

**Федеральное агентство по образованию  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГОУВП «АмГУ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Зав. кафедрой АППиЭ**

\_\_\_\_\_ **А. Н. Рыбалев**  
«\_\_» \_\_\_\_\_ **2007 г**

**ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И  
ЭЛЕКТРОНИКА**

Для специальностей: 140204 – электрические станции; 140205 – «электроэнергетические системы и сети»; 140211 – «электроснабжение»; 140203 – «релейная защита и автоматизация энергетических систем»

**Составитель: старший преподаватель Истомин А.С.**

**Благовещенск  
2007 г.**

Печатается по решению  
редакционно-издательского

совета энергетического  
факультета Амурского  
государственного  
университета.

А.С. Истомина

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Информационно-измерительная техника и электроника» для студентов очной формы обучения по специальностям 14.02.04 – электрические станции; 14.02.05 – «электроэнергетические системы и сети»; 14.02.11 – «электроснабжение»; 14.02.03 – «релейная защита и автоматизация энергетических систем».

Благовещенск. Амурский государственный университет, 2007.

Учебно-методические рекомендации ориентированы на оказание помощи студентам очной формы обучения по специальностям 14.02.04 – электрические станции; 14.02.05 – «электроэнергетические системы и сети»; 14.02.11 – «электроснабжение»; 14.02.03 – «релейная защита и автоматизация энергетических систем» для формирования основ знаний при изучении курса «Информационно-измерительная техника и электроника».

Амурский государственный университет, 2007.

## СОДЕРЖАНИЕ:

1	Рабочая программа дисциплины.	4
2	График самостоятельной учебной работы студентов по дисциплине	11
3	Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов	12
	Задания для самостоятельного решения	14
4	Методические рекомендации по проведению лабораторных работ	14
	Комплекты заданий для лабораторных работ	17
5	Методические указания по выполнению расчетно-графической работы.	17
	Расчетно-графическое задание	18
	Пример решения расчетно-графического задания	21
6	План-конспект лекций.	25
7	Перечень программных продуктов	27
8	Фонд тестовых и контрольных заданий для оценки качества знаний по дисциплине.	28
9	Вопросы к зачету и экзамену.	46
10	Карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава.	48

# І. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Информационно-измерительная техника и электроника»  
для специальности 140204 – «Электрические станции», 140205 –  
«Электроэнергетические системы и сети», 140211 – «Электроснабжение»,  
140203 – «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».

---

Курс <u>2, 3</u>	Семестр <u>4, 5</u>
Лекции <u>72</u> (час.)	Экзамен <u>5</u>
Практические (семинарские) занятия (час.)	Зачет <u>4</u>
Лабораторные занятия <u>36</u> (час.)	
Самостоятельная работа <u>112</u> (час.)	
Всего часов <u>220</u>	

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта ВПО специальностей: 140204 – «Электрические станции», 140205 – «Электроэнергетические системы и сети», 140211 – «Электроснабжение», 140203 – «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина "Информационно-измерительная техника и электроника" изучает современную элементарную базу электроники, принципы построения и использования устройств промышленной электроники и информационно-измерительной техники в электроэнергетических сетях и системах.

Цель изучения дисциплины - освоение принципов действия полупроводниковых приборов, усилительных, импульсных, логических, цифровых и преобразовательных устройств и основным особенностям их использования в электротехнических и электромеханических установках, освоение современных средств и методов электрических измерений, обработки и представления их результатов.

В результате изучения дисциплины специалист должен приобрести умение четко представлять принцип действия электронных элементов и устройств, экспериментальным путем определить их параметры и характеристики, а также оценивать технико-экономическую эффективность применения этих устройств, оптимально выбрать средство измерения для поставленной задачи измерения, выполнить измерение, обработать и надлежащим образом представить его результаты.

Дисциплина базируется на курсах высшей математики, физики, теории электрических и магнитных цепей. Знания, полученные по данной дисциплине, могут быть непосредственно использованы в инженерной практике.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ

Государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальностям: 140204 – «Электрические станции», 140205 – «Электроэнергетические системы и сети», 140211 – «Электроснабжение», 140203 – «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»:

ОПД. 08. Информационно-измерительная техника и электроника: электроника; полупроводниковые приборы; усилители переменного и постоянного тока; операционные усилители; компараторы; усилители и генераторы на операционных усилителях; логические элементы; комбинационные логические схемы, триггеры, счетчики, регистры, запоминающие устройства; преобразователи кодов; управление семисегментными индикаторами; информационно-измерительная техника; виды и средства измерений; измерительные преобразователи и аналоговые электромеханические электроизмерительные приборы; электронные аналоговые и цифровые измерительные приборы, осциллографы, вольтметры, частотомеры; информационно-измерительные системы.

### 2. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ (72 час.)

4 семестр (36 час.)

- 2.1. Введение - 2 час.
- 2.2. Полупроводниковые приборы - 6 час.
- 2.3. Усилители - 10 час.
- 2.4. Обратная связь. Операционные усилители - 4 час.
- 2.5. Импульсная и цифровая техника – 12 час.
- 2.6. Маломощные выпрямители однофазного тока и стабилизаторы – 2 час.

5 семестр (36 час.)

- 2.6. Погрешности измерений – 2 час.
- 2.7. Классификация средств измерений – 2 час.
- 2.8. Характеристики средств измерений – 2 час.
- 2.9. Структурные схемы средств измерений – 2 час.
- 2.10. Меры, измерительные преобразователи и электромеханические приборы – 4 час.
- 2.11. Электромеханические приборы – 4 час.
- 2.12. Электромеханические приборы с преобразователями – 2 час.
- 2.13. Электронные аналоговые приборы и преобразователи – 6 час.
- 2.14. Мосты и компенсаторы (потенциометры) – 4 час.
- 2.15. Цифровые приборы и преобразователи – 8 час.

### 3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ (36 часов)

4 семестр (18 часов)

- 3.1. Изучение стенда ЭВ-4 (общее устройство). – 2 час.
- 3.2. Исследование полупроводникового диода – 2 час.
- 3.3. Исследование кремниевого стабилитрона – 2 час.
- 3.4. Исследование биполярного транзистора – 2 час.
- 3.5. Исследование полевого транзистора – 2 час.
- 3.6. Исследование тиристора – 2 час.
- 3.7. Исследование однокаскадного усилителя – 2 час.
- 3.8. Исследование двухкаскадного усилителя – 2 час.
- 3.9. Исследование схем однофазных выпрямителей – 2 час.

5 семестр (18 часов)

- 3.10. Средства измерений и их основные метрологические характеристики – 2 час.
- 3.11. Электромеханические измерительные механизмы – 2 час.
- 3.12. Исследование электронного осциллографа – 2 час.

- 3.13. Измерение сопротивлений на постоянном токе – 2 час.
- 3.14. Методы расширения пределов измерения электроизмерительных приборов – 2 час.
- 3.15. Измерительные трансформаторы тока и напряжения – 2 час.
- 3.16. Измерение мощности, коэффициента мощности и частоты – 2 час.
- 3.17. Измерение мощности, коэффициента мощности и частоты – 2 час.
- 3.18. Регистрирующие приборы – 2 час.

#### 4. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (112 час.)

4 семестр (64 час.)

5 семестр (48 час.)

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ И ТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ФОРМ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Промежуточный контроль знаний студентов по дисциплине предусматривает две контрольные точки в 4 и 5 семестрах, оценки по которым выставляются на основе информации о выполнении лабораторных работ и на основе тестирования теоретических знаний, полученных за прошедший период обучения. Предусмотрено тестирование по темам:

5.1. Полупроводниковые приборы, работа диода, транзистора. ВАХ полупроводниковых приборов. Усилительные каскады (первая контрольная точка 4 семестра).

5.2. Операционные усилители, обратная связь, мультивибраторы, ГЛИН, дешифраторы, индикаторы, логические элементы (вторая контрольная точка 4 семестра).

5.3. Меры, погрешности, эталоны, аналоговые электромеханические приборы, их метрологические характеристики и особенности (первая контрольная точка 5 семестра).

5.4. Электронные аналоговые приборы и преобразователи, электронные осциллографы, ЦАП, АЦП, основы построения и основные характеристики. (вторая контрольная точка 5 семестра).

#### 6. ЭКЗАМЕН

4 семестр

Зачет

5 семестр

Экзамен

Для допуска к экзамену достаточными основаниями являются выполнение, сдача, проверка и защита всех лабораторных работ. Защита работы предполагает опрос студента по теме работы и ее результатам. В порядке исключения к экзамену может также быть допущен студент, не сдавший одну или две лабораторные работы.

Экзамен предусматривает 2 теоретических вопроса. Студент, не сдавший одну или две лабораторные работы и допущенный к экзамену в порядке исключения, отвечает также на дополнительные вопросы по темам данных работ. Для подготовки ответа студенту отводится 40 мин. Для получения удовлетворительной оценки достаточно показать знание основных понятий по теме вопроса. Оценка «хорошо» выставляется студенту, показавшему способность экономического, математического, технического и др. обоснований применяемых решений и подходов по вопросам предмета. Оценка «отлично» выставляется, если, кроме того, студент правильно ответил на дополнительные вопросы по темам, смежным с темами основных вопросов. При этом неправильные ответы на

дополнительные вопросы могут служить основанием для снижения оценки до «удовлетворительно», если эти ответы свидетельствуют о слабом понимании материала.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ПЕРЕЧЕНЬ ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ (ОСНОВНОЙ) ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электроника: Полный курс лекций: [Учеб.]: В.А. Прянишников: СПб.: Корона принт: 2004: 416 с
2. Электроника: Учеб.: Доп. Мин. обр. РФ: О.В. Миловзоров, И.Г. Панков: М.: Высш. шк.: 2004: 288 с.
3. Электроника: Учеб. пособие: В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев: М.: Высш. шк.: 1991: 624 с.
4. Основы силовой электроники: учеб. пособие: Рек. НМС Мин. обр. РФ по промышленной электронике: Г.С. Зиновьев: Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. техн. ун-та: 2004: 672 с.
5. Информационно-измерительная техника и технологии: Учеб. для вузов. Рек. Мин. обр. РФ: Калашников В.И., Нефедов С.В., Путилин А.Б.; ред. Раннев Г.Г.: М.: Высш. шк.: 2002: 456 с. Обозначение единицы хранения: 185589
6. Электроника: Учеб. пособие: Рек. Мин. обр. РФ: В.И. Лачин, Н.С. Савелов: Ростов: 2002: 573 с.
7. Основное заглавие: Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике : Клаассен К.Б.: М.: Постмаркет : 2000: 352 с.
8. Лабораторные работы по дисциплине "Электроника": Учеб.-метод. пособие: Т.В. Шершенюк: АмГУ. Энергет. фак: Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та: 2001: 28 с.

### ПЕРЕЧЕНЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вводный курс цифровой электроники: Учеб. пособие: Рек. Моск. ин-м: К. Фрике; Пер. с нем., под ред. с доп. В.Я. Кремлев: М.: Техносфера: 2003: 429 с.
2. Основы электроники и микроэлектроники: Учебник: Е.О. Федосеева, Г.П. Федосеева: М.: Искусство: 1990: 240 с.
3. Цифровые измерения. Методы и схемотехника: [Учеб.-моногр.]: Т.С. Ратхор; Пер. с англ. Ю.А. Заболотной: М.: Техносфера: 2004: 372 с.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер недели	Номер темы	Вопросы, изучаемые на лекции	Занятия (номера)		Используемые наглядные и методические пособия	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
			практич. (семин.)	лаборат.		содержание	час	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>4 семестр</b>								
1	1	Содержание дисциплины. Преимущества электронных, методов преобразования информации и энергии. Современное состояние и тенденции развития электроники и информационно-измерительной техники. Роль дисциплины в подготовке специалистов в области электроэнергетики.				Подготовка к лабораторной работе №1.	2	контроль выполнения.
2	2	Электропроводность полупроводников. Полупроводниковые диоды: устройство, принцип действия, вольтамперная характеристика. Типы диодов.		Изучение стенда ЭВ-4 (общее устройство)		Проработка лекций, раздел «Разновидности полупроводниковых диодов».	4	контроль выполнения, реферат
3	2	Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия. Схемы включения. Статические ВАХ. Схемы замещения.				Подготовка к лабораторной работе №2.	2	контроль выполнения.
4	2	Полевые транзисторы с р-п переходом и МОП - транзисторы. Принцип действия. Характеристики и параметры.		Исследование полупроводникового диода		Проработка лекций, раздел «Обозначения и маркировка полупроводниковых приборов».	4	контроль выполнения, реферат
5	3	Классификация усилителей. Классы усиления. Транзисторный усилительный каскад с общим эмиттером.				Подготовка к лабораторной работе №3.	2	контроль выполнения.
6	3	Эмиттерный повторитель. Усилитель с общим коллектором.		Исследование кремниевого стабилизатора		Расчёт параметров модели биполярного, полевого транзистора с управляющим переходом и МОП транзистора, анализ работы ключевых схем	4	непосредственный контроль выполнения, сдача работы, 1-е тестирование, экзамен
7	3	Усилительные каскады на полевых транзисторах.				Подготовка к лабораторной работе №4	2	контроль выполнения.
8	3	Усилители на полевых транзисторах Дифференциальные усилители.		Исследование биполярного транзистора		Расчёт параметров модели диода, схемотехника использования варикапа и стабилизатора	4	непосредственный контроль выполнения, сдача работы, 1-е тестирование, экзамен
9	3	Многокаскадные усилители с конденсаторной связью. Каскады усиления мощности.				Подготовка к лабораторной работе №5	2	контроль выполнения.
10	4	Предварительные сведения об обратной связи. Операционные усилители. Основные схемы включения.		Исследование полевого транзистора		РГР. Проработка теоретического материала, маркировка, схемы включения ПТ.	4	контроль выполнения
11	4	Анализ работы операционных усилителей.				Подготовка к лабораторной работе №6	2	контроль выполнения.
12	5	Мультивибраторы и одновибраторы		Исследование тиристора		РГР. Система параметров ПТ и методика их измерения	4	контроль выполнения
13	5	Генераторы линейно изменяющегося напряжения.				Подготовка к лабораторной работе	2	контроль выполнения.



		Блокинг-генераторы.				№7		
14	5	Основы алгебры, логики. Логические элементы.		Исследование однокаскадного усилителя		РГР Расчет характеристик ПТ графоаналитическим методом.	4	контроль выполнения
15	5	Триггеры на логических элементах.				Подготовка к лабораторной работе №8	2	контроль выполнения.
16	5	Счетчики импульсов. Дешифраторы.		Исследование двухкаскадного усилителя		РГР. Расчет характеристик ПТ графоаналитическим методом .	4	контроль выполнения
17	5	Индикаторные приборы и их применение.				Подготовка к лабораторной работе №9	2	контроль выполнения.
18	6	Работа неуправляемого выпрямителя. Параметрические и компенсационные стабилизаторы напряжения.		Исследование схем однофазных выпрямителей		РГР. Составление схемы на ПК в среде Electronic Workbench, снятие экспериментальных данных	4	контроль выполнения, проверка РГР.
<b>5 семестр</b>								
19	7	Основные понятия и виды погрешностей. Систематические и случайные погрешности. Вероятностный подход к описанию погрешностей. Вероятностные оценки погрешностей. Обработка результатов измерений при различных видах измерений.				Подготовка к лабораторной работе №1	2	контроль выполнения.
20	8	Эталоны, образцовые и рабочие меры. Измерительные преобразователи, приборы и установки. Измерительные информационные системы. Государственная система обеспечения единства измерений.		Средства измерений и их основные метрологические характеристики		проработка лекций, раздел «Обозначения на шкалах аналоговых приборов»	4	контроль выполнения, реферат
21	9.	Основные метрологические характеристики средств измерений - статические и динамические. Нормирование метрологических характеристик. Способы выражения пределов допускаемых погрешностей. Классы точности средств измерений.				Подготовка к лабораторной работе №2	2	контроль выполнения.
22	10	Средства измерений прямого и уравнивающего преобразования.		Электромеханические измерительные механизмы.		проработка лекций, раздел «Опытное определение класса точности аналогового прибора»	4	контроль выполнения, реферат
23	11	Меры электрических величин: измерительные катушки сопротивления, индуктивности и взаимной индуктивности, измерительные конденсаторы, нормальные элементы, стабилизированные источники напряжения, измерительные генераторы, калибраторы, магазины мер.				Подготовка к лабораторной работе №3	2	контроль выполнения.
24	11	Измерительные преобразователи электрических величин: шунты, добавочные резисторы, делители напряжения, измерительные усилители, измерительные трансформаторы тока и напряжения.		Исследование электронного осциллографа.		Подготовка контрольного задания «Полупроводниковые датчики температуры». Анализ различных типов датчиков температуры и их сравнительный анализ	4	контроль выполнения
25	12	Основы теории				Подготовка к	2	контроль

		электромеханических приборов. Магнитоэлектрические, электродинамические, приборы: общие сведения, измерительный механизм, достоинства и недостатки, область применения.				лабораторной работе №4		выполнения.
26	12	Ферродинамические, электромагнитные, электростатические и индукционные приборы: общие сведения, измерительный механизм, достоинства и недостатки, область применения.		Измерение сопротивлений на постоянном токе.		Подготовка контрольного задания «Полупроводниковые датчики температуры». Анализ различных типов датчиков температуры и их сравнительный анализ	4	контроль выполнения
27	12	Общие сведения, выпрямительные приборы, термоэлектрические приборы.				Подготовка к лабораторной работе №5	2	контроль выполнения.
28	13	Общие сведения. Электронные вольтметры постоянного тока, переменного тока, универсальные, импульсные и селективные.		Методы расширения пределов измерения электроизмерительных приборов		Подготовка контрольного задания «Полупроводниковые датчики температуры». Анализ различных типов датчиков температуры и их сравнительный анализ	4	контроль выполнения
29	13	Приборы и преобразователи для измерения частоты и фазы. Приборы и преобразователи для измерения мощности и энергии. Приборы для измерения параметров электрических цепей: электронные омметры, приборы для измерения индуктивности, емкости и добротности.				Подготовка к лабораторной работе №6	2	контроль выполнения.
30	13	Электронно-лучевые осциллографы. Устройство, принцип действия, структурная схема, виды развертки, основные характеристики.		Измерительные трансформаторы тока и напряжения.		Подготовка контрольного задания «Полупроводниковые датчики температуры». Анализ различных типов датчиков температуры и их сравнительный анализ	4	контроль выполнения
31	14	Общие сведения. Теория мостовых схем. Мосты для измерения сопротивлений на постоянном токе. Мосты переменного тока для измерения емкости, угла потерь, индуктивности и добротности.				Подготовка к лабораторной работе №7	2	контроль выполнения.
32	14	Компенсаторы постоянного тока. Принцип действия, устройство, область применения. Компенсаторы переменного тока. Принцип действия, устройство, область применения. Автоматические мосты и компенсаторы.		Измерение мощности, коэффициента мощности и частоты.		Подготовка контрольного задания «Полупроводниковые датчики температуры». Анализ различных типов датчиков температуры и их сравнительный анализ	4	контроль выполнения
33	15	Общие сведения. Основные понятия и определения. Методы преобразования непрерывных измеряемых величин в коды. Классификация ЦИУ. Основные характеристики ЦИУ. Узлы цифровых измерительных устройств.				Подготовка к лабораторной работе №8	2	контроль выполнения.
34	15	ЦИУ последовательного счета. ЦИУ с непосредственным преобразованием в код временных интервалов: хронометры, фазометры, периодометры, вольтметры. ЦИУ с непосредственным преобразованием в код частоты:		Измерение мощности, коэффициента мощности и		Контрольная работа «Аналоговые электронные измерительные приборы»	2	непосредственный контроль выполнения, сдача работы, 2-е тестирование, экзамен

		частотомеры, вольтметры. ЦИУ с непосредственным преобразованием в код напряжения постоянного тока: вольтметры циклические и следящие.		частоты.				
35	15	ЦИУ последовательного приближения: вольтметры постоянного и переменного напряжения. ЦИУ считывания: для измерения перемещения, для измерения напряжения.				Подготовка к лабораторной работе №9	2	контроль выполнения.
36	15	Регистрирующие приборы и устройства.		Регистрирующие приборы.				

