

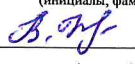
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

В.И. Казаков
(инициалы, фамилия)


(подпись)
« 17 » 02 20 25 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроника»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.05
Наименование направления подготовки/ специальности	Лазерная техника и лазерные технологии
Наименование направленности	Лазерная техника и лазерные технологии
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст. преподаватель
(должность, уч. степень, звание)

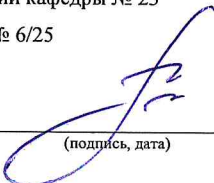

(подпись, дата)

А.С. Параскун
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23
«17» февраля 2025 г, протокол № 6/25

Заведующий кафедрой № 23


д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

А.Р. Бестугин
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Н.В. Марковская
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Электроника» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» направленности «Лазерная техника и лазерные технологии». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники»

ОПК-3 «Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств лазерных исследований и измерений»

ПК-3 «Способен к разработке технологических процессов контроля механических, оптических и оптико-электронных блоков, узлов и элементов типовых систем приборов, лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физических принципов действия, характеристик, моделей и особенностей в радиотехнических цепях основных типов активных приборов, принципов их построения и механизмов влияния условий эксплуатации на работу активных приборов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Электроника» является изучение студентами физических принципов действия, характеристик, моделей и особенностей использования в радиотехнических цепях основных типов активных приборов, принципов построения и основ технологии микроэлектронных цепей, механизмов влияния условий эксплуатации на работу активных приборов и микроэлектронных цепей. При изучении этой дисциплины закладываются основы знаний, позволяющих умело использовать современную элементную базу радиоэлектроники и понимать тенденции и перспективы ее развития и практического использования; приобретаются навыки расчета режимов активных приборов в электронных цепях, экспериментального исследования их характеристик, измерения параметров и построения базовых ячеек электронных цепей, содержащих такие приборы.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники	ОПК-1.У.1 уметь применять знания естественных наук и общетехнические знания в инженерной деятельности и практике
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств лазерных исследований и измерений	ОПК-3.У.1 уметь обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен к разработке технологических процессов контроля механических, оптических и оптико-электронных блоков, узлов и элементов типовых систем приборов, лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем	ПК-3.3.1 знать элементную базу, используемую в изделиях лазерной техники; общие принципы, правила и методы конструирования лазерных оптико-электронных приборов; основы теории точности и надёжности оптических приборов; основы оптических измерений; методы лазерных измерений; методы работы с научно-технической литературой
------------------------------	--	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика (Аналитическая геометрия и линейная алгебра)»,
- «Математика (Математический анализ)»,
- «Физика»,
- «Химия».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Специфика моделирования сложных электронных устройств сбора, обработки и отображения информации»,
- «Цифровая обработка сигналов»,
- «Интегральные устройства микроэлектроники»,
- «Интеллектуальные электронные датчики и устройства индикации»,
- «Электронные промышленные устройства»,
- «Схемотехника аналоговых электронных устройств»,
- «Схемотехника цифровых и импульсных устройств».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	11	11
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34

практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа , всего (час)	76	76
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Элементы физики твердого тела.					12
Тема 1.1. Физические основы полупроводниковых приборов.	5		5		
Тема 1.2. Контактные явления.	5		5		
Раздел 2. Полупроводниковые приборы.					23
Тема 2.1. Полупроводниковые диоды.	6		6		
Раздел 3. Полупроводниковые приборы.					27
Тема 3.1. Полевые транзисторы.	6		6		
Тема 3.2. Биполярные транзисторы.	6		6		
Раздел 4. Оптоэлектроника.					14
Тема 4.1. Фотоэлектрические и излучательные приборы.	6		6		
Итого в семестре:	34		34		76
Итого	34	0	34	0	76

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1	<p>Элементы физики твердого тела.</p> <p>1.1. Физические основы полупроводниковых приборов.</p> <p>Основные понятия зонной теории полупроводников. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Вырожденные и невырожденные полупроводники.</p>

