

## Приложение 3 РПД Б1.В.ОД.9

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
В.В. Рожков  
« 31 » 08 2015 г.



### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ЭЛЕКТРОННЫЕ ЦЕПИ И МЕТОДЫ ИХ РАСЧЕТА**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

**Профиль подготовки: Промышленная электроника**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Смоленск – 2015 г.**

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к *научно-исследовательской и проектно-конструкторской* деятельности по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих *общепрофессиональных* компетенций в соответствии с учебным планом (УП):

- ОПК-3 – способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- терминологию в области электронных цепей и схемотехники (ОПК-3);
- общие принципы построения эквивалентных схем электронных узлов (ОПК-3);
- основные параметры и характеристики усилителей, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов (ОПК-3);
- принцип действия усилителей, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов (ОПК-3);
- особенности схемотехники операционных усилителей и линейных электронных узлов на их основе (ОПК-3);
- состояние современной элементной базы, необходимой для построения усилителей, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов (ОПК-3).

### **Уметь:**

- анализировать воздействие сигналов на линейные и нелинейные цепи (ОПК-3);
- производить расчет усилителей, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов (ОПК-3);
- осуществлять поиск и анализ научно-технической информации; (ОПК-3)
- выбирать компонентную базу, необходимую для решения поставленной задачи (ОПК-3);
- использовать специализированные программы схемотехнического моделирования для анализа процессов в электронных цепях и проверки правильности аналитических расчетов (ОПК-3);

### **Владеть:**

- методами анализа переходных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях (ОПК-3);
- методами анализа и расчета усилителей, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов (ОПК-3);
- методами анализа и обеспечения устойчивости линейных электронных устройств с обратными связями (ОПК-3).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока Б1 образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Промышленная электроника» направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

В соответствии с учебным планом по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» дисциплина Б1.В.ОД.9 «Электронные цепи и методы их расчета» базируется на следующих дисциплинах: Б1.Б.5, Б1.Б.6, Б1.Б.10, Б1.Б.12, Б1.Б.13, Б1.Б.16, Б1.В.ОД.3, Б1.В.ОД.4, Б1.В.ОД.6, Б1.В.ДВ.2, Б1.В.ДВ.3.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин: Б1.Б.18, Б1.Б.19, Б1.В.ОД.12, Б1.В.ОД.13, Б1.В.ДВ.6.

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

### Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	В ОД	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.9	
Часов (всего) по учебному плану:	180	5 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	5 семестр
Лекции (часов)	18	5 семестр
Практические занятия (часов)	36	5 семестр
Лабораторные работы (часов)	36	5 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (часов всего)	54	5 семестр
Экзамен (часов)	36	5 семестр

### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	9
Подготовка к практическим занятиям (пз)	18
Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)	9
Выполнение расчетно-графической работы	18
Выполнение курсового проекта (работы)	...
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	...
Подготовка к зачету	...
Всего (в соответствии с УП):	54
Подготовка к экзамену	36

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) (в соответствии с УП)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	...					
1	Тема 1. Усилители электрических сигналов, общие сведения, параметры и характеристики.	14	2	4	4	4	-
2	Тема 2. Обратные связи в схемах усилителей.	14	2	4	4	4	-
3	Тема 3. Усилительные каскады на биполярных транзисторах.	14	2	4	4	4	4
4	Тема 4. Усилители на полевых транзисторах.	14	2	4	4	4	-
5	Тема 5. Усилители мощности.	14	2	4	4	4	-
6	Тема 6. Дифференциальные усилители.	14	2	4	4	4	-
7	Тема 7. Интегральные операционные усилители.	32	2	4	4	4	-
8	Тема 8. Линейные стабилизаторы напряжения.	14	2	4	4	4	-
9	Тема 9. Неуправляемые и управляемые стабилизаторы тока.	14	2	4	4	4	-
<b>всего по видам учебных занятий</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>4</b>

#### Содержание по видам учебных занятий

##### Тема 1. Усилители электрических сигналов, общие сведения, параметры и характеристики

**Лекция 1.** Общие сведения об усилителях электрических сигналов, их основных параметрах и характеристиках. Классификация усилителей.

