

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

энергетики и управления

(наименование факультета)

А.С. Гудим

(подпись, ФИО)

«28» 06 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Электроника»

Направление подготовки	13.03.02 « Электроэнергетика и электротехника»
Направленность (профиль) образовательной программы	Электропривод и автоматика
Квалификация выпускника	бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная

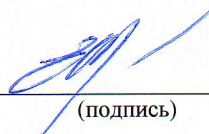
Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
«Экзамен»	Кафедра «Промышленная электроника»

Комсомольск-на-Амуре 2021

Разработчик рабочей программы:

Ст.преподаватель кафедры
«Промышленная электроника»
(должность, степень, ученое звание)

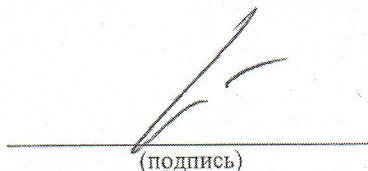


(подпись)

Е.П. Иванкова
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

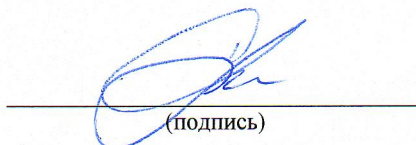
Заведующий кафедрой
«Промышленная электроника»
(наименование кафедры)



(подпись)

Н.Н. Любушкина
(ФИО)

Заведующий выпускающей
кафедрой¹ «Электропривод и ав-
томатизация промышленных
установок»
(наименование кафедры)



(подпись)

С.П. Черный
(ФИО)

¹ Согласовывается, если РПД разработана не на выпускающей кафедре.

1 Общие положения

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Электроника» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 144 от 28 февраля 2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Электропривод и автоматика» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 40.180 (ПС 40.180) «СПЕЦИАЛИСТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА»

Обобщенная трудовая функция: А. Разработка и оформление рабочей документации системы электропривода

Обобщенная трудовая функция: В. Разработка проекта системы электропривода

Задачи дисциплины	Формирование теоретических знаний принципов работы современных полупроводниковых приборов, их основных свойств и характеристик; приобретение навыков их использования.
Основные разделы / темы дисциплины	Физические основы работы полупроводниковых приборов; полупроводниковые диоды; транзисторы; тиристоры; оптоэлектронные приборы.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Электроника» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2.1 Знает фундаментальные законы природы, основные физические и математические законы ОПК-2.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-2.3 Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	Знать физические основы функционирования электронных приборов, их характеристики, параметры и эквивалентные схемы. Уметь выбирать типы электронных приборов в зависимости от особенностей их применения. Владеть навыками разработки принципиальных схем с использованием полупроводниковых приборов.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электроника» изучается на втором курсе в третьем семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к

«базовой части».

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин «Физика», «Химия», «Теоретические основы электротехники», «Электротехнические материалы и элементы электронной техники».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Электроника», будут востребованы при изучении последующих дисциплин «Силовая электроника», «Системы управления электроприводами».

Дисциплина «Электроника» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения лабораторных работ, выполнения расчетно-графической работы.

Дисциплина «Электроника» в рамках воспитательной работы направлена на воспитание чувства ответственности, формирование умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает профессиональные умения.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. Час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	64
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	32
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32
в том числе в форме практической подготовки:	16
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	45
Промежуточная аттестация обучающихся – «Экзамен»	35

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Раздел 1 Физические основы работы полупроводниковых приборов				
Тема 1.1 Классификация твердых тел. Энергетическая диаграмма твердых тел. Основные параметры и свойства полупроводников. Электропроводность собственных полупроводников, генерация и рекомбинация носителей заряда	1			
Влияние температуры и ширины запрещенной зоны. На процессы генерации.				2
Тема 1.2 Электропроводность примесных полупроводников, электронный и дырочный полупроводники. Закон действующих масс.	1			
Концентрация основных и неосновных носителей зарядов, их зависимость от температуры. Зонная диаграмма примесного полупроводника.				2
Тема 1.3 Диффузия и дрейф носителей заряда. Подвижность носителей и коэффициент диффузии. Полный ток в полупроводниках .	2			
Освоение универсального лабораторного стенда 87Л-01 «Луч» для исследования электронных приборов			2	
Зависимость подвижности от типа носителей заряда, температуры и материала. Связь коэффициента диффузии и подвижности.				2
Раздел 2 Полупроводниковые диоды				
Тема 2.1 Физические основы образования электронно-дырочного перехода. Анализ р-п перехода в равновесном и неравновесном состоянии. Инжекция и экстракция носителей заряда в р-п-переходах.	2			
Симметричный и несимметричный р-п переход. Влияние температуры и ширины запрещенной зоны на				2