	<p>Концентрация носителей заряда в собственных и примесных полупроводниках в условиях термодинамического равновесия. Неравновесное состояние полупроводника. Процессы переноса носителей заряда в полупроводниках. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Влияние электрического поля на объемную и поверхностную электропроводность полупроводников. Температурные зависимости концентрации, подвижности и удельной электропроводности полупроводников. Возникновение объемных неустойчивостей. Оптические и тепловые свойства полупроводников. Фотоэлектрические и термоэлектрические явления.</p> <p>1.2. Контактные явления.</p> <p>Понятие о р-п-переходе, типы р-п-переходов. Физические процессы в р-п-переходе при отсутствии и при наличии внешнего напряжения. Вольтамперная характеристика р-п-перехода. Контакт «металл-полупроводник», зависимость его свойств от работы выхода полупроводника и металла. Гетеропереходы.</p>
Раздел 2	<p>Полупроводниковые приборы.</p> <p>2.1. Полупроводниковые диоды.</p> <p>Полупроводниковый диод, его характеристики и параметры. Основные виды пробоя р-п-перехода. Переходные процессы в полупроводниковом диоде, накопление и рассасывание избыточного заряда, диффузионная емкость. Эквивалентная схема полупроводникового диода. Основные типы полупроводниковых диодов, их конструкции, параметры и области применения.</p>
Раздел 3	<p>Полупроводниковые приборы.</p> <p>3.1. Полевые транзисторы.</p> <p>Полевые транзисторы с затвором в виде р-п-перехода. Их устройство, принцип действия, схемы включения, характеристики и параметры. Зависимость характеристик от температуры. Нагрузочный режим полевого транзистора, нагрузочные характеристики. Физические явления на поверхности полупроводника. Полевые транзисторы с изолированным затвором (МОП- или МДП-транзисторы), их принцип действия, характеристики и параметры. Особенности мощных МДП-транзисторов. Область применения полевых транзисторов.</p>

	<p>3.2. Биполярные транзисторы.</p> <p>Транзистор как система двух взаимодействующих р-п-переходов. Возможные режимы работы транзистора: активный (усилительный), отсечки, насыщения, инверсный. Физические процессы в бездрейфовом транзисторе в активном усилительном режиме. Токи в транзисторе. Коэффициент передачи эмиттерного тока и его составляющие. Три схемы включения транзистора: с общим эмиттером, с общей базой и общим коллектором. Характеристики транзистора в схемах с общей базой и с общим эмиттером. Влияние температуры на характеристики транзистора. Транзистор как линейный четырехполюсник. Системы малосигнальных (дифференциальных) параметров транзистора. Определение малосигнальных параметров по характеристикам транзистора. Работа транзистора при наличии нагрузки в коллекторной цепи. Нагрузочные характеристики транзистора. Параметры, характеризующие режим усиления, определение их по характеристикам. Выбор рабочей точки транзистора в режиме усиления. Схемотехнические способы задания рабочей точки. Влияние нелинейности входных характеристик на работу транзистора в режиме усиления. Работа транзистора на высоких частотах. Дрейфовые транзисторы. Параметры, характеризующие высокочастотные свойства транзистора. Эквивалентные схемы транзистора (формальные и физические). Модели транзистора, используемые при компьютерном проектировании электронных схем. Работа транзистора в режиме переключения. Условия отсечки и насыщения. Переходные процессы в транзисторе при переключении. Параметры транзисторов в импульсном режиме. Транзисторный ключ, построенный по схеме с общим эмиттером. Предельно допустимые параметры транзистора.</p>
Раздел 4	<p>Оптоэлектроника.</p> <p>4.1. Фотоэлектрические и излучательные приборы.</p> <p>Фоторезисторы, их конструкция, характеристики и параметры. Физические процессы в р-п-переходе при воздействии света. Фото ЭДС. Фотогальванические элементы. Фотодиоды, основные режимы их работы. Характеристики и параметры фотодиодов. Основные типы фотодиодов. Фототранзисторы: принцип действия, характеристики, параметры. Области применения</p>