## II. ГРАФИК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№	Содержание	Объем в часах	Формы контроля	Сроки (№ недель)
1	2	3	4	5
1	Подготовка к лабораторной работе №1.	2	контроль выполнения.	1
2	Проработка лекций, раздел «Разновидности полупроводниковых диодов».	4	контроль выполнения, реферат	2
3	Подготовка к лабораторной работе №2.	2	контроль выполнения.	3
4	Проработка лекций, раздел «Обозначения и маркировка полупроводниковых приборов».	4	контроль выполнения, реферат	4
5	Подготовка к лабораторной работе №3.	2	контроль выполнения.	5
6	Расчёт параметров модели биполярного, полевого транзистора с управляющим переходом и МОП транзистора, анализ работы ключевых схем	4	непосредственный контроль выполнения, сдача работы, 1-е тестирование, экзамен	6
7	Подготовка к лабораторной работе №4	2	контроль выполнения.	7
1	2	3	4	5
8	Расчёт параметров модели диода, схемотехника использования варикапа и стабилитрона	4	непосредственный контроль выполнения, сдача работы, 1-е тестирование, экзамен	8
9	Подготовка к лабораторной работе №5	2	контроль выполнения.	9
10	РГР. Проработка теоретического материала, маркировка, схемы включения ПТ.	4	контроль выполнения	10
11	Подготовка к лабораторной работе №6	2	контроль выполнения.	11
12	РГР. Система параметров ПТ и методика их измерения	4	контроль выполнения	12
13	Подготовка к лабораторной работе №7	2	контроль выполнения.	13
14	РГР Расчет характеристик ПТ графоаналитическим методом.	4	контроль выполнения	14
15	Подготовка к лабораторной работе №8	2	контроль выполнения.	15
16	РГР. Расчет характеристик ПТ графоаналитическим методом .	4	контроль выполнения	16
17	Подготовка к лабораторной работе №9	2	контроль выполнения.	17
18	РГР. Составление схемы на ПК в среде Electronic Workbench, снятие экспериментальных данных	4	контроль выполнения, проверка РГР.	18
19	Подготовка к лабораторной работе №1	2	контроль выполнения.	19
20	проработка лекций, раздел «Обозначения на шкалах аналоговых приборов»	4	контроль выполнения, реферат	20
21	Подготовка к лабораторной работе №2	2	контроль выполнения.	21
22	проработка лекций, раздел «Опытное определение класса точности аналогового прибора»	4	контроль выполнения, реферат	22
23	Подготовка к лабораторной работе №3	2	контроль выполнения.	23
24	Подготовка контрольного задания «Полупроводниковые датчики температуры». Анализ различных типов датчиков температуры и их сравнительный анализ	4	контроль выполнения	24
25	Подготовка к лабораторной работе №4	2	контроль выполнения.	25
26	Подготовка контрольного задания «Полупроводниковые датчики температуры». Анализ различных типов датчиков температуры и их сравнительный анализ	4	контроль выполнения	26
27	Подготовка к лабораторной работе №5	2	контроль выполнения.	27
28	Подготовка контрольного задания «Полупроводниковые датчики температуры». Анализ различных типов датчиков температуры и их сравнительный анализ	4	контроль выполнения	28
29	Подготовка к лабораторной работе №6	2	контроль выполнения.	29
30	Подготовка контрольного задания «Полупроводниковые датчики температуры». Анализ различных типов датчиков температуры и их сравнительный анализ	4	контроль выполнения	30
31	Подготовка к лабораторной работе №7	2	контроль выполнения.	31
1	2	3	4	5
32	Подготовка контрольного задания «Полупроводниковые датчики температуры». Анализ различных типов датчиков температуры и их сравнительный анализ	4	контроль выполнения	32
33	Подготовка к лабораторной работе №8	2	контроль выполнения.	33
34	Контрольная работа «Аналоговые электронные измерительные приборы»	2	непосредственный контроль выполнения, сдача работы, 2-е тестирование, экзамен	34
35	Подготовка к лабораторной работе №9	2	контроль выполнения.	35

### III. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

4 семестр (64 час.)

Самостоятельная деятельность студента рассматривается как вид учебного труда, позволяющий целенаправленно формировать и развивать его самостоятельность как личностное качество. Самостоятельная работа студента организована в следующих формах:

- проработка лекций, в том числе разделов, выделенных на самостоятельное изучение с целью подготовки к заданиям промежуточного и итогового контроля- «Разновидности полупроводниковых диодов», «Обозначения и маркировка полупроводниковых приборов». (8 часов);
- подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по ним (18 часов);
- Домашнее задание №1 – расчёт параметров модели диода, схемотехника использования варикапа и стабилитрона. (8 часов).
- Домашнее задание №2 – расчёт параметров модели биполярного, полевого транзистора с управляющим переходом и МОП транзистора, анализ работы ключевых схем (8 часов).
- Выполнение расчетно-графического задания (22 часа).

Тема расчетно-графической работы:

«Анализ и расчет статических параметров транзистора в схеме с общим затвором». В данной работе рассматривается принцип действия полевого транзистора с  $p-n$  переходом. Рассчитываются статические параметры полевого транзистора с общим затвором теоретически и экспериментально (на ЭВМ в среде *Electronic Workbench*). Применяется для расчетов графоаналитический метод.

Формы контроля самостоятельной работы:

- промежуточные аттестации (тестирование);
- защита лабораторных работ (зачет);
- экзамен (теоретические вопросы);
- проверка РГР.

5 семестр (48 час.)

Самостоятельная работа студента в этом семестре организована в следующих формах:

- проработка лекций, в том числе разделов, выделенных на самостоятельное изучение с целью подготовки к заданиям промежуточного и итогового контроля- «Обозначения на шкалах аналоговых приборов», «Опытное определение класса точности аналогового прибора». (8 часов);
- подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по ним (18 часов);
- Выполнение контрольного задания (22 часа).

Тема контрольной работы:

«Полупроводниковые датчики температуры». Анализ различных типов датчиков температуры и их сравнительный анализ.

«Аналоговые электронные измерительные приборы»

Формы контроля самостоятельной работы:

- промежуточные аттестации (тестирование);
- защита лабораторных работ (зачет);
- экзамен (теоретические вопросы);
- проверка РГР.

Список рекомендуемой литературы представлен в рабочей программе.

### **ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ.**

*Методические рекомендации:*

Задачи для самостоятельно решения выполняются студентами в сроки, установленные графиком. Оформление производится на стандартных листах формата А4 или отдельной тетради для задач. Задания выбираются студентом по вариантам, выданным преподавателем.

*Краткий список задач:*

1. Задание №1 – Расчёт выпрямителя и сглаживающего фильтра.
2. Задание №2, Задание №3 – Расчёт параметров модели биполярного транзистора.
3. Задание №4 – Определение параметров каскада в режиме переключения мощности.
4. Задание №5, Задание №6 – Расчет параметров модели полевого транзистора.
5. Задание №7, Задание №8 - Реализация схемы работы производственного механизма.
6. Задание №9 – Разработка схемы дешифратора.
7. Задание №10 – Разработка комбинационного устройства.
8. Задание №11 – Расчет схемы управления электродвигателем на логических элементах.
9. Задание №12 – Составление схемы суммирующего счетчика.

*Примеры решений:*

*Пример решения задачи №1*

## **IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

## 1. Общие требования к организации и проведению

<i>Учебное занятие (УЗ)</i>	Элемент образовательного процесса, обеспечивающий передачу и усвоение конкретных знаний, умений и/или навыков в данной предметной области. Форма УЗ (лекция, семинар, лабораторная работа, деловая игра и т. д.) и его содержание (теоретическое, практическое) определяются действующими нормативными и методическими документами – государственными образовательными стандартами, учебными планами, рабочими программами, методическими указаниями и т.п.
<i>Лабораторное занятие (ЛЗ)</i>	Разновидность практического УЗ, проводимого преимущественно в учебных лабораториях с целью углубления теоретических знаний и приобретения навыков постановки и проведения опыта или эксперимента в данной предметной области.
<i>Лабораторная работа (ЛР)</i>	Конкретное учебное задание по изучаемому курсу (дисциплине), выполняемое на лабораторном занятии.
<i>Лабораторная установка (Лабораторный стенд)</i>	Техническое устройство, объединяющее в одно целое объект изучения, средства управления его состоянием (поведением), а также средства наблюдения, контроля, измерения. Специфическим видом лабораторной установки является реализация ЛР средствами информационных (компьютерных) технологий – виртуальная ЛР.

## 2. Задачи проведения лабораторных занятий (лабораторных работ)

Для эффективного достижения перечисленных выше целей студенты должны:

- понимать смысл, содержание и значимость целей каждого из ЛЗ (каждой ЛР) и их циклов;
- знать положения теории, относящиеся к особенностям строения, поведения и применения данного ОИ;
- уяснить обоснованность применения в ЛЗ (ЛР) конкретных средств наблюдения, измерения и контроля в зависимости от особенностей ОИ;
- знать особенности методов (способов) наблюдения, контроля и измерений, реализуемых в ходе выполнения данной ЛР и их цикла.

## 3. Необходимыми условиями проведения и выполнения ЛЗ (ЛР) или их циклов должны быть:

- самостоятельная подготовка студентов к выполнению каждого отдельного ЛЗ (каждой отдельной ЛР);
- контроль преподавателем (лицом, исполняющим его обязанности) степени подготовленности каждого студента к выполнению ЛЗ (ЛР);
- активное выполнение студентами ЛЗ (ЛР) и их циклов;
- оформление отчета и его защита каждым студентом в сроки, установленные преподавателем;
- формирование текущего, рубежного и итогового рейтингов студента по результатам выполнения и защиты отдельных ЛЗ (ЛР) и их циклов.

## 4. Преподаватели университета (сотрудники других организаций, учреждений и/или предприятий, привлекаемые к проведению ЛР), несут ответственность

- за качественную постановку и проведение ЛР;
- за поддержание в лабораторном помещении рабочей дисциплины и порядка;
- за соответствие измеряемых, наблюдаемых и контролируемых свойств ОИ целям и содержанию выполняемых ЛЗ (ЛР) и их циклов, а также целям (требованиям) рабочей программы учебной дисциплины и профессиональной образовательной программы в целом.

- за соответствие разрабатываемого (разработанного) учебно-методического обеспечения отдельных ЛЗ или их циклов требованиям настоящего стандарта и других нормативных документов - государственным образовательным стандартам, образовательным стандартам ТПУ, ГОСТам, ОСТам и т.д.
5. Преподаватели (лица, привлекаемые к проведению ЛЗ и ЛР) имеют право:
- отстранять от проведения лабораторных работ студентов, нарушающих установленные правила по технике безопасности или внутреннего распорядка университета, предприятия или организации (в зависимости от места проведения лабораторного занятия);
  - требовать от студентов разрешения на посещение последующих лабораторных занятий после пропущенных предыдущих;
  - проводить перед началом лабораторных работ контрольный опрос студентов с целью выяснения их подготовленности к выполнению ЛЗ (ЛР);
  - вносить в случае необходимости (из-за отказа оборудования, измерительных или вычислительных средств и т. п.) частичные изменения в программу лабораторной работы.
6. Права, обязанности и ответственность студента
- 6.1 Студент имеет право:
- получить необходимые для выполнения ЛЗ (ЛР) методические материалы в бумажном или электронном видах;
  - проводить лабораторные работы по оригинальным методикам при предварительном согласовании их с преподавателем;
  - выполнить ЛЗ (ЛР), пропущенную по уважительной причине, в часы, согласованные с преподавателем (лицом, исполняющим его обязанности).
- 6.2 Студент обязан:
- соблюдать правила техники безопасности и внутреннего распорядка в лаборатории;
  - быть готовым к выполнению ЛЗ (ЛР), в объеме требований, определяемых соответствующими методическими указаниями и/или устными указаниями преподавателя (лица, исполняющего его обязанности);
  - выполнить ЛЗ (ЛР) в полном объеме, предусмотренном методическими указаниями и в часы, регламентированные расписанием;
  - оформить в установленные сроки отчет по ЛЗ (ЛР) и защитить его.
- 6.3 Студент несет ответственность:
- за пропуск ЛЗ (ЛР) по неуважительной причине;
  - за неподготовленность к ЛЗ (ЛР);
  - за несвоевременную сдачу отчетов по ЛЗ (ЛР) и несвоевременную их защиту;
  - за порчу имущества и нанесение материального ущерба лаборатории.
7. Структура отчета по ЛЗ (ЛР) и правила его оформления
- 7.1 Отчет является документом, свидетельствующим о выполнении студентом ЛЗ (ЛР), и должен включать:
- титульный лист согласно «Приложению А» к настоящему стандарту;
  - цели выполненной ЛР;
  - основную часть (краткая постановка задачи ЛР; краткая характеристика ОИ; методика или программа ЛЗ (ЛР); результаты измерений, наблюдений и расчетов, представленные в форме таблиц, графиков, диаграмм и т.д.);
  - обсуждение результатов выполнения ЛР в виде кратких, но принципиально необходимых доказательств, обоснований, разъяснений, анализов, оценок, обобщений и выводов;
  - приложения (при необходимости).



