


УТВЕРЖДАЮ  
Директор ЭНИН

 Завьялов В.М.  
«25» 01 2016 г.

## БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

Направление ООП: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профили подготовки:

Электрические станции; Электроэнергетические системы и сети; Электроснабжение; Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем; Высоковольтная электроэнергетика и электротехника; Электромеханика; Электрооборудование летательных аппаратов; Электропривод и автоматика; Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений; Электроизоляционная, кабельная и конденсаторная техника; Плазменно-пучковые электроразрядные технологии

Квалификация (степень) бакалавр

Базовый учебный план приема: 2016 г.

Курс: 2, семестр: 4

Количество кредитов: 3

Код дисциплины Б1.БМ2.12

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, час.	16
Практические занятия, час.	16
Лабораторные занятия, час.	16
Аудиторные занятия, час.	48
Самостоятельная работа, час.	60
ИТОГО, час.	108

Вид промежуточной аттестации: зачет

Обеспечивающее подразделение: каф. ЭПЭО

Заведующий кафедрой  к.т.н., доцент Дементьев Ю.Н.

Руководитель ООП  к.т.н., доцент Тютеева П.В.

Преподаватель  д.т.н., профессор Аристов А.В.

2016 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

*Целью изучения дисциплины* является формирование у обучающихся теоретических знаний принципов работы современных электронных и полупроводниковых приборов, их основных свойств и характеристик; приобретение навыков их использования для решения различных задач усиления и преобразования электрических сигналов.

После успешного завершения образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника» выпускники будут:

– обладать общенаучными и инженерными знаниями, практическими навыками и универсальными компетенциями, гарантирующими высокое качество их подготовки к профессиональной деятельности в области электроэнергетики и электротехники (ЦОП1);

– работать в приоритетных направлениях развития электроэнергетики и электротехники, проявлять высокий профессионализм в решении комплексных инженерных проблем в области исследования, проектирования, производства и применения технических объектов, процессов и систем (ЦОП2);

– проявлять независимость мышления, творческий подход к решению комплексных инженерных проблем в области электроэнергетики и электротехники (ЦОП4);

– демонстрировать сплоченность и приверженность воспитанной в университете корпоративной культуре свободы и открытости, интеграции академических ценностей и предпринимательских идей, соблюдению профессиональной этики и социальной ответственности (ЦОП6).

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к «Модулю естественно-научных и математических дисциплин» к циклу дисциплин профессионального базового модуля направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо:

*знать:* существующие полупроводниковые приборы, физические принципы их действия, основные схемы включения и требования, предъявляемые к ним;

*уметь:* решать задачи и анализировать электрические устройства объектов и систем;

*иметь опыт:* расчета выпрямительных устройств, усилителей постоянного и переменного тока с использованием современных технических и компьютерных средств, а также создания презентаций и отчетов в электронике.

Пререквизитами данной дисциплины являются: Б1.М2.2 Математика 2.1, Б1.М2.6 Физика 2.1.

Кореквизиты: Б1.М2.7 Физика 3.1, Б1.М2.10 Теоретические основы электротехники 1.1, Б1.М4.2 Творческий проект.

### 3. Результаты освоения дисциплины (модуля)

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины «Электроника 1.1» направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

#### Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
<b>Р1.</b> Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем.	3.1.1	основных физических явлений и законов физики, электротехники, и их математическое описание	У.1.1	выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты	В.1.1	анализа физических явлений в электрических устройствах, объектах и системах
<b>Р4.</b> Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, интерпретировать данные и делать выводы.	3.4.1	типовых стандартных приборов, устройств, аппаратов, программных средств, используемых при экспериментальных исследованиях	У.4.1	проводить эксперименты по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов в области электротехники	В.4.1	работы с приборами и установками для экспериментальных исследований
	3.4.2	основных методов экспериментальных исследований объектов и систем электротехники;	У.4.2	анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	В.4.2	экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электротехники
<b>Р5.</b> Инженерная практика. Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач	3.5.1	инструментария для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере профессиональной деятельности по электроэнергетике и электротехнике	У.5.1	рассчитывать режимы работы электроэнергетических и электротехнических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических и электротехнических объектов	В.5.1	использования прикладных программ и средствами автоматизированного проектирования при решении инженерных задач электроэнергетики и электротехники

в области электро- энергетики и электротехники.						
--	--	--	--	--	--	--

В результате освоения дисциплины «Электроника 1.1» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

**Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

№ п/п	Результат
РД1	Объяснять принцип действия полупроводниковых приборов и простейших электронных схем, их основные параметры и характеристики (понимать).
РД2	Выполнять расчеты простейших электронных схем с использованием современных методов и программных средств (применять).
РД3	Проводить экспериментальные исследования, связанные с определением параметров и характеристик полупроводниковых приборов, электронных схем (применять).

