие); по физическим эффектам, используемым для светоизлучения или модуляции (светодиодные, газоразрядные и т.д.); по способу воспроизведения информации (знако моделирующие, знакогенерирующие, знаковосинтезирующие); по назначению (коллективного, группового и индивидуального пользования).

Основные технические и экономические характеристики индикаторов и средств отображения информации; светотехнические характеристики.

### *3.7.2. Активные элементы индикации*

Краткие сведения об электронно-лучевых индикаторах. Индикаторы накаливания, вакуумно-люминесцентные, электролюминесцентные, полупроводниковые, газоразрядные (в т.ч. – плазменные) и др. Принцип действия, основные характеристики, особенности конструктивного исполнения, преимущества и недостатки. Особенности применения в ЭС.

### *3.7.3. Пассивные элементы индикации*

Жидкокристаллические, электрохромные, электрофоретическое и др. пассивные элементы индикации. Основные характеристики, конструкции, преимущества и недостатки. Особенности применения в ЭС.

*3.7.4. Многоэлементные устройства отображения информации и проблемы их конструктивной реализации*

Способы ввода информации в многоэлементные устройства отображения. Статическое и динамическое управление. Мозаичные и матричные индикаторы. Кросс-эффект. Потеря яркости и контрастности при динамическом управлении. Методы уменьшения кросс-эффекта и потери яркости. Примеры реализации.

Сравнительный анализ элементов и устройств индикации различных типов и рекомендации по применению в ЭС.

#### **4. Заключение. Перспективы развития УФЭ и ЭРЭ**

Новые виды УФЭ и ЭРЭ. Элементы хемотроники. Кривоэлектроника. Устройства на вихрях Джексона (Абрикосова), спиновых и магнитостатических волнах. Запоминающие устройства с лучевой адресацией. Перспективные направления развития УФЭ и ЭРЭ.

#### **Практические занятия**

Практические занятия проводятся на протяжении семестра и должны способствовать закреплению теоретического материала, а также приобретению навыков выполнения простейших расчётов параметров электрорадиоэлементов.

#### ***Перечень тем практических занятий***

1. Расчет постоянных резисторов.
2. Расчет переменных резисторов.
3. Расчет неперывоочных постоянных и переменных резисторов.
4. Расчет постоянных конденсаторов.
5. Конструктивный расчет катушек индуктивности.
6. Расчет трансформаторов.
7. Расчет источника стабилизированного питания.
8. Расчет фильтра.

#### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерные симуляции, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

Лекционные занятия проводятся в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора. Студентам предоставляется компьютерный курс лекций. Компьютерные технологии используются при выполнении лабораторных и практических работ.

В рамках учебного курса «Компоненты электронных средств» возможно привлечение представителей российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, организация мастер-классов экспертов и специалистов.

#### **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

По дисциплине «Компоненты электронных средств» предусмотрено проведение текущего контроля и промежуточной аттестации в виде экзамена.

Текущий контроль успеваемости проводится на каждом практическом занятии в процессе выполнения и защиты работы.

#### ***Основные средства для текущего контроля успеваемости***

- 1) оценка выполнения заданий на практических занятиях;
- 2) оценка активности участия на занятиях;
- 3) экспресс-опрос при проведении занятий;
- 4) индивидуальное собеседование, консультация.

#### ***Вопросы для подготовки к экзамену***

1. Состав элементной базы электронных средств.
2. Какие устройства называют устройствами функциональной электроники? Чем они отличаются от устройств интегральной электроники?
3. Принципы классификации УФЭ и ЭРЭ.
4. Условия и группы эксплуатации ЭС и их элементов.
5. Климатические воздействия на ЭС и ЭРЭ и меры защиты.
6. Механические воздействия на ЭС и ЭРЭ и меры защиты.