7.2 В зависимости от особенностей ЛЗ (ЛР) или их цикла по указанию преподавателя отчет составляется каждым студентом индивидуально или общий на подгруппу (бригаду) студентов.

# КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

## *электроника*

- 1.1. Исследование полупроводниковых диодов и тиристоров.
- 1.2. Исследование схем однофазных выпрямителей.
- 1.3. Исследование управляемого преобразователя.
- 1.4. Исследование стабилизаторов постоянного напряжения и тока.
- 1.5. Исследование биполярного транзистора.
- 1.6. Исследование однокаскадного усилителя.
- 1.7. Исследование двухкаскадного усилителя.
- 1.8. Исследование операционного усилителя.
- 1.9. Исследование логических элементов.
- 1.10. Исследование комбинационных логических схем. Дешифратор, шифратор, мультиплексор, демультиплексор.
- 1.11. Исследование триггерных схем.

## *Измерительная техника*

- 2.1. Средства измерений и их основные метрологические характеристики.
- 2.2. Электромеханические измерительные механизмы.
- 2.3. Исследование электронного осциллографа.
- 2.4. Измерение сопротивлений на постоянном токе.
- 2.5. Методы расширения пределов измерения электроизмерительных приборов.
- 2.6. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.
- 2.7. Измерение мощности, коэффициента мощности и частоты.
- 2.8. Измерение мощности, коэффициента мощности и частоты.
- 2.9. Регистрирующие приборы.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими пособиями: «Информационно-измерительная техника. Лабораторный практикум» и «Электроника»

## **V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.**

### *Основные требования по выполнению расчетно-графических работ*

#### *Оформление титульного листа:*

Все расчетно-графические работы выполняются из стандартных листах бумаги с размерами 210 x 297 мм, скрепленных в тетрадь.

Титульный лист (передний лист обложки) оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД. Все надписи на титульном листе располагаются в строго определенных местах выполняются чертежным шрифтом. Разрешается выполнять титульный лист в компьютерном варианте.

#### *Оформление расчетно-пояснительной записки:*

Расчетно-пояснительная записка должна быть достаточно краткой, без лишних подробных пояснений и теоретических выводов, имеющих в учебниках и других учебных пособиях, но не чересчур краткой, содержащей один только формулы и вычисления. В расчетно-пояснительной записке от начала до конца должна четко прослеживаться логическая связь выполняемых операций, а также должны быть отмечены основания для выполнения этих операций. Приведенные в настоящей методической разработке примеры решения отдельных задач могут послужить основой для составления записок.

Формулы, приводимые в записке, должны быть, как правило, записаны сначала в общем виде, а затем уже должна быть произведена подстановка исходных данных и выполнены необходимые вычисления. При подстановке исходных данных нужно

внимательно следить за соблюдением одинаковой размерности. После получения значения искомой (промежуточной или окончательной) величины обязательно проставляется ее размерность.

На каждой странице оставляются поля: слева шириной 25 мм – для скрепления листов в тетрадь, и справа – 10мм.

Изложение текстового материал записки следует вести от первого лица множественного числа, например: «...определяем...», «...вычисляем...», «...находим...», и т.д., или в безличной форме: «...можно определить...», и т.п., а не «...я определяю...», «...нахожу...», и т.д. Текст всей записки должен быть выдержан в едином стиле; например, если пояснения ведутся в безличной форме, то эта форма должна сохраняться во всей работе.

В конце записки необходимо привести перечень литературы, использованной студентом в процессе выполнения работы, в той последовательности, в какой литературные источники отмечены квадратными скобками в тексте.

Все страницы расчетно-графической работы должны быть последовательно пронумерованы в правой нижней части страницы арабскими цифрами с точкой. Нумерация страниц должна быть сквозной от титульного листа до последней страницы, включая чертежи (схемы). На титульном листе, который является первой страницей, номер страницы не ставится, хотя и подразумевается.

Выполнение графической части работы:

Графическая часть работы выполняется на бумаге формате А4 (210 x 297 мм) карандашом или в компьютерном варианте с применением необходимых инструментов.

В соответствии с заданным вариантом вычерчивается в схема, на которой проставляются исходные данные как в буквенных обозначениях, так и в числах. Кроме того, все значения, используемые в расчетах, также должны быть показаны на чертеже.

*Защита расчетно-графических работ:*

Каждым студентом все расчетно-графические работы должны выполняться и сдаваться на проверку преподавателю в сроки, предусмотренные графиком работы студентов в текущем семестре. После исправления студентом всех ошибок, отмеченных преподавателем при проверке, каждая расчетно-графическая работа должна быть защищена. При исправлении ошибок из проверенной работы ни в коем случае ничего не выбрасывается. Исправления аккуратно записываются студентом на чистых страницах. На защиту студенты приносят исправленные работы, сдают их преподавателю, получают индивидуальные карточки-задания на решение задачи по соответствующему разделу курса. На решение задачи отводится максимум 30+40 мин. Если студент успешно решил задачу и у преподавателя нет никаких дополнительных замечаний по расчетно-графической работе, то защита считается законченной. После защиты работа остается у преподавателя. В случае, когда студент при защите не справляется с решением типовых задач, то преподавателем назначается дополнительная защита (не более двух раз!). Если студентом какие-либо расчетно-графические работы не защищены в течении семестра, то их защита и сдача зачета по курсу производится в зачетное – экзаменационную сессию.

## **РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.**

- ✓ Начертить схему усилительного каскада с учетом заданного типа транзистора. На схеме указать токи и напряжения  $U_{кз}$  и  $U_{бэ}$  транзистора, а также  $U_{вх}$  и  $U_{вых}$ .
- ✓ По заданным в таблице параметрам на характеристиках транзистора нанести точку покоя и построить статическую линию нагрузки. Рассчитать величину сопротивлений резисторов, обеспечивающих заданный режим покоя. При расчете учесть, что  $I_k \gg I_б$ .
- ✓ В точке покоя по характеристикам транзистора определить его  $h$ -параметры ( $h_{11}$ ,  $h_{21}$ ,  $h_{22}$ ). Параметр  $h_{12}$  принять равным 0.

- ✓ Начертить схему замещения усилителя в динамическом режиме, заменив транзистор эквивалентной схемой с  $h$ -параметрами.
- ✓ Рассчитать с учетом нагрузки входное и выходное сопротивление каскада, коэффициенты усиления тока, напряжения и мощности.
- ✓ Построить динамическую линию нагрузки на выходных характеристиках и определить максимальную амплитуду выходного напряжения без заметных искажений сигнала и максимальную выходную мощность.
- ✓ Указать на схеме каскада тип транзистора и величины сопротивлений резисторов.