**4. Структура и содержание дисциплины**

**1. Физические основы работы полупроводниковых приборов**

Введение. Роль и место электроники в современной электротехнике и электроэнергетике. Краткие сведения о теории строения атома Собственная электронная и дырочная электропроводность. Дрейфовый ток. Уровень Ферми. Примесная электропроводность полупроводника. Диффузия носителей заряда в полупроводниках. Электрические переходы: *p-n*-переход; переход «металл – полупроводник»; переход между полупроводниками одного типа электропроводности, отличающиеся различной концентрацией примесей, гетеропереходы.

*Лабораторная работа «Определение основных параметров диодов и стабилитрона по вольт-амперным характеристикам»*

**2. Полупроводниковые диоды**

Диоды. Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода. Емкость полупроводникового диода. Температурные свойства полупроводниковых диодов. Выпрямительные диоды, импульсные диоды, стабилитроны, варикапы, туннельные и обращенные диоды. Статические и динамические параметры диодов. Последовательное и параллельное соединение диодов для силовых электрических схем. Применение диодов в выпрямительных устройствах.

*Лабораторная работа «Применение полупроводниковых диодов в ис-*

*точниках питания»*

### **3. Биполярные транзисторы**

Биполярный транзистор. Устройство, принцип действия, основные физические процессы. Характеристики и параметры биполярных транзисторов. Эквивалентные схемы замещения транзистора. Режимы работы биполярного транзистора. Влияние температуры на работу транзистора. Частотные свойства транзисторов. Составной транзистор.

### **4. Полевые транзисторы**

Полевые транзисторы (с управляющим  $p-n$ -переходом, с изолированным затвором со встроенным каналом и с индуцированным каналом): принцип действия, параметры, характеристики. Сравнение МДП- и биполярного транзистора: физические свойства и особенности эксплуатации. Комбинированные транзисторы – *IGBT*-транзисторы.

*Лабораторная работа «Исследование статических характеристик транзисторов»).*

### **5. Усилители постоянного и переменного тока**

Общие сведения об усилителях электрических сигналов. Статический режим работы усилительных каскадов: классы усиления, выбор положения рабочей точки. Температурная стабилизация положения рабочей точки. Особенности усилительных каскадов на биполярных и полевых транзисторах. Дифференциальные усилительные каскады.

*Лабораторная работа «Исследование режимов работы биполярного транзистора»*

*Лабораторная работа «Исследование усилительных каскадов на биполярных транзисторах»*

### **6. Тиристоры**

Устройство и принцип действия динистора и тиристора, основные характеристики. Естественная и принудительная коммутация тиристоров. *GTO*-тиристоры: физика процесса включения и выключения. Симисторы. Применение тиристоров в силовых схемах.

*Лабораторная работа «Исследование характеристик тиристора»*

### **7. Оптоэлектронные полупроводниковые приборы**

Основы фотоэлектроники. Приборы с внешним фотоэффектом: фотоэлемент, фотоэлектронный умножитель. Принцип действия, характеристики, параметры, область применения. Приборы с внутренним фотоэффектом: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры. Элементы оптоэлектроники: светоизлучающие приборы, оптические каналы, приемники света, оптроны – принцип действия, основные параметры, характеристики и

особенности применения. Устройства отображения информации на основе светоизлучающих приборов.

*Лабораторная работа «Определение основных характеристик оптопар»*

## **6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Текущая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к лабораторным работам и их защите;
- подготовку к контрольным работам и зачету;

### **6.3. Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- защиты лабораторных работ в соответствии с графиком выполнения;
- защиты индивидуальных заданий в соответствии с графиком выполнения;
- защиты эссэ по выполненным обзорным работам.
- результатов ответов на контрольные вопросы;

Оценка текущей успеваемости студентов определяется в баллах в соответствии с рейтинг-планом, предусматривающим все виды учебной деятельности.

## **7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины**

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам сдачи зачета.

Для текущей оценки качества освоения дисциплины и её отдельных разделов разработаны и используются следующие средства:

- контрольные вопросы, задаваемые при выполнении и защитах лабораторных работ;
- вопросы, выносимые на зачет.

Для промежуточной аттестации подготовлен комплект билетов, которые содержат по два теоретических вопроса и задачу.

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых результатов:

<b>Контролирующие мероприятия</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
Контрольные работы	РД1
Выполнение и защита лабораторных работ;	РД1, РД3
Выполнение и защита индивидуальных заданий	РД1, РД2
Выполнение и защита эссе	РД1
Зачет	РД1, РД2

## **8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)**

В соответствии с рейтинговой системой текущий контроль производится ежемесячно в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов выполнения лабораторных работ (подготовка и защита отчетов).