7. Электрические характеристики ЭРЭ.
8. Принципы формирования рядов номинальных величин параметров ЭРЭ ( $R$ ,  $C$ ,  $P$  и др.).
9. Понятие о конструктивной, электрической и параметрической моделях ЭРЭ.
10. Основные и паразитные параметры ЭРЭ.
11. Проблемы миниатюризации ЭРЭ. Элементы для поверхностного монтажа.
12. Классификации, обозначения, эквивалентные схемы и параметры резисторов.
13. Конструкций проволочных постоянных, переменных и подстроечных резисторов.
14. Конструкций непроволочных постоянных, переменных и подстроечных резисторов.
15. Особенности конструкций и применения углеродистых, металлоплёночных, металлоокисных и композиционных резисторов.
16. Резисторы с нелинейной вольтамперной характеристикой (варисторы и др.).
17. От чего зависят и как определяются максимально допустимые ток, напряжение и мощность резисторов?
18. Частотные свойства резисторов; связь с конструкцией.
19. Шумы резисторов, источники, связь с конструкцией.
20. Классификация, обозначения, эквивалентные схемы и параметры конденсаторов.
21. Конденсаторы с неорганическим диэлектриком; конструкции, свойства.
22. Конденсаторы с органическим диэлектриком; конструкции, свойства.
23. Электролитические конденсаторы; типы, конструкции, свойства. Ионисторы.
24. Стабильность конденсаторов постоянной ёмкости, связь с конструкцией и материалами.
25. Конденсаторы переменной ёмкости, специфические параметры, конструкции, стабильность.
26. Классификация и развитие конструкций подстроечных конденсаторов.
27. Вариконды: параметры, конструкции, применение.
28. Варикапы. Принцип действия, типы, характеристики, применение.
29. Катушки индуктивности. Конструкции, назначение, требования к параметрам.
30. Влияние конструкции и материала каркаса, а также способа намотки на добротность, собственную ёмкость и стабильность.
31. Добротность катушек индуктивности; составляющие сопротивления потерь и их зависимость от частоты.
32. Добротность катушек индуктивности; оптимизация диаметра провода.
33. Собственная ёмкость катушек индуктивности, связь с конструкцией, влияние соотношения размеров, способы уменьшения.
34. Цель и способы секционирования катушек индуктивности.
35. Катушки индуктивности с ферромагнитными сердечниками. Влияние сердечника на свойства и параметры катушек. Конструкции и материалы сердечников. Ограничения в применении сердечников.
36. Экранирование катушек индуктивности. Влияние экрана на индуктивность, собственную ёмкость, добротность и стабильность.
37. Миниатюризация катушек индуктивности и её проблемы.
38. Специальные типы катушек индуктивности: дроссели высокой частоты, плоские катушки и методы повышения их индуктивности, катушки контуров мощных передатчиков.
39. Вариометры: назначение, типы, конструкции, параметры.
40. Сравнение технико-экономической эффективности применения конденсаторов переменной ёмкости, варикапов и вариометров в перестраиваемых контурах.
41. Сравнение технико-экономических показателей источников питания с трансформатором, работающим на промышленной частоты (50 Гц), и непрерывным регулированием с источниками питания с импульсным регулированием и высокочастотным трансформатором.
42. Теоретические основы проектирования трансформаторов (физические основы функционирования, схемы замещения, параметры, связь с конструкцией и примененными материалами, расчетные соотношения).
43. Типы конструкций трансформаторов (броневые, стержневые, тороидальные) и параметры магнитопроводов. Сравнение технико-экономической эффективности применения трансформаторов различных типов, а также ленточных и шихтованных (штампованных) магнитопроводов.
44. Типы конструкций обмоток трансформаторов, их технико-экономическое сравнение; параметры обмоток; расчет размещения; применяемые материалы. Секционирование обмоток трансформаторов.
45. Схемы, особенности режима работы и проектирования трансформаторов питания. Стандартизация. Перспективные направления совершенствования конструкций трансформаторов.