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
высоту барьера				
Тема 2.2 Вольтамперная характеристика (ВАХ) идеализированного р-п-перехода. Температурная зависимость тока идеализированного р-п-перехода Выпрямительный диод	2			
Лаб. работа 1 – Исследование выпрямительных диодов.*			2*	
Влияние генерационно-рекомбинационных процессов в области объемного заряда на ВАХ р-п-перехода. Компоненты обратного и прямого тока реальных р-п-переходов.				2
Тема 2.3 Емкости р-п перехода. Виды пробоев р-п перехода и их отличительные признаки. Варикап, стабилитрон.	2			
Лаб. работа 2 – Исследование стабилитронов.*			2*	
Последовательное и параллельное соединение диодов для силовых электрических схем				2
Раздел 3 Транзисторы				
Тема 3.1 Назначение и классификация транзисторов. Биполярный транзистор: устройство и основные физические процессы.	2			
Режимы работы, зависимость коэффициента усиления по току от напряжения и тока.				2
Тема 3.2 Схемы включения транзистора ОБ, ОЭ, ОК. Статические характеристики и параметры. Нагрузочная характеристика транзистора.	2			
Лаб. работа 3 – Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного транзистора в схеме ОБ*			4*	
Усилительные свойства биполярных транзисторов с ОБ, ОЭ и ОК. Транзистор как электронный ключ.				4
Тема 3.3 Влияние температуры на	2			

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
ВАХ транзистора. БТ как четырех-полюсник Эквивалентная схема. Н-параметры транзистора.				
Лаб. работа 4 – Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного транзистора в схеме ОЭ*			4*	
Составной транзистор и его свойства. Предельно-допустимые параметры.				2
Тема 3.4 Униполярные (полевые) транзисторы, их классификация и условные обозначения. Принцип действия ПТ с управляющим р-п переходом	2			
Лаб. работа 5 – Исследование полевого транзистора с управляющим р-п переходом			4	
Тема 3.5 Характеристики и параметры. Эквивалентная схема полевого транзистора.	2			
Влияние внешних факторов на характеристики и параметры ПТ				4
Тема 3.6 Полевые транзисторы с изолированным затвором: структура, принцип действия, статические характеристики	2			
Частотные свойства полевого транзистора				2
Тема 3.7 Принцип работы IGBT – транзистора, структура планарного IGBT, эквивалентная схема IGBT. Параметры и характеристики IGBT..	2			
Сравнение МДП- биполярного транзистора: физические свойства и особенности эксплуатации				2
Раздел 4 Тиристоры				
Тема 4.1 Полупроводниковые тиристоры. Классификация тириستоров. Устройство тиристора и область применения. Принцип действия динистора и тринистора Динамические параметры тиристора	2			

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Лаб. работа 6 – Исследование тристора*			4*	
Статические параметры тиристора. Способы переключения однооперационного тиристора				4
Тема 4.3 Симметричные тиристоры – тиристоры, проводящие в обратном направлении. Влияние температуры.	2			
Динамические параметры тиристора				4
Раздел 5 Оптоэлектронные приборы				
Тема 5.1 Приборы с внутренним фотоэффектом: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры.	2			
Лаб. работа 7 – Исследование полупроводниковых фотоприемников			4	
Основные параметры, характеристики и особенности применения фотоприборов				4
Тема 5.2 Светоизлучающие приборы, оптические каналы, приемники света, оптроны – принцип действия, основные параметры.	2			
Лаб. работа 8 – Исследование диодных и транзисторных оптронов			6	
Преимущества и недостатки оптронов. Требования, предъявляемые к элементам оптрона				4
Индивидуальные консультации				1
ИТОГО по дисциплине	32	-	32	45

* реализуется в форме практической подготовки

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
-----------------------------------	------------------

Изучение теоретических разделов дисциплины	20
Подготовка к занятиям семинарского типа	18
Подготовка и оформление «РГР»	6
Индивидуальные консультации	1
	45

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1) Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы : учебник для вузов / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 9-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2009; 2006; 2003; 2002; 2001. – 480 с.