	различных типов полупроводниковых фотоэлектрических приборов. Излучающие полупроводниковые приборы и их применение.
--	---

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4				
1	Определение ширины запрещенной зоны полупроводников	2		1
2	Исследование выпрямительных диодов	4		2
3	Исследование полевых транзисторов с управляемым (р-п) переходом	6		3
4	Исследование полевых транзисторов с изолированным затвором	6		3
5	Исследование биполярных транзисторов, включенных по схеме с общей базой	6		3
6	Исследование биполярных транзисторов, включенных по схеме с общим эмиттером	6		3
7	Исследование фототранзисторов	4		4
Всего		34		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	38	38
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	26	26
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	12	12
Всего:	76	76

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.38 Б 90	Булычев, Анатолий Леонидович. Электронные приборы: учебное пособие / А Л. Булычев, В. А. Прохоренко. - Минск : Вышш. шк., 1987. - 315 с.	3
621.315.5/.61 ПЗО	Петров, К. С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: учебное пособие / К. С. Петров. - СПб.: ПИТЕР, 2006. - 522 с. ISBN 5-94723-378-9	4
621.38 Ш65	Шишкин, Г. Г. Электроника: учебник/Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. - М.: Дрофа, 2009. - 703 с.	4

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	24-02 (ул. Гастелло, 15)
2	Лаборатория Электроники	22-09 (ул. Гастелло, 15)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться

100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Полупроводники с собственной электропроводностью.	ОПК-1.У.1
2	Полупроводники с электронной электропроводностью	ОПК-3.У.1
3	Полупроводники с дырочной электропроводностью.	ПК-3.3.1
4	Дрейфовый и диффузионный ток в полупроводниках.	ОПК-1.У.1
5	Электронно-дырочный переход в состоянии равновесия.	ОПК-3.У.1
6	Прямое и обратное включение р-п-перехода.	ПК-3.3.1
7	Теоретическая и реальная вольтамперная характеристика р-п-перехода.	ОПК-1.У.1
8	Виды пробоев р-п-перехода и их особенности.	ОПК-3.У.1
9	Емкости р-п-перехода.	ПК-3.3.1

10	Выпрямительные диоды.	ОПК-1.У.1
11	Однополупериодный выпрямитель – принцип его действия.	ОПК-3.У.1
12	Влияние температуры на вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов.	ПК-3.3.1
13	Графический метод определения параметров рабочего режима полупроводниковых диодов.	ОПК-1.У.1
14	Полупроводниковые стабилитроны, специальные параметры полупроводниковых стабилитронов.	ОПК-3.У.1
15	Анализ работы полупроводникового стабилизатора напряжения с помощью линии нагрузки.	ПК-3.3.1
16	Варикапы, схемы включения в электрическую цепь, эквивалентная схема варикапа и его основные параметры.	ОПК-1.У.1
17	Туннельные диоды, основные параметры туннельных диодов, анализ вольт-амперной характеристики туннельного диода с помощью энергетических диаграмм.	ОПК-3.У.1
18	Структура полевого транзистора с управляющим р-п переходом и принцип его работы.	ПК-3.3.1
19	Электрические схемы включения полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и их особенности.	ОПК-1.У.1
20	Семейство стоково-затворных характеристик полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и их особенности.	ОПК-3.У.1
21	Семейство выходных характеристик полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и их особенности.	ПК-3.3.1
22	Зависимость конфигурации «канала» полевых транзисторов с управляющим р-п переходом от изменения напряжения «сток-исток» при постоянном напряжении «затвор-исток».	ОПК-1.У.1
23	Графический способ построения стоково-затворных характеристик по выходным характеристикам полевых транзисторов с управляющим р-п переходом.	ОПК-3.У.1
24	Структура МДП полевого транзистора с «индуцированным» каналом и принцип его работы.	ПК-3.3.1
25	Электрические схемы включения МДП полевых транзисторов с «индуцированным» каналом и их особенности.	ОПК-1.У.1
26	Семейство стоково-затворных характеристик МДП полевых транзисторов с «индуцированным» каналом и их особенности.	ОПК-3.У.1
27	Семейство выходных характеристик МДП полевых транзисторов с «индуцированным» каналом и их особенности.	ПК-3.3.1
28	Структура МДП полевого транзистора со «встроенным» каналом и принцип его работы.	ОПК-1.У.1
29	Электрические схемы включения МДП полевых транзисторов со «встроенным» каналом и их особенности.	ОПК-3.У.1