46. Особенности режима работы и проектирования импульсных трансформаторов; зависимость качества передачи импульсов от конструктивных особенностей трансформатора и свойств примененных материалов. Области применение, стандартизация.
47. Особенности режима работы и проектирования согласующих трансформаторов; зависимость АЧХ и нелинейных искажений от конструктивных особенностей трансформатора и свойств примененных материалов. Области применение, стандартизация.
48. Дроссели фильтров источников питания: назначение, схема замещения, параметры, особенности проектирования и конструкций.
49. Фильтры источников вторичного электропитания: схемы, основные расчетные соотношения, требования к элементам фильтров.
50. Электрические фильтры: назначение, задачи фильтрации. Аналоговые, дискретные и цифровые фильтры. Классификация. Основные параметры аналоговых фильтров, требования к АЧХ, типы, принципы реализации.
51. LC-фильтры: особенности построения, разновидности, расчетные соотношения, требования к элементам.
52. RC-фильтры: пассивные и активные фильтры, расчетные соотношения, требования к элементам. Гираторы.
53. Кварцевые резонаторы и пьезокерамические фильтры: принцип действия, эквивалентные схемы и параметры; конструкции; классификация, обозначения, номенклатура, области применения.
54. Магнитострикционные фильтры: принцип действия, структура, параметры, конструкции, области применения. Преобразователи и резонаторы. Обоснование необходимости применения цепочки резонаторов.
55. Линии задержки: области применения, принципы реализации, основные параметры, классификация. Требования к форме АЧХ и ФЧХ. Применение линий задержки в устройствах фильтрации.
56. Электрические линии задержки. Типы, расчетные соотношения, требования, области применения.
57. Магнитострикционные линии задержки: принцип работы, элементы конструкции, особенности проектирования, параметры, области применения.
58. Линии задержки с пьезоэлектрическими преобразователями (магниевого, кварцевого и др.): принцип работы, элементы конструкции, особенности проектирования, параметры, области применения.
59. Устройства на поверхностных акустических волнах; принцип работы, элементы конструкции, применяемые материалы. Встречно-штыревой преобразователь.
60. Акустоэлектронные фильтры, линии задержки и другие устройства. Характеристики, области применения.
61. Акустооптоэлектронные устройства: принципы реализации, примеры устройств.
62. УФЭ на основе зарядовой связи (ПЗС). Принцип работы, способы ввода, продвижения и вывода информации.
63. Фоточувствительные ПЗС. Принцип действия, разновидности, области применения.
64. ПЗС для запоминающих устройств и преобразования информации.
65. Линии задержки и фильтры на ПЗС. Принцип действия и области применения.
66. Устройства памяти ЭВМ: основные характеристики, требования к параметрам, противоречия и пути их преодоления. Физические основы реализации функций памяти.
67. Устройства памяти на цилиндрических магнитных доменах и тонких магнитных пленках (элементы магнитоэлектроники).
68. Элементы полупроводниковых БИС памяти.
69. Назначение и классификация коммутационных изделий.
70. Классификация, конструкции и области применения соединителей.
71. Выключатели, переключатели, кнопки: назначение, конструкции, характеристики.
72. Электромагнитные реле. Классификация, конструкции, области применения.
73. Реле с магнитоуправляемыми контактами (герконные). Принцип действия, конструкции, сравнение с обычными электромагнитными реле.
74. Полупроводниковые и оптоэлектронные коммутационные устройства. Сравнение с контактными коммутационными устройствами.
75. Элементы волоконно-оптических линий связи.
76. Конструкции аппаратных, внутриобъектовых, городских и магистральных оптоволоконных кабелей.
77. Диоды. Принцип работы, устройства и конструкции.
78. p-n-переход. Включение в прямом и обратном направлении. ВАХ.

79. Диоды. Схемы выпрямления и ограничения напряжения.
80. Диоды. Классификация диодов.
81. Стабилитроны и стабисторы. ВАХ. Схемы включения.
82. Диод Шоттки. Тунельный диод. Обращенный диод.
83. Светодиод и фотодиод. Структура. Режимы работы фотодиода. Оптопара.
84. Тиристор и симистор. Структуры. ВАХ. Классификация. Включение в цепь.

### *Самостоятельная работа студентов*

Самостоятельная работа студентов включает закрепление теоретического материала и подготовку к выполнению лабораторных и практических работ. Основа самостоятельной работы - изучение литературы и работа с конспектом лекций. Повышению эффективности самостоятельной работы способствует систематическое проведение консультаций по лекционному курсу и различные виды текущего контроля знаний.

Контроль освоения материала и выполнения самостоятельной работы проводится на практических занятиях и на консультациях.