2) Немировский, А.Е. Электроника : учебное пособие / А.Е. Немировский [и др.] - Москва : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. // Znanium.com : электронно-библиотечная система. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053409> (дата обращения: 10.06.2021). – Режим доступа: по подписке.

3) Давыдов В.Н. Физические основы оптоэлектроники : учебное пособие / Давыдов В.Н.. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 139 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/72209.html> (дата обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей:

4) Булычев А.Л. Электронные приборы / Булычев А.Л., Лямин П.М., Тулинов Е.С.. — Саратов : Профобразование, 2017. — 399 с. — ISBN 978-5-4488-0130-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64054.html> (дата обращения: 10.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.2 Дополнительная литература

1) Твердотельная электроника: Учебное пособие для вузов/ Э. Н. Воронков, А. М. Гуляев, И. Н. Мирошникова, Н. А. Чарыков. - М.: Академия, 2009. – 318 с.

2) Панюшкин, Н. Н. Физика полупроводников и полупроводниковые приборы: Учебное пособие / Панюшкин Н.Н. - Воронеж:ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова, 2016. - 131 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/858616> (дата обращения: 10.06.2021). – Режим доступа: по подписке.

3) Евдокимов, А.П. Электроника: курс лекций по дисциплине «Электроника и микропроцессорная техника» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профили: «Электроснабжение», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» (все формы обучения) / А.П. Евдокимов, Р.А. Евдокимов. - Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2018. - 116 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1041848> (дата обращения: 10.06.2021). – Режим доступа: по подписке.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

- 1) Копытов, С.М. Твердотельная электроника: Методическое пособие. / С.М. Копытов (автор-составитель) – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2003. – 179 с.
- 2) Копытов, С.М. Твердотельная электроника: Методические указания к лабораторным работам / Сост. С.М. Копытов – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2002. – 40 с.
- 3) Копытов, С.М. Квантовая и оптическая электроника: Методическое пособие. / С.М. Копытов (автор-составитель) – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2003. – 179 с.
- 4) Копытов, С.М. Квантовая и оптическая электроника: Методические указания к лабораторным работам. / С.М. Копытов – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2002.–31 с.
- 5) Гринфельд, С.Н. Физические основы электроники: Методическое пособие. / С.Н.Гринфельд (автор-составитель) – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2004. – 19 с.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- 1) Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com>
- 2) Электронно-библиотечная система IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru>

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1) Егоров, Н. М. Электроника. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: конспект лекций / Н. М. Егоров. – Электрон. дан. (3 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 330 с. - Режим доступа: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/48/u_lectures.pdf
- 2) Полупроводники. Техническая информация, технологии и характеристики. - Режим доступа: <http://www.symmetron.ru/suppliers/infineon/>
- 3) Учебный лабораторный стенд по электронике для изучения полупроводниковых приборов LESO3. - Режим доступа: <http://www.labfor.ru/devices/leso3>
- 4) Торойд. Полезная информация. Полупроводниковые приборы и устройства на их основе. - Режим доступа: - www.toroid.ru/polprovod.html
- 5) Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практически-ми) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия препода-

вателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

Методические указания при работе над конспектом лекции

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретиче-

ских положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы необходимо стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

Методические указания по выполнению РГР

При выполнении РГР нужно изучить материал по теме соответствующего раздела. Подобрать подходящие формулы для решения задач. Графики ВАХ строить на миллиметровой бумаге, либо, используя программные продукты. РГР оформляется на формате А4, согласно РД 013-2016.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
304/3	Лаборатория электроники	Универсальные лабораторные стенды 87-01 «Луч»

10.2 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

1. Физические основы работы полупроводниковых приборов
2. Полупроводниковые диоды
3. Транзисторы
4. Тиристоры
5. Оптоэлектронные приборы

Лабораторные занятия

Для лабораторных занятий используется аудитория 304 корпус №3, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 8.

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- читальный зал НТБ КНАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 211 корпус № 3).