Промежуточная аттестация (зачет) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена или зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам (60 – текущая оценка в семестре, 40 – промежуточная аттестация в конце семестра).

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Щербаков, Е.Ф. Физические основы электротехники: учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, В.М. Петров. – Ульяновск: УлГТУ, 2012. – 290 с.
2. Глазачев А.В., Петрович В.П. Физические основы электроники: Конспект лекций / Томский политехнический университет. – Томск, 2009. – 128 с.
3. Зебрев Г.И. Физические основы кремниевой наноэлектроники. Учебное пособие для вузов. Учебное издание. (Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - Серия «Нанотехнологии»). – 128 с.

### **Дополнительная литература:**

1. Игумнов Д.В. Основы полупроводниковой электроники: учебное пособие / Д. В. Игумнов, Г. П. Костюнина. — М.: Горячая линия -Телеком, 2005. – 392 с.: ил.
2. Электротехника: Учебное пособие для вузов. – В 3-х книгах. Книга 2. Электрические машины. Промышленная электроника. Теория автоматического управления/ Под ред. П.А. Бутырина, Р.Х. Гафиятуллина, А.Л. Шестакова. - Челябинск: Изд- во ЮУрГУ, 2004. – 711 с.
3. Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. –

6-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2002. – 480 с.: ил..

4. Глазачев А.В., Петрович В.П. Физические основы электроники: учебное пособие / А.В. Глазачев, В.П. Петрович. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 243 с.

5. Бобылев Ю.Н. Физические основы электроники: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., стер. – М.: Изд-во Московского гос. горного ун-та, 2008. – 290 с.

6. Аксенов А. И. Отечественные полупроводниковые приборы: Справочное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. Кн. 1: Аналоги отечественных и зарубежных приборов; Транзисторы биполярные и полевые.

7. Диоды. Варикапы. Стабилитроны и стабилитроны. Тиристоры. Оптоэлектронные приборы. – М.: Солон-Р, 2003. – 497 с.

#### Интернет-ресурсы:

1. <http://www.power-e.ru>
2. <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/publ/index.htm>
3. <http://www.russianelectronics.ru>
4. <http://www.platan.ru>

#### Используемое программное обеспечение:

1. Electronics Workbench Pro

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины используется оборудование:

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	<i>Специализированная лекционная:</i> Видеопроектор, компьютер, аудиосистема, экран	г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 306
2	<i>Лаборатория физических основ электроники и микропроцессорной техники:</i> Лабораторные стенды: «Основы электроники» – 7 шт., осциллограф двухканальный цифровой запоминающий АСК-2035 – 7 шт.	г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 255

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Программа одобрена на заседании кафедры «Электропривода и электрооборудования» (протокол № 9 от 19.01.2016 г.).

Автор: Аристов А.В. д.т.н., профессор \_\_\_\_\_

Рецензент: Петрович В.П., к.т.н. доцент \_\_\_\_\_





## Вопросы к зачету

1. В чем отличие проводников, полупроводников и диэлектриков?
2. В чем отличие собственного и примесного полупроводника?
3. В чем состоит преимущество примесных полупроводников по сравнению с проводниками (металлами и их сплавами), обеспечившее развитие полупроводниковой техники?
4. Назовите виды носителей зарядов.
5. Что такое  $p-n$  переход какие виды их бывают?
6. Что такое смещение  $p-n$  перехода?
7. Какие виды пробоев Вы знаете?
8. Поясните переходные процессы при смещении  $p-n$  перехода.
9. Назначение различных видов диодов.
10. Нарисуйте схему простейшего однополупериодного выпрямителя.
11. Постройте временные диаграммы токов и напряжений в однополупериодном выпрямителе.
12. Нарисуйте схему простейшего стабилизатора напряжения. Укажите назначение элементов.
13. Как повысить термостабильность стабилизатора напряжения?
14. В каких случаях и почему вместо стабилитронов используют стабилитроны?
15. Принцип действия биполярного транзистора.
16. Объясните вид выходных характеристик биполярного транзистора.
17. Что такое ключевой режим работы транзистора и каковы его преимущества?
18. Назовите основные параметры транзисторов.
19. Принципы действия полевых транзисторов.
20. Характеристики и параметры полевых транзисторов.
21. От чего и как зависит переходный процесс при переключении транзисторного ключа?
22. Устройство и принцип действия тиристора.
23. Объясните вид анодной ВАХ тиристора.
24. Каково назначение диаграммы управления и как ею пользоваться?
25. Как протекает процесс включения и выключения тиристора?
26. Почему напряжение на тиристоре не может нарастать слишком быстро?
27. Принципы действия фотоэлектронных приборов.
28. Схемы включения и применение фотоэлектронных приборов.
29. Режимы работы фотодиода.
30. Объясните вид ВАХ фотодиода.
31. Принцип действия светодиода.
32. Принципы действия оптронов.
33. Объясните вид ВАХ оптрона.
34. Что такое коэффициент усиления (коэффициент передачи) усилительного каскада?