**Практическое занятие 1.** Параметры и характеристики усилителей. Особенности использования коэффициентов передачи в дБ, причины применения измерений в дБ.

**Практическое занятие 2.** Основные характеристики усилителей. Искажения в усилителях.

**Лабораторная работа 1.** Экспериментальное определение основных параметров и характеристик усилителя.

**Самостоятельная работа по теме 1** Изучение материалов лекции №1. Подготовка к практическим работам №1 и №2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №1. Материалы для самостоятельной работы (конспект лекций, слайды лекций, методические материалы по практическим занятиям и лабораторным работам) размещены на сайте кафедры – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

##### Тема 2. Обратные связи в схемах усилителей

**Лекция 2.** Обратные связи в схемах усилителей, их классификация. Влияние последовательной ООС по напряжению на параметры и характеристики усилителей.

**Практическое занятие 3.** Обратная связь по напряжению и ее влияние на основные характеристики усилителя.

**Практическое занятие 4.** Обратная связь по току и ее влияние на основные характеристики усилителя.

**Лабораторная работа 2.** Экспериментальное исследование влияния различных типов обратных связей на параметры и характеристики усилителей.

**Самостоятельная работа по теме 2.** Изучение материалов лекции №2. Подготовка к практическим работам №3 и №4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №2. Материалы для самостоятельной работы (конспект лекций, слайды лекций, методические материалы по практическим занятиям и лабораторным работам) размещены на сайте кафедры – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

**Тема 3.** Усилительные каскады на биполярных транзисторах

**Лекция 3.** Основные режимы работы транзистора. Схемы включения транзисторных каскадов. Режимы работы транзистора в усилительных каскадах (классы усилителей).

**Практическое занятие 5.** Эквивалентные схемы и общие принципы расчета режимов работы транзисторного каскада по схеме с общим эмиттером (ОЭ). Задание и стабилизация рабочей точки каскада по схеме с ОЭ.

**Практическое занятие 6.** Усилители по схеме общим коллектором и общей базой. Эквивалентные схемы и общие принципы расчета.

**Лабораторная работа 3.** Исследование транзисторных каскадов с емкостной связью.

**Самостоятельная работа по теме 3.** Изучение материалов лекции №3. Подготовка к практическим работам №5 и №6. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №3. Материалы для самостоятельной работы (конспект лекций, слайды лекций, методические материалы по практическим занятиям и лабораторным работам) размещены на сайте кафедры – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

**Тема 4.** Усилители на полевых транзисторах

**Лекция 4.** Общие сведения о полевых транзисторах, их основные типы. Особенности построения усилительных каскадов на полевых транзисторах. Схемы включения транзисторных каскадов на полевых транзисторах.

**Практическое занятие 7.** Схема усилителя с общим истоком, ее основные параметры и характеристики. Общие принципы расчета усилительного каскада с общим истоком.

**Практическое занятие 8.** Схемы усилителя с общим стоком и общим затвором. Общие принципы расчета усилительных каскадов с общим стоком и общим затвором.

**Лабораторная работа 4.** Исследование усилительных каскадов на полевых транзисторах.

**Самостоятельная работа по теме 4.** Изучение материалов лекции №4. Подготовка к практическим работам №7 и №7. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №4. Материалы для самостоятельной работы (конспект лекций, слайды лекций, методические материалы по практическим занятиям и лабораторным работам) размещены на сайте кафедры – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

**Тема 5.** Усилители мощности

**Лекция 5.** Общие сведения об усилителях мощности. Однотактные и двухтактные усилители мощности. Режимы работы транзисторов в двухтактных усилителях мощности.

**Практическое занятие 9.** Принцип действия бестрансформаторного усилителя мощности. Энергетические характеристики оконечного каскада бестрансформаторного усилителя мощности.

**Практическое занятие 10.** Режим АВ для усилителя мощности, расчет и задание рабочей точки. Составные транзисторы в усилителях мощности.