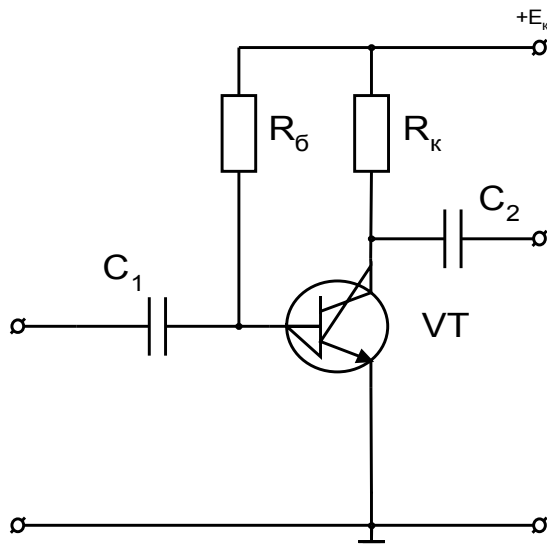


Рис.1

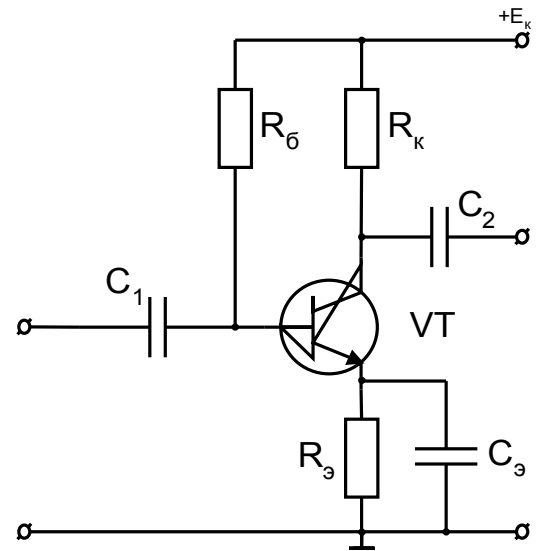


Рис.2

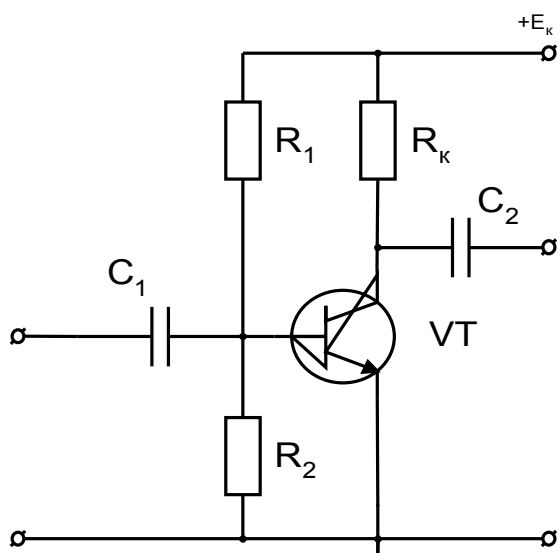


Рис.3

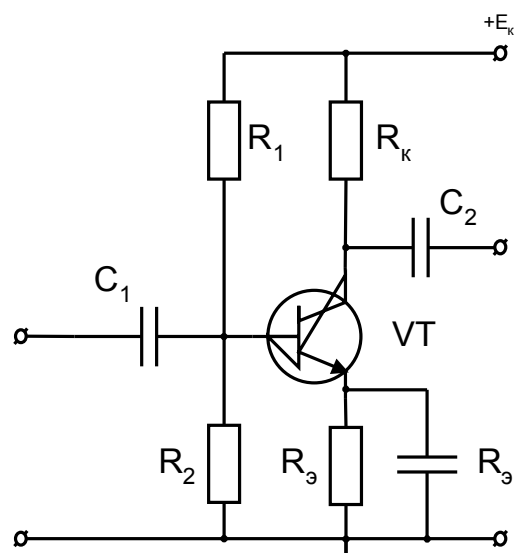


Рис.4

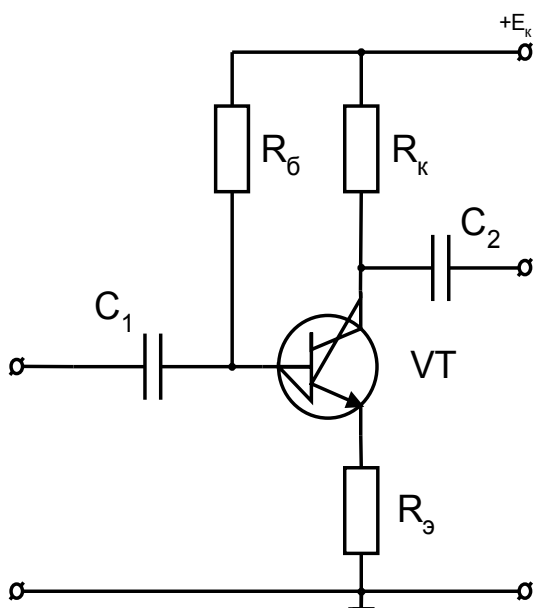


Рис.5

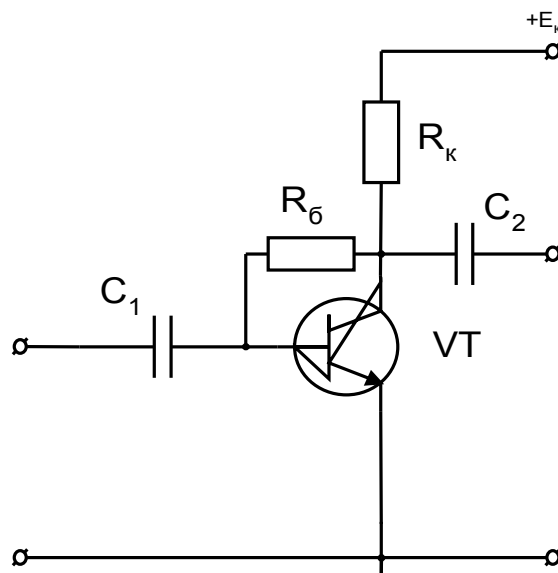


Рис.7

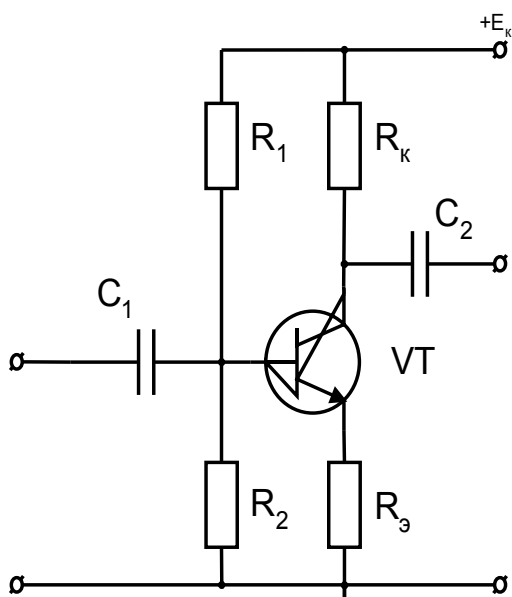


Рис.6

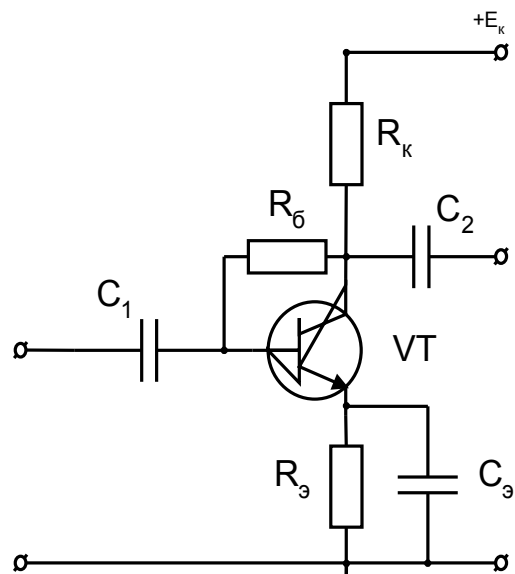
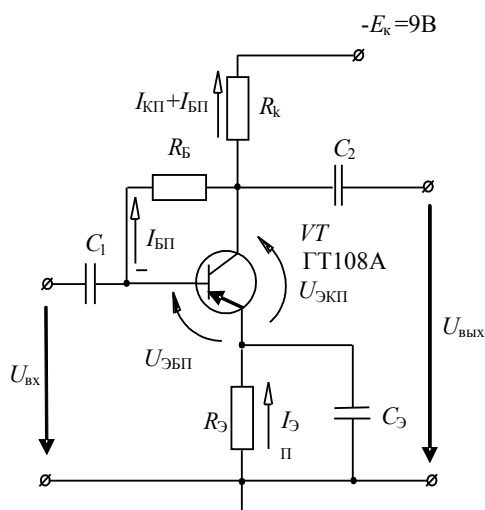


Рис.8

Таблица

Вариант	Тип транзистора	Напряжение источника питания, В	Ток покоя транзистора, мА	Напряжение покоя $U_{кэп}$ , В	Сопротивление нагрузки, кОм
1	МП25	12	5	6	10
2	МП25	20	10	10	2
3	МП25А	12	10	6	10
4	МП25А	20	10	10	1
5	МП25Б	24	10	12	10
6	МП25Б	27	10	14	2
7	ГТ122А	12	10	6	5
8	ГТ122Б	12	5	6	2
9	ГТ122В	12	5	6	10
10	ГТ122Г	12	8	6	1
11	ГТ122А	15	8	8	1
12	ГТ122В	15	10	8	10
13	КТ301А	12	4	6	10
14	КТ301А	24	4	12	3
15	КТ301Б	12	3	6	10
16	КТ301Б	24	3	12	4
17	КТ301В	12	5	6	10
18	КТ301В	24	5	12	2
19	КТ301Ж	12	3	6	10
20	КТ301Ж	24	3	12	4
21	КТ315А	12	20	6	5
22	КТ315А	12	25	6	1
23	КТ315Б	12	25	6	1
24	КТ315Б	15	20	7	0.5
25	КТ315В	24	10	12	10
26	КТ315В	24	10	12	2
27	КТ315Г	12	20	6	5
28	КТ315Г	12	20	6	0.5
29	КТ315Е	12	20	6	2
30	КТ315Е	15	20	7	1

### ПРИМЕР РЕШЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ



Для усилительного каскада на транзисторе ГТ108А, схема которого приведена на рисунке, даны: напряжение источника питания 9 В, ток покоя коллектора 10 мА, напряжение покоя эмиттер – коллектор – 4 В, сопротивление нагрузки 1 кОм. Рассчитать сопротивления резисторов схемы, определить коэффициент усиления напряжения, тока и мощности, входное и выходное сопротивления каскада, максимальную амплитуду выходного синусоидального сигнала.

**РЕШЕНИЕ.**

1. Режим покоя.

Уравнение статической линии нагрузки

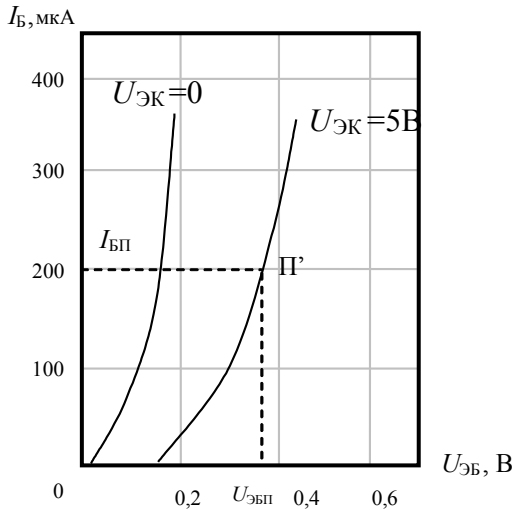
$$E_k = I_3 \cdot R_3 + U_{\text{ЭК}} + I_3 \cdot R_k.$$

Учитывая, что  $I_k \gg I_6$   $I_k \approx I_3$

$$E_k = U_{\text{ЭК}} + I_k \cdot (R_k + R_3).$$

По полученному уравнению на выходных характеристиках транзистора ГТ108А строим статическую линию нагрузки (рис. 4.11) по двум точкам: 1) точка покоя П с координатами  $I_{\text{кп}} = 10 \text{ мА}$  и  $U_{\text{ЭКп}} = 4 \text{ В}$ ,

2) точка отсечки  $I_k = 0$ ,  $U_{\text{ЭК}} = E_k = 9 \text{ В}$ .

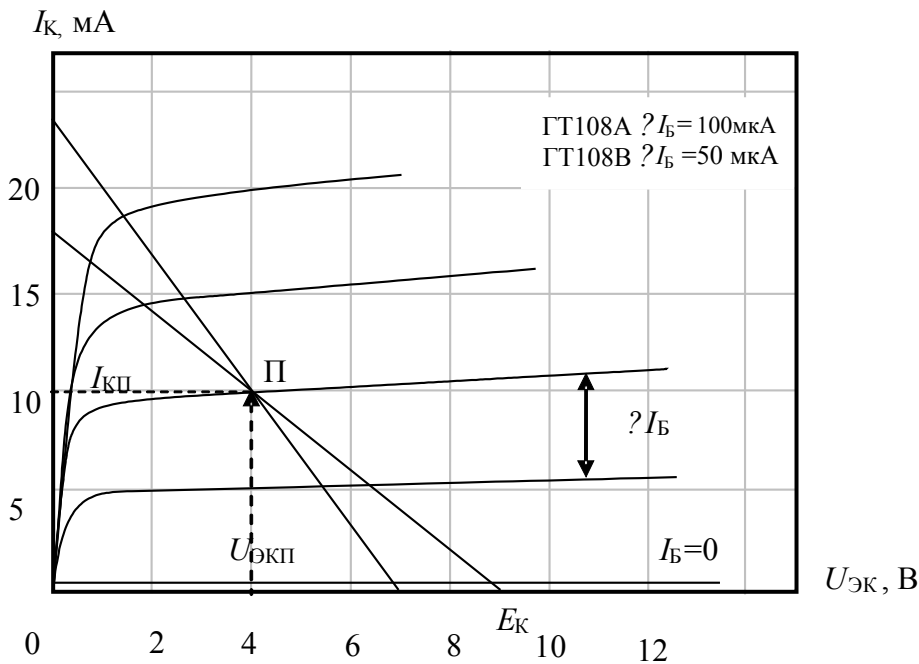


ГТ108А, ГТ108В

Германиевые сплавные р-п-р транзисторы предназначены для работы в схемах усиления и генерирования.