30	Семейство стоково-затворных характеристик МДП полевых транзисторов со «встроенным» каналом и их особенности.	ПК-3.3.1
31	Семейство выходных характеристик МДП полевых транзисторов со «встроенным» каналом и их особенности.	ОПК-1.У.1
32	Дифференциальные или малосигнальные параметры полевых транзисторов.	ОПК-3.У.1
33	Работа полевых транзисторов в динамическом режиме.	ПК-3.3.1
34	Отличие определения дифференциальных параметров в динамическом режиме от их определения в статическом режиме.	ОПК-1.У.1
35	Устройство и конструктивные особенности биполярных транзисторов.	ОПК-3.У.1
36	Электрические схемы включения биполярных транзисторов и их особенности.	ПК-3.3.1
37	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, в режимах «отсечки» и «насыщения».	ОПК-1.У.1
38	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, в «активном» режиме.	ОПК-3.У.1
39	Семейство статических входных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, и их особенности.	ПК-3.3.1
40	Семейство статических выходных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, и их особенности.	ОПК-1.У.1
41	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, в режимах «отсечки» и «насыщения».	ОПК-3.У.1
42	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, в «активном» режиме.	ПК-3.3.1
43	Семейство статических входных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, и их особенности.	ОПК-1.У.1
44	Семейство статических выходных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, и их особенности.	ОПК-3.У.1
45	Схема включения биполярного транзистора с общим коллектором в «активном» режиме и ее особенности.	ПК-3.3.1
46	Система Н параметров биполярных транзисторов.	ОПК-1.У.1
47	Фототранзистор, устройство и принцип действия.	ОПК-3.У.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	<p>Какие два основных типа примесных полупроводников существуют? <i>(Выберите один или несколько правильных ответов)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Полупроводники р-типа • Полупроводники n-типа • Полупроводники q-типа • Полупроводники z-типа 	ОПК-1.У.1
2	<p>Какие два основных свойства диода? <i>(Выберите один или несколько правильных ответов)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Усиление сигнала • Пропускание тока в одном направлении • Выпрямление переменного тока • Стабилизация температуры 	ОПК-3.У.1
3	<p>Что происходит с проводимостью полупроводника при изменении температуры? <i>(Выберите один или несколько правильных ответов)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Она уменьшается при повышении температуры • Она увеличивается при повышении температуры • Она остаётся неизменной • Она уменьшается при понижении температуры 	ПК-3.3.1
4	<p>Какие два основных применения транзисторов в полупроводниковой электронике? <i>(Выберите один или несколько правильных ответов)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Усиление сигнала • Управление током • Хранение энергии • Создание р-n перехода 	ОПК-1.У.1
5	<p>Какие процессы влияют на проводимость полупроводника? <i>(Выберите один или несколько правильных ответов)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Легирование • Поляризация • Ионизация • Температура 	ОПК-3.У.1