**Лабораторная работа 5.** Исследование параметров и характеристик двухтактных усилителей мощности.

**Самостоятельная работа по теме 5.** Изучение материалов лекции №5. Подготовка к практическим работам №9 и №10. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №5. Материалы для самостоятельной работы (конспект лекций, слайды лекций, методические материалы по практическим занятиям и лабораторным работам) размещены на сайте кафедры – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

#### **Тема 6.** Дифференциальные усилители

**Лекция 6.** Общие сведения о дифференциальных усилителях (ДУ). ДУ с отрицательной обратной связью.

**Практическое занятие 11.** Малосигнальные усилительные параметры ДУ.

**Практическое занятие 12.** ДУ в режиме большого сигнала. Источники ошибок усиления постоянной составляющей сигнала.

**Лабораторная работа 6.** Исследование параметров и характеристик дифференциального усилителя.

**Самостоятельная работа по теме 6.** Изучение материалов лекции №6. Подготовка к практическим работам №11 и №12. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №6. Материалы для самостоятельной работы (конспект лекций, слайды лекций, методические материалы по практическим занятиям и лабораторным работам) размещены на сайте кафедры – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

#### **Тема 7.** Интегральные операционные усилители

**Лекция 7.** Интегральные операционные усилители (ОУ), общие сведения. Основные параметры и характеристики ОУ. Частотная характеристика ОУ.

**Практическое занятие 13.** Инвертирующий и неинвертирующий усилители на основе ОУ. Их основные параметры и их расчет.

**Практическое занятие 14.** Дифференциальные усилители на основе ОУ. Инструментальные усилители и их использование.

**Лабораторная работа 7.** Исследование схем на основе операционных усилителей.

**Самостоятельная работа по теме 7.** Изучение материалов лекции №7. Подготовка к практическим работам №13 и №14. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №7. Материалы для самостоятельной работы (конспект лекций, слайды лекций, методические материалы по практическим занятиям и лабораторным работам) размещены на сайте кафедры – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

#### **Тема 8.** Линейные стабилизаторы напряжения

**Лекция 8.** Линейные стабилизаторы напряжения, общие сведения. Основные типы стабилизаторов напряжения. Интегральные линейные стабилизаторы напряжения и их основные характеристики.

**Практическое занятие 15.** Параметрический стабилизатор постоянного напряжения. Особенности применения, расчет основных параметров.

**Практическое занятие 16.** Компенсационный стабилизатор напряжения на ОУ. Основные принципы работы, обеспечение защиты по току, обеспечение устойчивости.

**Лабораторная работа 8.** Исследование компенсационных стабилизаторов напряжения.

**Самостоятельная работа по теме 8.** Изучение материалов лекции №8. Подготовка к практическим работам №15 и №16. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №8. Материалы для самостоятельной работы (конспект лекций, слайды лекций, методиче-



ские материалы по практическим занятиям и лабораторным работам) размещены на сайте кафедры – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

#### **Тема 9. Неуправляемые и управляемые стабилизаторы тока**

**Лекция 9.** Общие принципы построения стабилизаторов тока. Неуправляемые стабилизаторы тока. Управляемые стабилизаторы тока.

**Практическое занятие 17.** Управляемые источники тока на ОУ. Особенности применения различных типов источников тока. Расчет основных параметров управляемых источников тока.

**Практическое занятие 18.** Стабилизация тока при помощи интегрального стабилизатора напряжения. Расчет основных параметров неуправляемых источников тока.

**Лабораторная работа 9.** Исследование различных типов управляемых источников тока.

**Самостоятельная работа по теме 9.** Изучение материалов лекции №9. Подготовка к практическим работам №17 и №18. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №9. Материалы для самостоятельной работы (конспект лекций, слайды лекций, методические материалы по практическим занятиям и лабораторным работам) размещены на сайте кафедры – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

#### **Формы контроля**

##### **Расчетное задание (расчетно-графическая работа)**

Расчетное задание по дисциплине основывается на теме №7 «Интегральные операционные усилители». Задание состоит из двух частей:

1. Рассчитать усилитель переменного тока на основе операционного усилителя для обеспечения заданных параметров (параметры усилителя указываются в таблице заданий). Номинальные значения резисторов и конденсаторов должны соответствовать ряду E24.
2. Промоделировать рассчитанную схему в программе схемотехнического анализа Micro-Cap. Проверить соответствие полученных результатов требованиям технического задания. Объяснить причину различий (если таковые имеются).