Корпус металлический, масса не более 0,5 г.

- $U_{\text{кЭ м}} = 10 \text{ В}$ ,
- $I_{\text{к м}} = 50 \text{ мА}$ ,
- $P_{\text{к м}} = 75 \text{ мВт}$ ,
- $T_{\text{к м}} = 55 \text{ }^\circ\text{С}$



Подставляя в уравнения линии нагрузки значения  $E_k$ ,  $I_{\text{кп}}$  и  $U_{\text{ЭКп}}$ , получаем

$$R_3 + R_k = \frac{E_k - U_{\text{экл}}}{I_{\text{кп}}} = \frac{9 - 4}{10} = 0,5 \text{ кОм.}$$

Так как по условию  $R_3 = 0,1 R_k$ , то

$$R_k = \frac{R_3 + R_k}{1,1} = \frac{0,5}{1,1} \approx 450 \text{ Ом};$$

$$R_3 \approx 50 \text{ Ом.}$$

Для контура база –  $R_6$  - коллектор-база можно написать уравнения по второму закону Кирхгофа

$$I_{\text{бп}} \cdot R_6 = U_{\text{бкп}}.$$

Учитывая, что

$$U_{\text{бк}} = U_{\text{эк}} - U_{\text{эб}},$$

имеем

$$R_6 = \frac{U_{\text{экп}} - U_{\text{эбп}}}{I_{\text{бп}}}.$$

Точка покоя П лежит на выходной характеристике  $I_6 = 200 \text{ мкА}$ . По входной характеристике  $U_{\text{эк}} = 5 \text{ В}$  для  $I_{\text{бп}} = 200 \text{ мкА}$  получаем  $U_{\text{эбп}} = 0,35 \text{ В}$ .

$$R_6 = \frac{4 - 0,35}{0,2} = 18,3 \text{ кОм.}$$

## 2. Динамический режим.

По выходным характеристикам транзистора в точке покоя П определяем

$$h_{21} = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_6} = \frac{15 - 5}{0,3 - 0,1} = 50;$$

$$h_{22} = \frac{\Delta I_k}{\Delta U_{\text{эк}}} = \frac{10,5 - 10}{10 - 4} = 83 \cdot 10^{-6} \text{ См.}$$

По входной характеристике

$$h_{11} = \frac{\Delta U_{\text{эб}}}{\Delta I_6} = \frac{0,41 - 0,3}{0,3 - 0,1} = 0,55 \text{ кОм.}$$

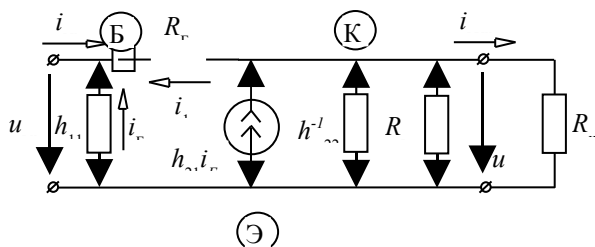


Схема замещения каскадов в динамическом режиме при замене транзистора эквивалентной схемой с  $h$ -параметрами приведена на рисунке. В выходной части схемы параллельно включены резисторы  $R_k = 450 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 1$

кОм, и  $h_{22}^{-1} = \frac{10^6}{83} \approx 12 \text{ кОм}$ . Так как  $h_{22}^{-1} \gg R$ , то его можно из схемы исключить.

Коэффициент усиления напряжения



$$K_u = \frac{u_{\text{ВЫХ}}}{u_{\text{ВХ}}}$$

Для его определения запишем уравнение по первому закону Кирхгофа, для узла К, считая все точки выходящими из узла, за исключением тока  $h_{21} i$  :

$$\frac{u_{\text{ВЫХ}} - u_{\text{ВХ}}}{R_0} + \frac{u_{\text{ВЫХ}}}{R_K} + \frac{u_{\text{ВЫХ}}}{R_H} = h_{21} i$$

где  $-i_0 = \frac{u_{\text{ВХ}}}{h_{11}}$ . После преобразования получаем

$$u_{\text{ВЫХ}} \cdot \frac{R_K \cdot R_H + R_0 \cdot R_H + R_0 \cdot R_K}{R_0 \cdot R_K \cdot R_H} = u_{\text{ВХ}} \cdot \frac{h_{11} - h_{21} \cdot R_0}{R_0 \cdot h_{11}}$$

Учитывая, что  $R_0 \gg R_K$ ,  $R_0 \gg R_H$  и  $h_{21} \cdot R_0 \gg h_{11}$ , упрощаем выражение

$$u_{\text{ВЫХ}} \cdot \frac{R_0 \cdot R_H + R_0 \cdot R_K}{R_0 \cdot R_K \cdot R_H} = - u_{\text{ВХ}} \cdot \frac{h_{21} \cdot R_0}{R_0 \cdot h_{11}}$$

или

$$K_u = - h_{21} \cdot \frac{R_K \cdot R_H}{h_{11} \cdot (R_H + R_K)} = - 50 \cdot \frac{0,45 \cdot 1}{0,55 \cdot (1 + 0,45)} = - 28,2$$

Знак минус указывает на то, что выходное напряжение находится в противофазе с входным. Проведенные упрощения дают погрешность порядка 2%, что допустимо. При определении входных и выходных сопротивлений в таких схемах контролируемые или зависимые источники, такие как источник тока  $h_{21} i$ , не отключаются. Поэтому входное сопротивление находим как

$$R_{\text{ВХ}} = \frac{u_{\text{ВХ}}}{i_{\text{ВХ}}}$$

где

$$i_{\text{ВХ}} = -i_1 - i_0 = - \frac{u_{\text{ВЫХ}} - u_{\text{ВХ}}}{R_0} - \frac{-u_{\text{ВХ}}}{h_{11}} = \frac{u_{\text{ВХ}} \cdot (h_{11} + R_0) - u_{\text{ВЫХ}} \cdot h_{11}}{R_0 \cdot h_{11}}$$

$$R_{\text{ВХ}} = \frac{R_0 \cdot h_{11}}{h_{11} + R_0 - K_u \cdot h_{11}} = \frac{18,3 \cdot 0,55}{0,55 + 18,3 + 28,2 \cdot 0,55} = 0,3 \text{ кОм.}$$

Выходное сопротивление рассчитывают между клеммами выхода при отключенной нагрузке и закороченном входе. Цепь базы закорочена,  $i_0 = 0$  и источник  $h_{21} i$  не работает.

Тогда

$$R_{\text{ВЫХ}} = \frac{R_0 \cdot R_K}{R_0 + R_K} = \frac{18,3 \cdot 0,45}{18,3 + 0,45} = 0,44 \text{ кОм} \approx R_K$$

Коэффициент усиления тока

$$K_{i_{\text{ВХ}}} = \frac{i_{\text{ВЫХ}}}{i_{\text{ВХ}}}; \quad i_{\text{ВЫХ}} = \frac{u_{\text{ВХ}}}{R_{\text{ВХ}}}; \quad i_{\text{ВХ}} = \frac{u_{\text{ВЫХ}}}{R_{\text{Н}}}$$

Тогда

$$K_i = \frac{u_{\text{ВЫХ}}}{u_{\text{ВХ}}} \cdot \frac{R_{\text{ВХ}}}{R_{\text{Н}}} = K_u \cdot \frac{R_{\text{ВХ}}}{R_{\text{Н}}} = 28,2 \cdot \frac{0,3}{1,0} = 8,2.$$

Коэффициент усиления мощности

$$K_p = K_u \cdot K_i = 28,2 \cdot 8,2 = 231.$$

Уравнение динамической линии нагрузки записывается по второму закону Кирхгофа для выходного контура схемы замещения каскада

$$u_{\text{ЭК}} = -i_{\text{к}} \cdot \frac{R_{\text{к}} \cdot R_{\text{Н}}}{R_{\text{к}} + R_{\text{Н}}} = -i_{\text{к}} \cdot \frac{0,45 \cdot 1}{0,45 + 1} = -0,31 \cdot i_{\text{к}}.$$

При  $i_{\text{к}} = 0$  каскад работает в статическом режиме и динамическая линия нагрузки должна приходиться через точку покоя П. При изменении коллекторного тока  $\Delta I_{\text{к}} = 5$  мА напряжение  $U_{\text{ЭК}}$  изменится на  $-1,55$  В, т. е. вторая точка динамической линии нагрузки имеет координаты

$$I_{\text{к}} = I_{\text{кП}} + \Delta I_{\text{к}} = 10 + 5 = 15 \text{ мА} \quad \text{и} \quad U_{\text{ЭК}} = U_{\text{ЭКП}} + \Delta U_{\text{ЭК}} = 4 - 1,55 = 2,45 \text{ В}.$$

Через точки с этими координатами проводим динамическую линию нагрузки. Она пересекает характеристику  $I_{\text{б}} = 0$  в точке, которая соответствует  $U_{\text{ЭК}} = 6,9$  В. Следовательно, максимальная амплитуда выходного напряжения

$$U_{\text{ВЫХ м}} = U_{\text{ЭК}} - U_{\text{ЭКП}} = 6,9 - 4 = 2,9 \text{ В}.$$

Максимальная выходная мощность

$$P_{\text{ВЫХ м}} = \frac{U_{\text{ВЫХ м}}^2}{2 \cdot R_{\text{Н}}} = \frac{2,9^2}{2 \cdot 1} = 4,2 \text{ мВт}.$$

Схемы усилительных каскадов приведены на рисунках. Исходные данные для расчета заданы в таблице. При расчете каскадов с  $R_{\text{с}}$  его величину принять равной  $0,1 R_{\text{к}}$ . Для каскадов с делителем  $R_1$  и  $R_2$  ток делителя принять  $5I_{\text{бн}}$ .

## VI. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Электроника:

1.1. Введение - 2 час.

✓ Содержание дисциплины. Преимущества электронных, методов преобразования информации и энергии. Современное состояние и тенденции развития электроники и информационно-измерительной техники. Роль дисциплины в подготовке специалистов в области электроэнергетики.

1.2. Полупроводниковые приборы - 6 час.