6	<p>Какие зоны р-п перехода имеют ключевое значение? <i>(Выберите один или несколько правильных ответов)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Зона насыщения • Зона обеднения • Активная зона • Проводящая зона 	ПК-3.3.1
7	<p>Упорядочьте этапы работы р-п перехода при прямом смещении: <i>(Расположить в правильной последовательности)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Начало тока через переход • Уменьшение зоны обеднения • Приложение напряжения к переходу • Преодоление потенциального барьера <p>Правильная последовательность: 3, 2, 4, 1</p>	ОПК-1.У.1
8	<p>Расположите в правильной последовательности этапы формирования р-п перехода: <i>(Расположить в правильной последовательности)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Соединение областей р-типа и n-типа • Формирование зоны обеднения • Установление равновесного состояния • Распределение свободных носителей заряда <p>Правильная последовательность: 1, 4, 2, 3</p>	ОПК-3.У.1
9	<p>Упорядочьте этапы работы полупроводникового диода в режиме обратного смещения: <i>(Расположить в правильной последовательности)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Возрастание зоны обеднения • Приложение обратного напряжения • Уменьшение обратного тока через переход • Увеличение потенциального барьера <p>Правильная последовательность: 2, 1, 4, 3</p>	ПК-3.3.1
10	<p>Расположите шаги работы стабилитрона в режиме стабилизации напряжения: <i>(Расположить в правильной последовательности)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Приложение обратного напряжения • Переход в режим лавинного пробоя • Установление стабильного напряжения • Сглаживание напряжения в цепи <p>Правильная последовательность: 1, 2, 3, 4</p>	ОПК-1.У.1
11	<p>Упорядочьте этапы создания интегральной схемы: <i>(Расположить в правильной последовательности)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Формирование полупроводниковой подложки • Легирование областей кристалла • Применение металлоксидных соединений для контактов 	ОПК-3.У.1

	<ul style="list-style-type: none"> Подключение выводов и корпуса <p>Правильная последовательность: 1, 2, 3, 4</p>	
12	<p>Сопротивление полупроводника при повышении температуры <i>(Выберите правильный ответ)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Увеличивается Уменьшается Практически не изменяется 	ПК-3.3.1
13	<p>У каких веществ на энергетической диаграмме валентная зона примыкает к зоне проводимости? <i>(Выберите правильный ответ)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Проводники Диэлектрики Полупроводники 	ОПК-1.У.1
14	<p>Уровень Ферми — это <i>(Выберите правильный ответ)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Энергетический уровень в запрещенной зоне для полупроводников вероятность появления электрона на котором равна 1/2. Энергетический уровень в запрещенной зоне для проводников вероятность появления электрона на котором равна 1/2. Энергетический уровень в валентной зоне для полупроводников вероятность появления электрона на котором равна 1/2. Энергетический уровень в разрешенной зоне для проводников вероятность появления электрона на котором равна 1/2. 	ОПК-3.У.1
15	<p>Новые энергетические уровни в кристаллах полупроводников могут образовываться <i>(Выберите один или несколько ответов)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Воздействием электрического поля При дефектах кристаллической решетки Введением других элементов в кристаллическую решетку Воздействием излучения Тепловыми полями 	ПК-3.3.1
16	<p>Выберите правильное утверждение <i>(Выберите правильный ответ)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> На любом энергетическом уровне одновременно может находиться несколько электронов. Заполнение разрешенных энергетических зоны неравномерное, более насыщены верхние зоны 	ОПК-1.У.1