Список вариантов заданий размещен на сайте кафедры – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

##### **Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен**

Изучение дисциплины заканчивается устным экзаменом (в соответствии с УП). Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструкторским письмом от 14.05.2012 г. № 21-23.

##### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся разработаны и размещены на кафедральном сайте: конспект лекций по курсу, демонстрационные слайды лекций, описания практических занятий и лабораторных работ, а также дополнительные теоретические и методические материалы. Доступ к этим материалам возможен с любых компьютеров, подключенных к сети Интернет (адрес сайта <http://www.eimt.ru> или <https://sites.google.com/site/kafeimt>) Указанные материалы находятся в разделе «Учебные дисциплины бакалавриата».

Конспект лекций по дисциплине – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

Демонстрационные слайды лекций – <https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

Методические указания по выполнению практических занятий –

<https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

Методические указания по выполнению лабораторных работ –

<https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции:

- ОПК-3 — способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи зачета (экзамена).

### **6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлено различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции *ОПК-3 — способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей* преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, расчетно-графическим работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – защитах лабораторных работ и индивидуальных заданий по практическим занятиям.



Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- терминологии в области электронных цепей и схемотехники;
- общих принципы построения эквивалентных схем электронных узлов;
- основных параметров и характеристики усилителей, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов;
- принципа действия усилителей, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов;
- особенностей схемотехники операционных усилителей и линейных электронных узлов на их основе;
- состояния современной элементной базы, необходимой для построения усилителей, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов;

наличие **умения(й)**:

- анализировать воздействие сигналов на линейные и нелинейные цепи;
- производить расчет усилителей, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов;
- осуществлять поиск и анализ научно-технической информации;
- выбирать компонентную базу, необходимую для решения поставленной задачи;
- использовать специализированные программы схемотехнического моделирования для анализа процессов в электронных цепях и проверки правильности аналитических расчетов;

присутствие **навыков**:

- владения методами анализа переходных процессов в линейных, нелинейных и импульсных электрических цепях;
- владения методами анализа и расчета силовых ключей и аналоговых коммутаторов, формирователей импульсов и генераторов синусоидального напряжения;
- владения методами анализа устойчивости электронных устройств с обратными связями в применении к генераторам электрических сигналов.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции *ОПК-3* — *способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей* в процессе проверки индивидуальных заданий практических работ, как формы текущего контроля:

При проверке индивидуальных заданий практических работ (<https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>) проверяется полнота и правильность выполненного задания. Если правильно выполнено 41%–59% задания, то это соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования; 60%–79% — продвинутому уровню; 80%–100% — эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции *ОПК-3* — *способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей* в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля:

На защите лабораторных работ (<https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>) задается 2 вопроса из перечня: (см. п. 6.3).

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй — продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса — эталонному уровню).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции *ОПК-3* — *способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей* в процессе проверки расчетно-графической работы, как формы текущего контроля:

При проверке расчетно-графической работы (<https://sites.google.com/site/kafeimt/bakalavriat/ecm>) проверяется полнота и правильность выполненного задания. Если правильно выполнено 41%–59% задания, то это соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования; 60%–79% — продвинутому уровню; 80%–100% — эталонному уровню.

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является устный экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23).

Критерии оценивания:

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованную рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.)

**В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 5 семестр.**

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

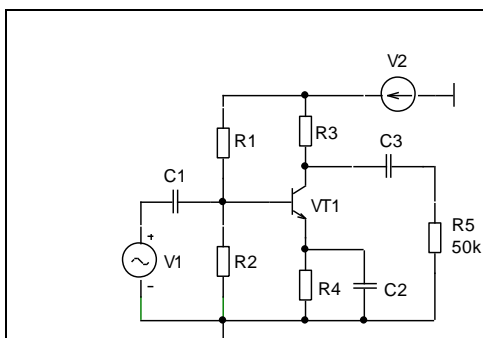
#### *Контрольные вопросы по дисциплине*