- ✓ Электропроводность полупроводников. Полупроводниковые диоды: устройство, принцип действия, вольтамперная характеристика. Типы диодов.
- ✓ Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия. Схемы включения. Статические ВАХ. Схемы замещения.
- ✓ Полевые транзисторы с р-п переходом и МОП - транзисторы. Принцип действия. Характеристики и параметры.

### 1.3. Усилители - 10 час.

- ✓ Классификация усилителей. Классы усиления. Транзисторный усилительный каскад с общим эмиттером.
- ✓ Эмиттерный повторитель. Усилитель с общим коллектором.
- ✓ Усилительные каскады на полевых транзисторах.
- ✓ Усилители на полевых транзисторах Дифференциальные усилители.
- ✓ Многокаскадные усилители с конденсаторной связью. Каскады усиления мощности.

### 1.4. Обратная связь. Операционные усилители - 4 час.

- ✓ Предварительные сведения об обратной связи. Операционные усилители. Основные схемы включения.
- ✓ Анализ работы операционных усилителей.

### 1.5. Импульсная и цифровая техника – 12 час.

- ✓ Мультивибраторы и одновибраторы.
- ✓ Генераторы линейно изменяющегося напряжения. Блокинг-генераторы.
- ✓ Основы алгебры, логики. Логические элементы.
- ✓ Триггеры на логических элементах.
- ✓ Счетчики импульсов. Дешифраторы.
- ✓ Индикаторные приборы и их применение.

### 1.6. Маломощные выпрямители однофазного тока и стабилизаторы – 2 час.

- ✓ Работа неуправляемого выпрямителя. Параметрические и компенсационные стабилизаторы напряжения.

#### Измерительная техника:

##### 2.1. Погрешности измерений – 2 час.

Основные понятия и виды погрешностей. Систематические и случайные погрешности. Вероятностный подход к описанию погрешностей. Вероятностные оценки погрешностей. Обработка результатов измерений при различных видах измерений.

##### 2.2. Классификация средств измерений – 2 час.

Эталоны, образцовые и рабочие меры. Измерительные преобразователи, приборы и установки. Измерительные информационные системы. Государственная система обеспечения единства измерений.

##### 2.3. Характеристики средств измерений – 2 час.

Основные метрологические характеристики средств измерений - статические и динамические. Нормирование метрологических характеристик. Способы выражения пределов допускаемых погрешностей. Классы точности средств измерений.

##### 2.4. Структурные схемы средств измерений – 2 час.

Средства измерений прямого и уравнивающего преобразования.

##### 2.5. Меры, измерительные преобразователи и электромеханические приборы – 4 час.

2.5.1. Меры электрических величин: измерительные катушки сопротивления, индуктивности и взаимной индуктивности, измерительные конденсаторы, нормальные элементы, стабилизированные источники напряжения, измерительные генераторы, калибраторы, магазины мер.

2.5.2. Измерительные преобразователи электрических величин: шунты, добавочные резисторы, делители напряжения, измерительные усилители, измерительные трансформаторы тока и напряжения.

## 2.6. Электромеханические приборы – 4 час.

Основы теории электромеханических приборов. Магнитоэлектрические, электродинамические, ферродинамические, электромагнитные, электростатические и индукционные приборы: общие сведения, измерительный механизм, достоинства и недостатки, область применения.

## 2.7. Электромеханические приборы с преобразователями – 2 час.

Общие сведения, выпрямительные приборы, термоэлектрические приборы.

## 2.8. Электронные аналоговые приборы и преобразователи – 6 час.

2.8.1. Общие сведения. Электронные вольтметры постоянного тока, переменного тока, универсальные, импульсные и селективные.

2.8.2. Приборы и преобразователи для измерения частоты и фазы. Приборы и преобразователи для измерения мощности и энергии. Приборы для измерения параметров электрических цепей: электронные омметры, приборы для измерения индуктивности, емкости и добротности.

2.8.3. Электронно-лучевые осциллографы. Устройство, принцип действия, структурная схема, виды развертки, основные характеристики.

## 2.9. Мосты и компенсаторы (потенциометры) – 4 час.

2.9.1. Общие сведения. Теория мостовых схем. Мосты для измерения сопротивлений на постоянном токе. Мосты переменного тока для измерения емкости, угла потерь, индуктивности и добротности.

2.9.2. Компенсаторы постоянного тока. Принцип действия, устройство, область применения. Компенсаторы переменного тока. Принцип действия, устройство, область применения. Автоматические мосты и компенсаторы.

## 2.10. Цифровые приборы и преобразователи – 8 час.

2.10.1. Общие сведения. Основные понятия и определения. Методы преобразования непрерывных измеряемых величин в коды. Классификация ЦИУ. Основные характеристики ЦИУ. Узлы цифровых измерительных устройств.

2.10.2. ЦИУ последовательного счета. ЦИУ с непосредственным преобразованием в код временных интервалов: хронометры, фазометры, периодометры, вольтметры. ЦИУ с непосредственным преобразованием в код частоты: частотомеры, вольтметры. ЦИУ с непосредственным преобразованием в код напряжения постоянного тока: вольтметры циклические и следящие.

2.10.3. ЦИУ последовательного приближения: вольтметры постоянного и переменного напряжения. ЦИУ считывания: для измерения перемещения, для измерения напряжения.

2.10.4. Регистрирующие приборы и устройства.

## **VII. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.**

Для быстрого, наглядного и качественного решения задач рекомендуется использовать специализированное программное обеспечение. Наиболее простой программой для этой цели является Electronic WorkBench.

Программа Electronic Work Bench (EWB) предназначена для математического моделирования электрических цепей с помощью ПЭВМ. Отличительной особенностью программ серии Electronic Work Bench является максимальная наглядность процесса моделирования.

В качестве исходной модели принимается принципиальная электрическая схема исследуемой электрической цепи. Причем графические возможности программы позволяют «рисовать» схемы на мониторе ПЭВМ аналогично широко распространенным пакетам Visio и AutoCad, используя готовые шаблоны условных графических изображений элементов электрических цепей, электрических приборов и машин. Условные графические изображения большинства элементов отвечают действующим

требованиям Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Графические изображения измерительных приборов включают табло прибора, на котором в процессе моделирования выводится информация и величина измеряемого параметра, что противоречит действующим нормативам, но обеспечивает высокую наглядность работы модели.

Внешний вид рабочего экрана программы Work Bench отвечает общепринятым нормам графического интерфейса пользователя среды Windows, и пользователь, имеющий минимальные навыки работы с пакетами Microsoft Word и Visio, не испытывает трудностей при выполнении операций загрузки и сохранения файлов схем, редактировании схем. Определённые сложности возникают в управлении работой виртуальных электрических цепей и заданием параметров их элементов, так как такие операции требуют специальных знаний по электротехнике.

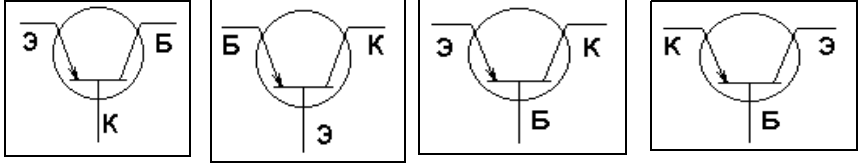
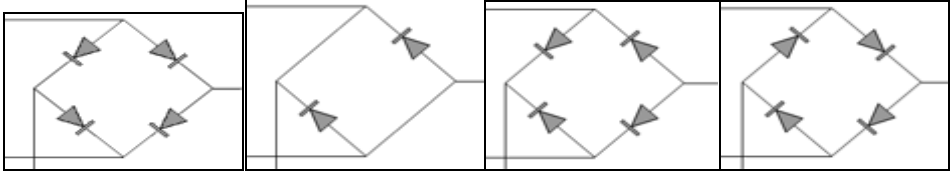
## VIII. ФОНД ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

### *Электроника. Часть 1.*

<b>1</b>	Во сколько раз изменится среднее значение выходного напряжения двухполупериодного выпрямителя в режиме холостого тока, если к его выходу подключить конденсатор ?	
	1	не изменится
	2	увеличится в $\sqrt{2}$ раз
	3	увеличится в $\sqrt{3}$ раз
	4	уменьшится в $\sqrt{2}$ раз
	5	увеличится в 2 раза
<b>2</b>	Потребляет ли энергию идеальный диод?	
	1	да
	2	нет
<b>3</b>	Носители заряда отвечающие за проводимость материала находятся (на энергетической диаграмме) в	
	1	Запрещенной зоне
	2	В зоне проводимости
	3	В валентной зоне
<b>4</b>	Могут ли диоды работать в режиме пробоя?	
	1	Нет, не могут. При пробое наступает необратимое изменение характеристик прибора вплоть до его разрушения
	2	Да, могут. Если пробой зеннеровский или туннельный
	3	Да, могут. Если пробой не лавинный и не туннельный
	4	Да, могут если пробой тепловой и обеспечен хороший теплоотвод
	5	Нет не могут. Так как пробой в диоде невозможен

5	'За предельную частоту транзистора принимают частоту на которой коэффициент передачи по току падает на 3 децибела. В какой схеме включения предельная частота будет ниже, в схеме с общей базой или схеме с общим эмиттером?';	
	1	'В схеме с общей базой';
	2	'В схеме с общим эмиттером';
	3	'Предельная частота в обеих схемах одинакова.';
6	Электронны являются основными носителями в полупроводнике	
	1	P-типа
	2	NP-типа
	3	W-типа
	4	N-типа
	5	Электронны не могут быть основными носителями
7	Диод следующего типа работает исключительно при прямом смещении -	
	1	Туннельный
	2	Стабилитрон
	3	Варикап
	4	Обращенный диод
	5	Стабистор
8	Какая из схем включения биполярного транзистора обладает наибольшим коэффициентом усиления по мощности?	
	1	с общей базой
	2	с общим эмиттером
	3	с общим коллектором
9	С ростом температуры количество зарядов в запрещенной зоне	
	1	Увеличивается
	2	Уменьшается
	3	Не меняется
10	Во сколько раз изменится среднее значение выходного тока двухполупериодного выпрямителя в режиме короткого замыкания, если к его выходу подключить конденсатор ?	
	1	увеличится в $\sqrt{3}$ раз
	2	не изменится
	3	увеличится в $\sqrt{2}$ раз
	4	увеличится в 2 раза
	5	уменьшится в $\sqrt{2}$ раз