	<ul style="list-style-type: none"> • На любом энергетическом уровне одновременно может находиться несколько электронов. Электроны равномерно заполняют разрешенные энергетические зоны, начиная с нижних. • На любом энергетическом уровне одновременно может находиться не более двух электронов. Электроны равномерно заполняют разрешенные энергетические зоны, начиная с нижних. • На любом энергетическом уровне одновременно может находиться несколько электронов. Заполнение разрешенных энергетических зоны неравномерное, более насыщены нижние зоны • На любом энергетическом уровне одновременно может находиться только один электрон. Электроны равномерно заполняют разрешенные энергетические зоны, начиная с нижних. 	
17	<p>Какова причина легирования исходных полупроводников примесями? <i>(Выберите правильный ответ)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Для увеличения числа носителей зарядов одного или другого типа • Для увеличения сопротивления • Для увеличения пробивного напряжения • Для увеличения механической прочности 	ОПК-3.У.1
18	<p>В качестве примесей используют <i>(Выберите один или несколько ответов)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Пятивалентные элементы • Двухвалентные элементы • Четырехвалентные элементы • Трехвалентные элементы 	ПК-3.3.1
20	<p>Выберите правильное утверждение <i>(Выберите один или несколько ответов)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • В полупроводнике п-типа при увеличении температуры образуется дырка в зоне проводимости • В полупроводнике п-типа при увеличении температуры образуется дырка в примесной зоне • В полупроводнике п-типа при увеличении температуры образуется дырка в валентной зоне • В полупроводнике п-типа при увеличении температуры значительная часть электронов примесной зоны переходит в зону проводимости. • В полупроводнике п-типа при увеличении температуры значительная часть электронов примесной зоны переходит в валентную зону 	ОПК-1.У.1
21	<p>Необратимым типом пробоя полупроводникового диода является</p>	ОПК-3.У.1

	<p>(Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Электрический пробой • Тепловой пробой • Туннельный пробой 	
22	<p>Какой полупроводниковый прибор используется для преобразования переменного тока в постоянный? (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Транзистор • Диод • Фотодиод • Тиристор 	ПК-3.3.1
23	<p>Как называются выводы биполярного транзистора? (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • База, коллектор, эмиттер • Сетка, катод, анод • Затвор, исток, сток • Затвор, коллектор, эмиттер • База, катод, анод 	ОПК-1.У.1
24	<p>Что такое инжекция и экстракция? (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Инжекция – ввод в область основных носителей заряда под действием прямого напряжения, а экстракция — извлечение неосновных носителей для данной области под действием обратного напряжения • Инжекция – ввод в область неосновных носителей заряда под действием обратного напряжения, а экстракция — извлечение основных носителей для данной области под действием прямого напряжения • Инжекция – ввод в область основных носителей заряда под действием обратного напряжения, а экстракция — извлечение неосновных носителей для данной области под действием прямого напряжения • Инжекция – ввод в область неосновных носителей заряда под действием прямого напряжения, а экстракция — извлечение основных носителей для данной области под действием обратного напряжения 	ОПК-3.У.1
25	<p>Какое требование предъявляется к ширине базы биполярного транзистора? (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Она должна быть больше диффузионной длины электрона, но меньше длины волны электрона • Она должна быть больше диффузионной длины и длины волны электрона • Она должна быть меньше диффузионной длины и длины волны электрона 	ПК-3.3.1

	<ul style="list-style-type: none"> • Она должна быть равна меньшему из значений диффузионной длины и длины волны электрона • Все ответы неверны 	
26	<p>Какую функциональную связь выражают статическими характеристиками биполярных транзисторов? (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Связь между токами и напряжениями во входной и выходной цепях при отсутствии нагрузки • Связь между сопротивлением во входной цепи и током в выходной цепи при наличии нагрузки • Связь между напряжением во входной цепи и сопротивлением в выходной цепи при наличии нагрузки • Связь между сопротивлениями во входной и выходной цепях при наличии нагрузки 	ОПК-1.У.1
27	<p>Какую схему включения биполярного транзистора также называют «эмиттерным повторителем»? (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Биполярный транзистор, включенный по схеме с общей базой • Биполярный транзистор, включенный по схеме с общим эмиттером • Биполярный транзистор, включенный по схеме с общим коллектором 	ОПК-3.У.1
28	<p>Какая схема включения биполярного транзистора одновременно дает усиление как по току, так и по напряжению? (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Биполярный транзистор, включенный по схеме с общей базой • Биполярный транзистор, включенный по схеме с общим эмиттером • Биполярный транзистор, включенный по схеме с общим коллектором 	ПК-3.3.1
29	<p>Какая схема включения биполярного транзистора имеет наибольшее входное сопротивление при наименьшем выходном сопротивлении? (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Биполярный транзистор, включенный по схеме с общей базой • Биполярный транзистор, включенный по схеме с общим эмиттером • Биполярный транзистор, включенный по схеме с общим коллектором 	ОПК-1.У.1
30	<p>Как определяется дифференциальное сопротивление коллекторного перехода биполярного транзистора?</p>	ОПК-3.У.1