1. Что такое усилитель?
2. Почему трансформатор, повышающий напряжение, не является усилителем?
3. Какие бывают типы усилителей?
4. Что такое коэффициент усиления? Какие бывают коэффициенты усиления?
5. Как связаны между собой коэффициенты усиления в размах и в дБ?
6. Что такое выходная мощность усилителя?
7. Что такое входное сопротивление?
8. Что такое выходное сопротивление?
9. При каких условиях от источника сигнала к нагрузке передается максимальная мощность?
10. Что такое выходное сопротивление?
11. Что такое полоса пропускания усилителя? Как она определяется?
12. Что такое динамический диапазон усилителя?
13. Что такое отношение сигнал/шум?
14. Что такое КПД усилителя?
15. Что такое амплитудная характеристика усилителя?
16. Что такое амплитудно-частотная характеристика?
17. Что такое фазо-частотная характеристика?
18. Что такое переходная (импульсная) характеристика?
19. Перечислить основные типы искажений в усилителях.
20. Что такое коэффициент частотных искажений?
21. Как определяется время установления (время фронта)?
22. Как определяется спад вершины?
23. Что такое время установления?
24. Как связаны между собой время установления и верхняя граничная частота усилителя?
25. Что такое нелинейные искажения? Как их вычисляют.
26. Что такое обратная связь?
27. Что такое положительная обратная связь?
28. Что такое отрицательная обратная связь?
29. Что такое обратная связь по напряжению?
30. Что такое обратная связь по току?
31. Что такое последовательная обратная связь?
32. Что такое параллельная обратная связь?
33. Какие типы обратной связи чаще всего используются в усилителях?
34. Какой тип обратной связи используется в генераторах электрических колебаний?
35. Какой тип обратных связей используется в стабилизаторах напряжения?
36. Какой тип обратных связей используется в стабилизаторах тока?
37. Как влияет отрицательная обратная связь по напряжению на коэффициент усиления по напряжению?
38. Как влияет положительная обратная связь по напряжению на коэффициент усиления по напряжению?
39. Как влияет отрицательная обратная связь на полосу пропускания усилителя?

40. Как влияет последовательная отрицательная обратная связь по напряжению на входное сопротивление усилителя?
41. Как влияет последовательная отрицательная обратная связь по напряжению на выходное сопротивление усилителя?
42. Как влияет последовательная отрицательная обратная связь по току на входное сопротивление усилителя?
43. Как влияет последовательная отрицательная обратная связь по току на выходное сопротивление усилителя?
44. Как влияет параллельная отрицательная обратная связь по напряжению на входное сопротивление усилителя?
45. Как влияет параллельная отрицательная обратная связь по напряжению на выходное сопротивление усилителя?
46. Почему параллельная отрицательная обратная связь наиболее часто используется в усилителях?
47. Как смещены р-п-переходы в биполярном транзисторе, работающем в активном режиме?
48. Как смещены р-п-переходы в биполярном транзисторе, находящемся в режиме насыщения?
49. Как смещены р-п-переходы в биполярном транзисторе, находящемся в режиме отсечки?
50. Какой режим работы транзистора (активный, инверсный, насыщение, отсечка) используется в усилительных каскадах?
51. Чему равен ток коллектора в режиме отсечки?
52. Чему равен ток базы в режиме отсечки?
53. Как связан ток базы и ток коллектора в активном режиме работы транзистора?
54. Какие существуют схемы включения транзистора в усилительных каскадах?
55. Ток базы и ток коллектора связаны выражением  $I_K = \beta \cdot I_B$ . В каком режиме работы находится транзистор усилительного каскада?
56. Ток базы и ток коллектора связаны выражением  $I_K < \beta \cdot I_B$ . В каком режиме работы находится транзистор усилительного каскада?
57. Какие существуют классы усилителей?
58. Как соотносится ток покоя и максимальная амплитуда тока коллектора в усилителе класса А?
59. В каскаде с ОК напряжение на коллекторе в рабочей точке равно 3В. Чему равна максимально возможная неискаженная амплитуда выходного напряжения, если напряжение питания каскада 12 В?