### *Вопросы для контроля самостоятельной работы студентов по отдельным разделам дисциплины*

#### **Раздел 1 [1;4;12;14–17].**

1. Электрическая цепь. Основные параметры электрической цепи синусоидального тока.
2. Состав элементной базы электронных средств.
3. Какие устройства называют устройствами функциональной электроники?
4. Чем они отличаются от устройств интегральной электроники?
5. Принципы классификации устройств функциональной электроники и ЭРЭ.
6. Понятие о конструктивной, электрической и параметрической моделях ЭРЭ.
7. Единство процесса схемотехнического проектирования, конструирования и производства РЭС.
8. Последовательность процесса создания РЭС.
9. Принципы классификации РЭС. Классификация РЭС по схемотехническому назначению и функциональной сложности.

#### **Раздел 2 [1;4;7;8;15;18].**

10. Электрические характеристики ЭРЭ.
11. Проблемы миниатюризации ЭРЭ. Элементы для поверхностного монтажа.
12. Принципы формирования рядов номинальных величин параметров ЭРЭ.
13. Основные и паразитные параметры ЭРЭ.
14. Категории ЭС по объекту установки. Примеры ограничений, накладываемых на проектирование ЭС объектом установки.
15. Виды механических воздействий, характеризующих объект установки и их влияние на функционирование ЭС.
16. Особенности конструкций наземных ЭС: стационарных, носимых, переносных и бытовых.
17. Особенности конструкций возимых, морских ЭС.
18. Особенности конструкций самолетных, вертолетных, ракетных и космических ЭС.
19. Классификация ЭС по климатическому исполнению. Влияние климатических факторов на функционирование ЭС.
20. Классификация ЭС по используемой элементной базе. Критерии выбора и замены элементной базы.

#### **Раздел 3 [1–7;9–11;13;18].**

21. Резисторы. Классификация резисторов.
22. Дифференциальный усилитель. Схема ДУ, принцип работы.
23. Резисторы. Основные параметры и характеристики резисторов.
24. Резисторы. Маркировка и применение резисторов в РЭО.
25. Измерение тока. Приборы для измерения тока. Расширение пределов измерения тока.
26. Измерение напряжения. Приборы для измерения напряжения. Расширение пределов измерения напряжения.
27. Измерение сопротивления. Методы измерения сопротивления. Приборы для измерения сопротивления.
28. Конденсаторы. Классификация и УГО.
29. Полевые транзисторы. Статические вольтамперные характеристики и параметры полевых транзисторов.
30. Конденсаторы. Основные характеристики и параметры.

31. Конденсаторы. Маркировка и применение конденсаторов в РЭО.
32. Полевые транзисторы. Устройство и принцип действия полевого транзистора.
33. Катушки индуктивности. Классификация и УГО.
34. Катушки индуктивности. Основные характеристики и параметры.
35. Биполярные транзисторы. Режимы работы биполярных транзисторов.
36. Катушки индуктивности. Маркировка и применение катушек индуктивности в РЭО.
37. Трансформаторы. Общие сведения о трансформаторах. Классификация трансформаторов.
38. Пробой электронно-дырочного перехода. Физика явления. Виды пробоя.
39. Полупроводниковые приборы, классификация, физические процессы, применяемые материалы, система обозначений.
40. Полупроводниковые резисторы, классификация, условные обозначения, применение, ВАХ.
41. Полупроводниковые диоды, классификация, условные обозначения, применение, ВАХ.
42. Биполярные и полевые транзисторы, классификация, условные обозначения, применение, ВАХ.
43. Тиристоры, классификация, условные обозначения, применение, ВАХ.
44. Выпрямители, классификация, схемы.
45. Стабилизаторы напряжения. Назначение, основные типы.
46. Усилители электрических сигналов. Назначение. Классификация усилителей.
47. Электрические контакты, классификация, применяемые материалы.
48. Переходное сопротивление контакта, способы определения.
49. Процессы в дуговом промежутке, электрическая дуга, статическая и динамическая вольтамперные характеристики.
50. Коммутация цепей постоянного и переменного токов, индуктивно-активной и емкостной нагрузки. Коммутационное перенапряжение.
51. Способы гашения электрической дуги.
52. Схемы бездуговой коммутации цепей переменного и постоянного тока.
53. Электромагнитные механизмы в электрических аппаратах постоянного и переменного токов.
54. Реле, классификация, принцип действия, условные обозначения.