35. Что можно определить по амплитудной или передаточной характеристике?
36. Какие параметры и характеристики относятся к информационному, а какие к энергетическому каналу?
37. Что такое коэффициент передачи цепи ОС?
38. Преимущества и недостатки ООС.
39. Преимущества и недостатки ПОС.
40. Как определить коэффициент усиления каскада с ОЭ?
41. В чем состоят преимущества каскада с ОК?
42. Как строятся многокаскадные усилители переменного тока?
43. В чем состоят особенности УПТ?
44. Что такое дрейф нуля и как с ним бороться?
45. Как в дифференциальном усилительном каскаде уменьшается дрейф нуля без уменьшения коэффициента усиления?
46. Что такое коэффициент передачи дифференциального и синфазного сигнала?
47. Обоснуйте допущения, принимаемые при расчете схем на основе ОУ.
48. Как определить коэффициент усиления (коэффициент передачи) инвертирующего усилителя?
49. Как определить коэффициент усиления (коэффициент передачи) неинвертирующего усилителя?

## Контрольные вопросы, задаваемые при выполнении и защитах лабораторных работ

1. Объясните вид участков ВАХ  $p-n$  перехода.
2. Поясните, как и почему влияет повышение температуры на каждый участок ВАХ  $p-n$  перехода.
3. Как выглядит ВАХ выпрямительного диода? Объяснить ее вид.
4. Как выглядит ВАХ стабилитрона? Объяснить ее вид.
5. Принцип действия стабилитрона.
6. Как и почему зависит напряжение стабилизации от температуры?
7. Сравните схемы включения биполярного транзистора. Укажите преимущества и недостатки схем по усилительным свойствам, частотным характеристикам и термостабильности.
8. Нарисуйте схему простейшего усилительного каскада. Укажите назначение элементов.
9. Что такое коэффициент усиления (коэффициент передачи) усилительного каскада?
10. Как определить коэффициент усиления каскада с ОЭ?
11. Как определить коэффициент усиления каскада с ОК?
12. Как определить коэффициент усиления каскада с ОБ?
13. Что такое ключевой режим работы транзистора и каковы его преимущества?
14. Какую функцию выполняет форсирующий конденсатор в базовой цепи ключа?
15. Что называется током насыщения транзистора при ключевом режиме работы?
16. Что такое степень насыщения транзистора и от чего она зависит?
17. Зачем в цепь базы транзистора вводят ограничительное сопротивление?
18. Нарисуйте нагрузочную диаграмму транзисторного усилительного каскада. Что произойдет с выходным сигналом, если сместится рабочая точка покоя?
19. В чем состоят преимущества каскада с ОК?
20. Как стабилизировать рабочую точку покоя?
21. Какие режимы работы усилительного каскада Вы знаете?

## Индивидуальные задания

### 1. «Полупроводниковые диоды и их применение в схемах выпрямительных устройств»

#### Вариант 1

Исходные данные:

- номинальное прямое напряжение  $U_d = 5 \text{ В}$
- ток нагрузки  $I_d = 0,007 \text{ А}$
- напряжение питающей сети  $U_1 = 220 \text{ В}$
- частота питающей сети  $f = 50 \text{ Гц}$
- количество фаз  $n = 1$
- допустимый коэффициент пульсаций на нагрузке  $k_{\text{п}} = 0,01$

Задание:

1. Провести анализ исходных данных.
2. Выбрать принципиальную схему выпрямителя.
3. Выбрать выпрямительные диоды.
4. Выбрать сглаживающий фильтр.
5. Рассчитать параметры питающего трансформатора.
6. Построить временные диаграммы.

### 2. «Определение h-параметров транзистора»

#### Вариант 1

Исходные данные:

- Тип транзистора КТ 355А

Задание:

1. Определить h-параметры транзистора.

### 3. «Расчет усилительного каскада на биполярном транзисторе»

#### Вариант 1

Исходные данные:

- Тип транзистора – КТ 355А
- Сопротивление нагрузки  $R_{\text{н}} = 1 \text{ кОм}$
- Частота входного сигнала  $f = 400 \text{ Гц}$

Задание:

- Рассчитать элементы схемы усилителя.
- Определить максимальное допустимое входное напряжение.
- Определить: коэффициенты передачи по току ( $k_i$ ), напряжению ( $k_u$ ), мощности ( $k_p$ ) и входное сопротивление усилительного каскада