Вопросы по приобретению и развитию практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

#### Типовые задачи по курсу



1. Приближенным методом рассчитать параметры компонентов для задания режима по постоянному току, обеспечивающего получение максимальной амплитуды выходного напряжения. Напряжение питания 10 В, коэффициент передачи тока транзистора  $\beta = 50 \dots 100$ .

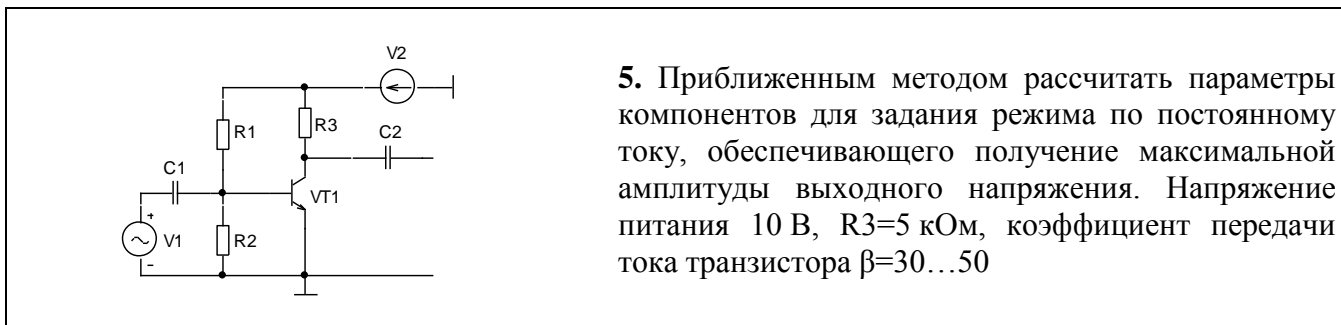
**2.** Графоаналитическим методом рассчитать параметры компонентов для задания режима по постоянному току, обеспечивающего получение максимальной амплитуды выходного напряжения. Напряжение питания 15 В.

а. Входные характеристики

б. Выходные характеристики

**3.** Приближенным методом рассчитать параметры компонентов для задания режима по постоянному току, обеспечивающего получение максимальной амплитуды выходного напряжения. Напряжение питания 10 В,  $R3=1\text{ кОм}$ , коэффициент передачи тока транзистора  $\beta=30\dots 50$

**4.** Приближенным методом рассчитать параметры компонентов для задания режима по постоянному току, обеспечивающего получение максимальной амплитуды выходного напряжения. Напряжение питания 10 В, ток покоя  $I_{c0}=1\text{ мА}$ , коэффициент передачи тока транзистора  $\beta=50\dots 100$



5. Приближенным методом рассчитать параметры компонентов для задания режима по постоянному току, обеспечивающего получение максимальной амплитуды выходного напряжения. Напряжение питания 10 В,  $R_3=5$  кОм, коэффициент передачи тока транзистора  $\beta=30\dots 50$

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену (зачету))

1. Общие сведения об усилителях электрических сигналов, их основных параметрах и характеристиках.
2. Основные параметры усилителя.
3. Особенности использования коэффициентов в дБ, причины применения измерений в дБ.
4. Основные характеристики усилителей
5. Искажения в усилителях.
6. Классификация усилителей.
7. Обратные связи в схемах усилителей, их классификация.
8. Последовательная обратная связь по напряжению и ее влияние на коэффициент усиления усилителя.
9. Влияние последовательной ООС по напряжению на стабильность коэффициента усиления усилителя.
10. Влияние последовательной ООС по напряжению на входное и выходное сопротивление усилителя.
11. Влияние отрицательной обратной связи на частотные и фазовые характеристики усилителя.
12. Влияние обратной связи на нелинейные искажения и помехи.
13. Последовательная обратная связь по току и ее влияние на основные характеристики усилителя.
14. Параллельная обратная связь по напряжению.
15. Основные режимы работы транзистора.
16. Основные схемы включения транзисторных каскадов.
17. Режимы работы транзистора в усилительных каскадах (классы усилителей).
18. Общие принципы расчета режимов работы транзисторного каскада по схеме с ОЭ.
19. Задание и стабилизация рабочей точки каскада по схеме с ОЭ.
20. Усилители с емкостной связью на транзисторах. Эквивалентная схема на средних частотах.
21. Усилители с емкостной связью на транзисторах. Входное и выходное сопротивление.
22. Усилители с емкостной связью на транзисторах. Коэффициент усиления по напряжению и коэффициент усиления по току.
23. Усилитель с ОЭ в области низких частот.
25. Эквивалентная схема транзистора на высоких частотах.
26. Усилитель с ОЭ в области высоких частот.
27. Усилитель по схеме ОБ.
28. Усилитель по схеме ОК (эмиттерный повторитель).
29. Общие сведения о полевых транзисторах.
30. Схема усилителя с общим истоком.
31. Особенности схем с общим стоком и общим затвором.
32. Общие вопросы проектирования многокаскадных усилителей.
33. Частотная характеристика многокаскадного усилителя.
34. Многокаскадные усилители в интегральном исполнении.