11 Другие сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ²
по дисциплине
«Электроника»

Направление подготовки	13.03.02 « Электроэнергетика и электротехника »
Направленность (профиль) образовательной программы	Электропривод и автоматика
Квалификация выпускника	<i>бакалавр</i>
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	<i>очная</i>
Технология обучения	<i>традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>«Экзамен»</i>	<i>Кафедра «Промышленная электроника»</i>

² В данном приложении представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ОПК-2 Способен применять соответствующих физикоматематический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<p>ОПК-2.1 Знает фундаментальные законы природы, основные физические и математические законы</p> <p>ОПК-2.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера</p> <p>ОПК-2.3 Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач</p>	<p>Знать физические основы функционирования электронных приборов, их характеристики, параметры и эквивалентные схемы.</p> <p>Уметь рассчитывать основные параметры полупроводниковых приборов и электрические цепи при их использовании.</p> <p>Владеть навыками выбора различных типов электронных полупроводниковых приборов в зависимости от особенностей их применения..</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1-5	ОПК-2	Защита лабораторных работ	Аргументированность ответов
Раздел 1-5	ОПК-2	Тест	Правильность ответов
Раздел 1-5	ОПК-2	РГР	Полнота и правильность выполнения задания

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»</i>				
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенно-
2	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	<p>го учебного материала.</p> <p>4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>5 баллов – 91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний;</p> <p>4 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний;</p> <p>3 баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний;</p> <p>2 баллов – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний;</p> <p>0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний</p> <p>35 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>20 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>10 балл – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p>
4	Лабораторная работа 4	в течение семестра	5 баллов	
5	Лабораторная работа 5	в течение семестра	5 баллов	
6	Лабораторная работа 6	в течение семестра	5 баллов	
7	Лабораторная работа 7	в течение семестра	5 баллов	
8	Лабораторная работа 8	в течение семестра	5 баллов	
9	Тест по разделу 1	в течение семестра	5 баллов	
10	Тест по разделу 2	в течение семестра	5 баллов	
11	Тест по разделу 3	в течение семестра	5 баллов	
12	Тест по разделу 4	в течение семестра	5 баллов	
13	Тест по разделу 5	в течение семестра	5 баллов	
14	«РГР»	в течение семестра	35 баллов	
Текущий контроль:		-	100 баллов	-
Экзамен:		-	50 баллов	-
ИТОГО:		-	150 баллов	-

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

3.1.1 Задания для лабораторных работ

Лабораторная работа № 1 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование выпрямительных полупроводниковых диодов*

- 1) Объясните выпрямляющее действие $p-n$ -перехода.
- 2) Сравните ВАХ $p-n$ -перехода и реального выпрямительного диода.
- 3) Чем различаются ВАХ германиевых и кремниевых диодов?
- 4) Влияние температуры и концентрации примесей на ВАХ диода.
- 5) Каковы основные области применения диодов?
- 6) Назовите основные параметры полупроводниковых диодов.

Лабораторная работа № 2 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование полупроводниковых стабилитронов*

- 1) Назовите основные виды пробоев $p-n$ -переходов.
- 2) Расскажите, какие физические процессы определяют форму характеристики стабилитрона на разных участках.
- 3) От чего зависит напряжение пробоя?
- 4) Как найти температурный коэффициент напряжения стабилизации? Какой знак он имеет для разных видов пробоя?
- 5) Привести схему включения стабилитрона.

Лабораторная работа № 3 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного биполярного транзистора с ОЭ*

- 1) Объясните устройство и принцип действия транзистора.
- 2) Приведите картину распределения неосновных носителей в базе транзистора в зависимости от режима работы.
- 3) Назовите составляющие токов электродов транзистора.
- 4) Назовите статические параметры транзистора, объясните их физический смысл.
- 5) Начертить схему включения транзистора с ОЭ
- 6) Объяснить усилительные свойства транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.
- 7) Изобразите ВАХ транзистора для схемы с ОЭ, объясните их.

Лабораторная работа № 4 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование статических характеристик и физических параметров маломощного биполярного транзистора с ОБ*

- 1) Начертить схему включения транзистора с ОБ
- 2) Изобразите ВАХ транзистора для схем с ОБ объясните их.
- 3) Объяснить усилительные свойства транзистора, включенного по схеме с общей базой.
- 4) Какие существуют системы малосигнальных параметров и в чем преимущества системы h - параметров?
- 5) Как выглядит эквивалентная схема транзистора в системе h - параметров?
- 6) Объясните влияние температуры на работу транзистора в схемах с ОБ и ОЭ.