#### **Раздел 4 [1;6;7;9–11].**

55. Новые виды УФЭ и ЭРЭ.
56. Элементы хемотроники.
57. Криоэлектроника.
58. Устройства на вихрях Джозефсона (Абрикосова), спиновых и магнитостатических волнах.
59. Запоминающие устройства с лучевой адресацией.
60. Перспективные направления развития УФЭ и ЭРЭ.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***а) основная литература***

1. Путеводитель по электронным компонентам : сборник / сост. Л. Шапиро .— Санкт-Петербург : Свое издательство, 2014 .— 181 с. : цв. ил., табл. — ISBN 978-5-4386-0297-2.
2. Справочник по силовой электронике / Ю.К. Розанов, П.А. Воронин, С.Е. Рывкин, Е.Е. Чаплыгин; под ред. Ю.К. Розанова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2014. - 472 с.: - ISBN 978-5-383-00872-0. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008720.html>.
3. Электротехнический справочник / С.Л. Корякин-Черняк, О.Н. Партала, Ю.Н. Давиденко, В.Я. Володин. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб. : Наука и техника, 2011. - 464 с.: ил. - ISBN 978-5-94387-847-3. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785943878473.html>.

### ***б) дополнительная литература***

4. Электроника и микросхемотехника: учеб. пособие / С.Н. Чижма. - М. : УМЦ ЖДТ, 2012. - 359 с. - ISBN 978-5-89035-649-9. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890356499.html>.
5. Полупроводниковая и вакуумная электроника : учебное пособие / М.Д. Воробьев - М. : Издательский дом МЭИ, 2010. - 168 с. - ISBN 978-5-383-00518-7. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383005187.html>.
6. Микроэлектронные измерительные преобразователи : учебное пособие / В. Б. Топильский.-3-е изд. (эл.).-М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.- ISBN 978-5-9963-3020-1. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996330201.html>.
7. Устройства формирования СВЧ-сигналов и их компоненты: учеб. пособ. / Л.А. Белов - М. : Издательский дом МЭИ, 2010. - 320 с. - ISBN 978-5-383-00497-5.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004975.html>.

***в) периодические издания***

8. Журнал «Проектирование и технология электронных средств» (Библиотека ВлГУ).
9. Журнал «Радио» (Библиотека ВлГУ).
10. Журнал «Радиотехника» (Библиотека ВлГУ).
11. Журнал «Радиотехника и электроника» (Библиотека ВлГУ).

***г) интернет-ресурсы***

12. <http://znanium.com/>.
13. <http://window.edu.ru/>.
14. <http://elibrary.ru/>.
15. <http://www.iprbookshop.ru/>.
16. <http://www.glossary.ru/>.
17. <http://e.lanbook.com/>.
18. <http://www.studentlibrary.ru/>.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теоретические занятия проводятся в мультимедиа-аудиториях (331-3, 333-3) оборудованных компьютерной техникой и средствами для демонстрации презентаций и других видео- и аудиоматериалов. Имеются подборки видеоматериалов и слайдов, текстовых файлов по тематике курса, доступных каждому студенту.


Практические занятия проводятся в компьютерных классах (330-3, 503-3, 202-3), оснащенных рабочими станциями, и соответствующим программным обеспечением для вычислений, моделирования электрических схем и оформления отчётов – средствами MathCAD, NI Multisim и MS Office.

При изучении курса студенты имеют возможность использовать материалы, размещённые на сервере кафедры (программа курса; конспект лекций; перечень основной и дополнительной литературы; дополнительный теоретический материал; задачи и комплекты схем к практическим занятиям, материалы для самоконтроля), работать в Интернете в библиотеке ВлГУ, а также пользуясь ресурсами компьютерных классов кафедры.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 12.03.04 – "Биотехнические системы и технологии".

Рабочую программу составили доцент С.В. Шумарин 

Рецензент:

Консультант отдела материально-технического обеспечения Департамента здравоохранения администрации Владимирской области, к.т.н. Т.В. Жанина 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ  
Протокол № 9 от 30.05.2016 года

Заведующий кафедрой Л.Т. Сушкова 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.04 – "Биотехнические системы и технологии".  
Протокол № 9 от 30.05.2016 года

Председатель комиссии Л.Т. Сушкова 

#### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_