35. Общие сведения об усилителях мощности.
36. Однотактные выходные каскады на транзисторах.
37. Двухтактные усилители мощности.
38. Принцип работы бестрансформаторного усилителя мощности.
39. Энергетические характеристики оконечного каскада бестрансформаторного усилителя мощности.
40. Режим АВ для усилителя мощности.
41. Составные транзисторы в усилителях мощности.
42. Общие сведения о дифференциальных усилителях.
43. Малосигнальные усилительные параметры ДУ.
44. ДУ в режиме большого сигнала.
45. ДУ с отрицательной обратной связью.
46. Источники ошибок усиления постоянной составляющей сигнала.
47. Генератор стабильного тока для дифференциальных каскадов.
48. Интегральные операционные усилители, общие сведения.
49. Основные параметры и характеристики ОУ.
50. Идеальный ОУ.
51. Инвертирующий усилитель на ОУ.
52. Неинвертирующий усилитель на ОУ.
53. Инвертирующий сумматор на ОУ.
54. Дифференциальные усилители на ОУ.
55. Схемы сложения - вычитания на ОУ.
56. Схема интегратора на ОУ.
57. Проблемы, возникающие при построении и использовании интеграторов на ОУ, трехрежимный интегратор.
58. Дифференциатор на ОУ.
59. Частотная характеристика ОУ.
60. Частотная характеристика при наличии обратной связи.
61. Коррекция частотной характеристики ОУ.
62. Смещение ОУ с однополярным питанием, введение искусственной нулевой точки.
63. Расширение динамического диапазона ОУ.
64. Линейные стабилизаторы напряжения, общие сведения.
65. Параметрический стабилизатор постоянного напряжения на стабилитроне.
66. Компенсационный стабилизатор напряжения на ОУ.
67. Интегральный линейный стабилизатор напряжения.
68. Стабилизация отрицательных напряжений.
69. Основные параметры линейных стабилизаторов напряжения.
70. Типовые схемы включения интегральных стабилизаторов, увеличение выходного напряжения и тока.
71. Стабилизация тока при помощи интегрального стабилизатора напряжения.
72. источники опорного напряжения. ИОН на стабилитронах.
73. ИОН с напряжением запрещенной зоны.
74. ИОН на полевых транзисторах.
75. Управляемые источники тока с незаземленной нагрузкой.
76. Источники тока с заземленной нагрузкой.
77. Неуправляемые источники тока на транзисторах.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по выполнению и защите лабораторных работ, выполнению расчетных заданий и заданий на самостоятельную работу, подготовке, оформлению и защите курсовых проектов (работ), подготовке и проведению зачетов и экзаменов.

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **а) основная литература**

1. Гаев Г.П., Герасимов В.Г., Князьков О.М. и др. Электротехника и электроника : в 3-х кн.: учебник для вузов. Кн. 3. Электрические измерения и основы электроники // под ред. В. Г. Герасимова. — Изд. 2-е, стер. — М. : АРИС, 2010 — 432 с. (25 экз.)
2. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника. Учебник для вузов /Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров: Под ред. О.П. Глудкина. — М.: Радио и связь, 2005 (24 экз.).