11	Какая из схем включения биполярного транзистора называется "эмиттерный повторитель"?	
	1	с общей базой
	2	с общим эмиттером
	3	с общим коллектором
12	С уменьшением температуры количество зарядов в валентной зоне	
	1	Уменьшается
	2	Увеличивается
	3	Не меняется
13	Диодом называется	
	1	Полупроводниковый прибор имеющий два и более выводов
	2	Полупроводниковый прибор имеющий р-п-переход и два вывода
	3	Полупроводниковый прибор использующий два типа основных носителей
	4	Полупроводниковый прибор с одним выводом и двумя вводами
	5	Полупроводниковый прибор двойного назначения
14	Запрещенная зона это -	
	1	Участок полупроводникового образца в котором не могут находиться свободные электроны
	2	Диапазон температур в котором не образуются свободные носители зарядов
	3	Диапазон энергетических уровней которые не могут занимать носители заряда в полупроводниках и диэлектриках
	4	Область значений встроенного электрического поля в которой все электроны связаны с атомами
	5	Область вдоль границы раздела полупроводников разного типа проводимости в которой отсутствуют свободные носители заряда
15	Величина тока через диод пропорциональна	
	1	Напряжению на переходе
	2	Натуральному логарифму напряжения на переходе
	3	Экспоненте напряжения через переход
	4	Отношению теплового тока насыщения к температурному потенциалу

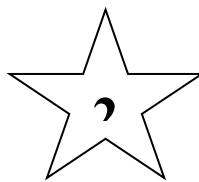
16	<p>Какой из рисунков верный?</p> 
17	<p>Обратное смещение перехода является рабочим режимом для следующего типа диода -</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Выпрямительного</li> <li>2 Импульсного</li> <li>3 Туннельного</li> <li>4 Стабилитрона</li> <li>5 Вакуумного</li> </ol>
18	<p>На какой из схем правильно расставлены диоды?</p> 
19	<p>Освещение полупроводникового образца</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Уменьшает его сопротивление за счет увеличения энергии носителей при столкновении с фотонами</li> <li>2 Уменьшает его сопротивление за счет уменьшения энергии носителей при столкновении с фотонами</li> <li>3 Увеличивает его сопротивление за счет увеличения энергии носителей при столкновении с фотонами</li> <li>4 Увеличивает его сопротивление за счет уменьшения энергии носителей при столкновении с фотонами</li> <li>5 Не влияет на его сопротивление так как полупроводниковые материалы непрозрачны</li> </ol>
20	<p>Коэффициент пульсации выпрямленного напряжения не зависит от:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 частоты тока</li> <li>2 сопротивления нагрузки</li> <li>3 величины питающего напряжения</li> <li>4 характера нагрузки</li> </ol>



21	Какие виды смешанных сглаживающих фильтров не существуют ?	
	1	R-C фильтр
	2	L-C фильтр
	3	R-L фильтр
	4	все существуют
22	Какой из H-параметров называют коэффициентом передачи по току?	
	1	$H^{11}$
	2	$H^{12}$
	3	$H^{22}$
	4	$H^{21}$
23	Во сколько раз изменится среднее значение выходного напряжения двухполупериодного выпрямителя в режиме холостого тока, если к его выходу подключить конденсатор ?	
	1	не изменится
	2	увеличится в $\sqrt{2}$ раз
	3	увеличится в $\sqrt{3}$ раз
	4	уменьшится в $\sqrt{2}$ раз
	5	увеличится в 2 раза
	3	увеличится в $\sqrt{2}$ раз
	4	увеличится в 2 раза
	5	уменьшится в $\sqrt{2}$ раз

*Измерительная техника. Часть 1.*

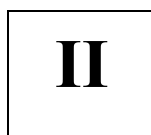
1. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



- |   |  |
|---|--|
| 1 | Магнитоэлектрический механизм;                       |
| 2 | Магнитоэлектрический механизм логометрического типа; |
| 3 | Электромагнитный механизм;                           |
| 4 | Электромагнитный механизм логометрического типа;     |
| 5 | Электромагнитный поляризованный механизм;            |
| 6 | Электродинамический механизм;                        |
| 7 | Электродинамический механизм логометрического типа;  |

8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм:
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.
14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

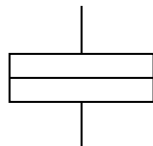
2. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм:
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.

14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

3. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм;
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.
14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

4. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм:
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.
14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

5. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;

7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм:
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.
14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

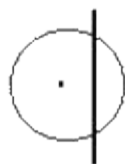
6. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм:
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.

13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.
14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

7. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



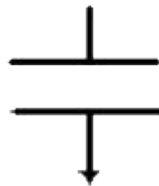
1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм;
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.
14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

8. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм;
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.
14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

9. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;

3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм;
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.
14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

10. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;



8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм;
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.
14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

11. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм;
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.

14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

12. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм;
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.
14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

13. Что означает данный символ на шкале аналогового электроизмерительного прибора?



1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм:
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.
14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

14. Какой измерительный механизм имеет линейную шкалу?

1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;

10	Электростатический механизм:
11	Измерительный механизм индукционного типа.
12	Защищен от воздействия внешних электрических полей.
13	Защищен от воздействия внешних магнитных полей.
14	Класс точности прибора.
15	Марка завода – изготовителя
16	Два года выдержки

15. С помощью какого измерительного механизма можно измерить электрическое постоянное напряжение?

1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм:
11	Измерительный механизм индукционного типа.

16. С помощью какого измерительного механизма можно измерить электрическую активную мощность?

1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;

6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм;
11	Измерительный механизм индукционного типа.

17. С помощью какого измерительного механизма можно измерить электрическое сопротивление?

1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм;
11	Измерительный механизм индукционного типа.

18. С помощью какого измерительного механизма можно измерить реактивную мощность?

1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;

7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм:
11	Измерительный механизм индукционного типа.

19. С помощью какого измерительного механизма можно измерить электрическую энергию?

1	Магнитоэлектрический механизм;
2	Магнитоэлектрический механизм логометрического типа;
3	Электромагнитный механизм;
4	Электромагнитный механизм логометрического типа;
5	Электромагнитный поляризованный механизм;
6	Электродинамический механизм;
7	Электродинамический механизм логометрического типа;
8	Ферродинамический механизм;
9	Ферродинамический механизм логометрического типа;
10	Электростатический механизм:
11	Измерительный механизм индукционного типа.

20. Предел измерения амперметра можно увеличить применив:

1	Шунт
2	Добавочное сопротивление
3	Измерительный трансформатор тока
4	Измерительный трансформатор напряжения
5	Усилитель напряжения
6	Усилитель тока
7	Делитель напряжения

21. Предел измерения вольтметра можно увеличить применив:

1	Шунт
2	Добавочное сопротивление
3	Измерительный трансформатор тока
4	Измерительный трансформатор напряжения
5	Усилитель напряжения
6	Усилитель тока
7	Делитель напряжения

22. Увеличить чувствительность амперметра можно применив:

1	Шунт
2	Добавочное сопротивление
3	Измерительный трансформатор тока
4	Измерительный трансформатор напряжения
5	Усилитель напряжения
6	Усилитель тока
7	Делитель напряжения

23. Увеличить чувствительность вольтметра можно применив:

1	Шунт
2	Добавочное сопротивление
3	Измерительный трансформатор тока
4	Измерительный трансформатор напряжения
5	Усилитель напряжения
6	Усилитель тока
7	Делитель напряжения

## **IX. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО КУРСУ "ЭЛЕКТРОНИКА И ИИТ"**

1. Электропроводность твердого тела. Проводники, полупроводники, диэлектрики.
2. Собственные и примесные полупроводники.
3. Легирование полупроводников.
4. P - N переход. Прямое и обратное включение.
5. Схемы выпрямления однополупериодная и двухполупериодная.
6. Полупроводниковые диоды и их краткая характеристика.
7. Выпрямительный диод и стабилитрон.
8. Биполярные транзисторы: характеристики, схемы включения и параметры.
9. Схема замещения биполярного транзистора и h-параметры.
10. Полевые транзисторы, принцип их работы.
11. Тиристоры.
12. Усилительный каскад на биполярном транзисторе. Графический расчет каскада.
13. Работа транзистора с нагрузкой. Определение положения рабочей точки.
14. Классификация усилителей.
15. Усилительный каскад на полевом транзисторе.
16. Дифференциальные усилители. Свойства и характеристики.
17. Операционные усилители. Классификация. Свойства и характеристики.
18. Усилители мощности: эмиттерный повторитель, однотактный трансформаторный усилитель мощности, двухтактный бестрансформаторный усилитель мощности.
19. Обратные связи в усилителях.
20. Усилители постоянного тока (УПТ).
21. Операционные усилители (ОУ): параметры и характеристики.
22. Инвертирующий и неинвертирующий усилители на ОУ.
23. Интегратор и дифференциатор на ОУ.
24. Электронные генераторы.
25. ГЛИН.
26. Триггер Шмитта на ОУ.
27. Мультивибратор и одновибратор.
28. Логические элементы: определения, обозначения; логические функции.
29. Сумматор (двоичный одно- и многоразрядный).
30. Дешифратор, шифратор.

#### Х. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО КУРСУ "ЭЛЕКТРОНИКА И ИИТ"

1. Меры основных электрических величин – E, R, L и C.
2. Абсолютная и относительная погрешности. Вычисление погрешностей прямых и косвенных измерений.
3. Структурные схемы и свойства средств измерений..
4. Приборы магнитоэлектрических систем; устройство, свойства, особенности.
5. Приборы электромагнитной системы: устройство, свойства, особенности.
6. Приборы электро- и ферродинамической систем: устройство, свойства. Особенности.
7. Приборы электростатической и выпрямительных систем: устройство, свойства, особенности.
8. Электронные вольтметры.
9. Анализаторы спектра.
10. Электронно-лучевой осциллограф. Блок схема.
11. Погрешность: абсолютная, относительная и приведенная
12. Измерения прямые, косвенные, совокупные, совместные.
13. Определение погрешности при непрямом измерении.
14. Методы непосредственных измерений и методы сравнения



15. Средства измерения, приборы и измерительные устройства
16. Эталоны: первичный, вторичный. Рабочие меры.
17. Поверка приборов, ее назначение и условия проведения.
18. Мостовые методы измерения. Уравновешенный и неуравновешенный мост.
19. Мосты отношения и произведения плеч. Особенности их применения.
20. Мосты постоянного тока. Условия баланса, их применение.
21. Мосты переменного тока. Условия баланса, их применение.
22. Мосты для измерения индуктивности и добротности.
23. Мосты для измерения емкости и тангенса угла потерь.
24. Принцип компенсационного метода измерения ЭДС.
25. Метод замещения.
26. Параметрические и генераторные преобразователи. Их особенности.
27. Виды параметрических преобразователей и их примеры.
28. Терморезисторы, их виды и их характеристики. Особенности и область использования.
29. Тензорезисторы, их виды и их характеристики. Особенности и область использования.
30. Использование преобразователей для измерения длины и перемещения (линейных и угловых).
31. Фоторезисторы и их характеристики. Особенности и область использования.
32. Емкостные преобразователи перемещения, их особенности, причины, ограничивающие применение.
33. Емкостные преобразователи, их свойства, диэлектрики.

## **XI. ПРЕПОДАВАТЕЛИ**

Лекции: ст. преподаватель кафедры АППиЭ Истомин Александр Сергеевич

Лабораторные занятия: ст. преподаватель кафедры АППиЭ Истомин Александр Сергеевич