Лабораторная работа № 5 - *Исследование полевого транзистора*

- 1) Определение полевых транзисторов, их отличие от биполярных
- 2) Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим $p - n$ - переходом.
- 3) Полевой транзистор с управляющим $p - n$ - переходом, его основные характеристики и параметры.
- 4) Устройство и принцип действия полевого транзистора с изолированным затвором и встроенным каналом, его характеристики
- 5) Устройство и принцип действия полевого транзистора с изолированным затвором и индуцированным каналом. его характеристики
- 6) Эквивалентная схема замещения полевого транзистора

Лабораторная работа № 6 (реализуется в форме практической подготовки) - *Исследование тиристора*

- 1) Назовите основные типы тиристоров и объясните принцип их действия.
- 2) Каковы основные параметры тиристоров?
- 3) Перечислить и пояснить способы перевода тиристора из закрытого состояния в открытое
- 4) Перечислить и объяснить характеризующие и предельно-допустимые параметры тиристоров по цепи анода
- 5) Рассмотрите вольт-амперные характеристики тиристора с точки зрения физических процессов, протекающих в структуре типа $n-p-n-p$?
- 6) В чем состоят преимущества тиристора перед динистором
- 7) Каковы конструктивные особенности тиристоров?

Лабораторная работа № 7 - *Исследование полупроводниковых фотоприемников*

- 1) Объясните, что такое фотопроводимость
- 2) фотогальванический эффект.
- 3) Фотодиод: фотодиодный режим, характеристики, параметры.
- 4) Фотодиод: фотогальванический режим, характеристики, параметры
- 5) Фототранзистор принцип действия, характеристики, параметры

Лабораторная работа № 8 - *Исследование диодных и транзисторных оптронов*

- 1) Полупроводниковые излучатели: устройство, принцип действия, характеристики и параметры
- 2) Свойства и области применения диодных оптронов
- 3) Оптроны, их разновидности.
- 4) Принцип действия, входные и выходные параметры оптопар.
- 5) Требования, предъявляемые к элементам оптрона: излучателю, оптическому каналу, фотоприемнику.

3.1.2 Расчетно-графическая работа

Тема: «Расчет параметров р-п перехода и ВАХ полупроводникового диода, влияние температуры на ВАХ».

Варианты на РГР выдает преподаватель.

Задача 1. Определить высоту потенциального барьера ϕ_{k0} , возникающего при образовании идеального электронно-дырочного перехода в состоянии равновесия.

Задача 2. Определить ширину электронно-дырочного перехода δ_0 и размеры обедненных слоев р- и n- областей (δ_{p0} , δ_{n0}) в состоянии равновесия.

Задача 3. Определить высоту потенциального барьера, ширину электронно-дырочного перехода δ и размеры обедненных слоев р- и n- областей (δ_p , δ_n) при подаче на переход внешнего напряжения U .

Задача 4. Рассчитать барьерную C_b ёмкость перехода при внешнем напряжении U .

Задача 5

1) Дать характеристику диода.

2) Выписать из справочника основные параметры:

$I_{пр} =$ _____ при $I_{прmax} =$ _____

$I_{обр} =$ _____ при $U_{обр. max} =$ _____

$R_{ср} =$ _____ $t_{max} =$ _____

3) Построить (на миллиметровке) вольт-амперную характеристику (ВАХ) диода для температуры $t=25$ С для заданного диода.

При построении ВАХ прямые и обратные ветви характеристик расположить в одной системе координат.

4) По вольт-амперной характеристике определить

сопротивление прямому току ($R_{пр}$) при напряжении $U_{пр}$ на линейном участке ВАХ и сопротивление обратному току ($R_{обр}$) при обратном напряжении

5) Дифференциальные сопротивления ($r_{диф}$) и крутизну (S) прямой ветви ВАХ для напряжения $U_{пр}$.

3.2 Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к экзамену

1. Собственные и примесные полупроводники, их проводимость.
2. Дрейф и диффузия носителей заряда.
3. Образование р-п-перехода. Переход в равновесном состоянии
4. Процессы в р-п-переходе при подаче внешнего напряжения.
5. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) р-п-перехода. Пробой перехода. Виды пробоя.
6. Разновидности полупроводниковых диодов. Принцип действия, основные параметры и характеристики выпрямительных диодов и стабилитронов.
7. Емкости р-п-перехода. Варикап
8. Биполярные транзисторы (БТ): устройство, принцип действия, режимы работы.
9. Схемы включения БТ, основные статические характеристики и параметры в схеме с общим эмиттером (ОЭ),
10. основные статические характеристики и параметры в схеме с общим эмиттером (ОБ),
11. влияние температуры на статические характеристики биполярного транзистора .
12. Биполярные транзисторы как линейный четырехполюсник. Система h-параметров, схема замещения транзистора в h-параметрах. Определение h-параметров по характеристикам транзистора.