	<p>(Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Как соотношение приращения напряжения на коллекторном переходе к приращению тока коллектора при постоянном токе базы или эмиттера • Как соотношение приращения напряжения на коллекторном переходе к приращению тока коллектора при постоянном напряжении коллектор-эмиттер • Как соотношение приращения напряжения на коллекторном переходе к приращению тока коллектора при постоянном напряжении эмиттерного перехода • Все ответы неверны 	
31	<p>Как определяется дифференциальное сопротивление эмиттерного перехода биполярного транзистора? (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Как соотношение приращения напряжения на эмиттерном переходе к приращению тока базы при постоянном напряжении на коллекторном переходе • Как соотношение приращения напряжения на эмиттерном переходе к приращению тока эмиттера при постоянном напряжении коллектор-эмиттер • Как соотношение приращения напряжения на коллекторном переходе к приращению тока базы при постоянном напряжении на эмиттерном переходе • Все ответы неверны 	ПК-3.3.1
32	<p>Какой транзистор называется полевым? (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Это транзистор, усилительные свойства которого обусловлены потоком основных носителей заряда одного знака, протекающим через проводящий канал, и управляемым электрическим полем • Это транзистор, в котором физические процессы обусловлены переносом носителей заряда обоих знаков — инжекцией и диффузией неосновных носителей, дрейфом основных и неосновных носителей заряда • Это транзистор, усилительные свойства которого обусловлены потоком основных носителей заряда разных знаков, протекающим через проводящий канал, и управляемым электрическим током • Это транзистор, в котором маленький ток затвора позволяет управлять большим током сток-исток 	ОПК-1.У.1
33	<p>Какие выделяют основные параметры полевых транзисторов? (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Крутизна характеристики S, входное и выходное сопротивления $R_{вх.}$ и R_i, коэффициент усиления μ, емкость между затвором и истоком $C_{зи}$ 	ОПК-3.У.1

	<ul style="list-style-type: none"> Входное и выходное сопротивления $R_{вх.}$ и R_{i}, коэффициент усиления u, входной ток $I_{вх.}$, емкость между затвором и стоком $C_{зс}$ Входное и выходное сопротивления $R_{вх.}$ и R_{i}, входной ток $I_{вх.}$, емкость между затвором и истоком $C_{зи}$ Крутизна характеристики S, входное и выходное сопротивления $R_{вх.}$ и R_{i}, коэффициент усиления u Все ответы неверны 	
34	<p>МДП-транзистором со встроенным каналом называется (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> Полевой транзистор, который может работать в режиме обогащения и обеднения; Полевой транзистор, который может работать в режиме обогащения; Полевой транзистор, который может работать только при обратном напряжении на затворе; Полевой транзистор, который может работать только при прямом напряжении на затворе; 	ПК-3.3.1
35	<p>Пороговым напряжением в МДП-транзисторе с индуцированным каналом называется (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> Напряжение сток-исток, при котором образуется канал проводимости; Напряжение затвор-исток, при котором образуется канал проводимости; Напряжение сток-исток, при котором происходит перекрытие канала; Напряжение затвор-исток, при котором происходит перекрытие канала. 	ОПК-1.У.1
36	<p>Напряжением отсечки полевого транзистора называется (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> Напряжение сток-исток, при котором происходит перекрытие канала; Напряжение затвор-исток, при котором происходит перекрытие канала при нулевом токе транзистора; Напряжение сток-исток, при котором происходит перекрытие канала при нулевом токе транзистора; Напряжение затвор-исток, при котором происходит перекрытие канала при ненулевом токе транзисторов. 	ОПК-3.У.1
37	<p>Стоком полевого транзистора называют (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> Один из выводов транзистора, через который основные носители заряда входят в канал; Один из выводов, через который основные носители заряда выходят из канала; Вывод от управляющего электрода; 	ПК-3.3.1