#### **б) дополнительная литература**

1. Аверченков О. Е. Схемотехника: аппаратура и программы/ О.Е. Аверченков — С.: ДМК пресс, 2012 .— 587 с.: ил (22 экз.)
2. Григораш О.В., Султанов Г.А., Нормов Д.А. Электротехника и электроника: учебник для вузов — Ростов-н/Д : Феникс ; Краснодар : Неоглори, 2008. — 462 с. : ил. —(10 экз.).
3. Ямпурин Н. П., Баранова А. В., Обухов В. И. Электроника : учебное пособие для вузов по напр. "Телекоммуникации".— М. : Академия, 2011 .— 236, [2] с. : ил. (10 экз.).
4. Ямпурин Н. П., Баранова А. В. Основы надежности электронных средств : учебное пособие для вузов по спец. "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" / под ред. Н. П. Ямпурин. — М. : "Академия", 2010 . (10 экз.).
5. Перепелкин Д. А. Схемотехника усилительных устройств : учебное пособие для студентов обуч. по напр. 230100 "Информатика и вычислительная техника" / Д.А.Перепелкин .— М. : Горячая линия-Телеком, 2013 .— 238 с. : ил. (6 экз.).
6. Компоненты и технологии. [Электронный ресурс] - Электрон. текстовые дан. 2011-2015. - Режим доступа: URL <http://elibrary.ru/issues.asp?id=9938>

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины**

1. Раздел «Учебные дисциплины бакалавриата» сетевого образовательного ресурса кафедры ЭИМТ, содержащий учебные и методические материалы. Адрес сайта <http://www.eimt.ru> или <https://sites.google.com/site/kafeimt>. Сайт зарегистрирован в каталоге электронных образовательных ресурсов НИУ «МЭИ», регистрационный номер 1451 (<http://ctl.mpei.ru/RDsc.aspx?p=1451>)

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает *лекции раз в две недели, практические занятия каждую неделю и лабораторные работы раз в две недели*. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы *на практических занятиях и лабораторных работах*, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

**Практические (семинарские) занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

- стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;
- закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;
- расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;
- позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;
- прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;
- способствуют свободному оперированию терминологией;
- предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя (*либо прилагается к настоящей программе*).

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

**Лабораторные работы** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

При подготовке к экзамену необходимо изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

Необходимо понимать, что к современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в лекционных и практических занятиях, при выполнении расчетных заданий. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса. В современных условиях именно самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, учебной и научной литературой, иной информацией, в том числе из сети Интернет, является основной формой обучения.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование слайд-проектора для демонстрации предварительно подготовленных слайдов в формате PDF и схемных файлов в формате CIR. Для показа слайдов в формате PDF используется свободно распространяемый и не требующий лицензирования программный продукт Adobe Reader, а для демонстрации режимов работы, параметров и характеристик электронных схем — свободно распространяемая демонстрационная версия программы схемотехнического моделирования Micro-Cap 9 Demo.

При проведении **практических** занятий и **лабораторных работ** предполагается использование ПЭВМ и свободно распространяемой демонстрационной версии программы схемотехнического моделирования Micro-Cap 9 Demo.

Во время **самостоятельной работы** и **подготовке к экзамену** студенты могут пользоваться учебной и методической литературой, размещенной на кафедральном сайте.

Для **консультирования** по непонятным вопросам курсов лекций, практических и лабораторных работ студенты используют средства электронной почты.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1. Операционная система MS Windows;
2. Текстовый редактор MS Word.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### **Лекционные занятия:**

*Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).*

### **Практические занятия:**

Компьютерный класс, оснащенный презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) для преподавателя и ПЭВМ для каждого студента.

### **Лабораторные работы:**

Компьютерный класс, оснащенный презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) для преподавателя и ПЭВМ для каждого студента.

Автор, к.т.н., доцент

С.А. Амелин

Зав. кафедрой, д.т.н., доцент

И.В. Якименко

Программа утверждена на заседании кафедры ЭиМТ филиала МЭИ в г. Смоленске от 14.05.2015 года, протокол №9.

Программа переутверждена в связи с изменением названия вуза на заседании кафедры ЭиМТ филиала МЭИ в г. Смоленске от 10.09.2015 года, протокол №1.