13. Полевые транзисторы с управляющим р-n-переходом: устройство, принцип действия, основные характеристики, параметры, схема замещения, влияние температуры.
14. Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП-транзисторы): устройство, принцип действия и характеристики МДП-транзисторов с индуцированным и встроенным каналом.
15. Тиристоры: устройство, принцип действия, характеристики, параметры, способы выключения.
16. Симисторы: устройство, принцип действия, характеристики
17. Светодиоды: устройство, принцип действия, характеристики
18. полупроводниковые фотоэлектрические приборы.
19. Оптроны. устройство, принцип действия, характеристики

Типовые экзаменационные задачи

1. Обратный ток насыщения идеального германиевого диода при $T = 300 \text{ K}$ составляет $I_0 = 30 \text{ мкА}$. Найти сопротивление диода постоянному току R_0 и дифференциальное сопротивление $r_{\text{диф}}$ при прямом и обратном напряжениях, равных $0,2 \text{ В}$.
2. Обратный ток насыщения p - n -перехода $I_0 = 1 \text{ мкА}$ при $T = 300 \text{ K}$. Определить сопротивление перехода постоянному току и дифференциальное сопротивление перехода при прямом и обратном напряжениях, равных 150 мВ .
3. Обратный ток насыщения идеального p - n -перехода при температуре $T = 300 \text{ K}$ равен $2 \cdot 10^{-7} \text{ А}$. Найти: а) ток, текущий при прямом напряжении, равном $0,1 \text{ В}$; б) сопротивление диода постоянному току и дифференциальное сопротивление при прямом и обратном напряжениях, равных $0,3 \text{ В}$.
4. P - n -переход имеет прямой ток $0,8 \text{ А}$ при прямом напряжении $0,3 \text{ В}$ и температуре окружающей среды $T = 35^\circ \text{ C}$. Определить: а) обратный ток насыщения; б) дифференциальное сопротивление перехода при прямом напряжении $0,2 \text{ В}$; в) дифференциальное сопротивление перехода при обратном напряжении 1 В .
5. Обратный ток насыщения I_0 p - n -перехода при $T = 300 \text{ K}$ равен 10^{-12} А . При повышении температуры на 75° C обратный ток насыщения увеличился в 10^3 раз. Определить напряжение на переходе при комнатной и повышенной температуре, если прямой ток через него $I = 5 \text{ мА}$.
6. Изобразите ВАХ идеального p - n -перехода. Здесь же начертите реальную характеристику диода и объясните различия между этими двумя кривыми. Вычислите дифференциальные сопротивления $r_{\text{диф}}$ p - n -перехода при токе $I = 0,01; 0,05; 0,1; 1,0; 2,0; 5,0$ и $10,0 \text{ мА}$. Температура $T = 300 \text{ K}$, обратный ток насыщения $I_0 = 1 \text{ мкА}$. Основываясь на полученных значениях сопротивления $r_{\text{диф}}$ при различных токах I , обсудите возможности практического использования диода как элемента с управляемой проводимостью.
7. Диоды, смещенные в обратном направлении, часто используют в качестве переменных конденсаторов. Вычислите, как уменьшается барьерная емкость диода с резким переходом при увеличении модуля напряжения смещения на 1 В , если известно, что при $U = 5 \text{ В}$, $C_{\text{бар}} = 20 \text{ пФ}$.
8. У полупроводникового диода $R_{\text{пр}} = 25 \text{ Ом}$; $R_{\text{обр}} = 2,5 \text{ МОм}$; $C = 120 \text{ пФ}$. Определить: а) на какой частоте емкостное сопротивление станет равно $R_{\text{обр}}$ и вследствие этого произойдет заметное увеличение обратного тока (но он все еще будет малым); б) на ка-

кой частоте емкостное сопротивление станет равно $R_{пр}$ и произойдет резкое ухудшение выпрямляющего действия диода.

9. Германиевый $p-n$ -переход имеет обратный ток насыщения 5 мкА, а кремниевый переход таких же размеров имеет обратный ток насыщения 10^{-10} А. Вычислить и сравнить прямые напряжения на переходах при $T = 325$ К и токе 0,2 А. Сопротивлением базы пренебречь.