	<ul style="list-style-type: none"> Вывод от области, в которой создается канал. 	
38	<p>Истоком полевого транзистора называется (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> Один из выводов, через который основные носители заряда поступают в канал; Один из выводов, через который основные носители заряда выходят из канала; Вывод от управляющего электрода; Вывод от области, в которой создается канал. 	ОПК-1.У.1
39	<p>Затвором полевого транзистора называется (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> Один из выводов, через который основные носители заряда входят в канал; Вывод от управляющего электрода; Один из выводов, через который основные носители заряда выходят из канала; Вывод от области, в которой создается канал. 	ОПК-3.У.1
40	<p>МДП-транзистором с индуцированным каналом называется (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> полевой транзистор, который может работать в режиме обогащения и обеднения; полевой транзистор, который может работать в режиме обогащения; полевой транзистор, который может работать только при обратном напряжении на затворе; полевой транзистор, который может работать только при прямом напряжении на затворе; 	ПК-3.3.1
41	<p>Управление током стока в полевом транзисторе с управляющим р—п переходом основано на (Выберите правильный ответ)</p> <ul style="list-style-type: none"> изменении ширины и сечения канала при изменении обратного напряжения «затвор – исток»; изменении ширины и сечения канала при изменении прямого напряжения «затвор – исток»; изменении сопротивления канала вследствие изменения концентрации инжектированных носителей; изменении ширины и сечения канала при изменении напряжения «сток – исток»; 	ОПК-1.У.1
42	<p>Какова роль кристаллической решетки в свойствах полупроводников? (Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа) Электронная структура: Кристаллическая решетка определяет энергетические уровни, доступные для электронов, и запрещенные зоны, в которых электроны не могут находиться. В</p>	ОПК-3.У.1

	<p>полупроводниках разность между валентной зоной и зоной проводимости называется шириной запрещенной зоны, и именно эта ширина определяет проводящие свойства материала. Чем меньше ширина запрещенной зоны, тем легче электроны могут переходить в зону проводимости, что делает материал более проводящим.</p> <p>Эффект легирования: Атомы, добавленные к полупроводнику для изменения его проводимости, занимают определенные позиции в кристаллической решетке. Тип и положение этих легирующих атомов влияют на количество свободных носителей заряда (электронов или дырок), что изменяет электрические свойства полупроводника. Например, добавление атомов с пятивалентными элементами (n-тип легирования) создает дополнительные электроны, тогда как трёхвалентные элементы (р-тип легирования) создают дополнительные дырки.</p> <p>Дефекты и дислокации: В реальных кристаллах всегда присутствуют дефекты и дислокации, которые могут существенно влиять на свойства полупроводников. Например, дислокации могут создавать локализованные уровни энергии в запрещенной зоне, что влияет на рекомбинацию носителей заряда и, следовательно, на проводимость и эффективность устройств на основе полупроводников.</p> <p>Решеточные вибрации (фононы): Атомы в кристаллической решетке не статичны; они постоянно колеблются вокруг своих равновесных положений. Эти вибрации, или фононы, играют важную роль в тепловых свойствах полупроводников, влияя на теплопроводность и процессы рассеяния носителей заряда. Взаимодействие электронов с фононами также может влиять на проводимость и скорость электронов в материале.</p> <p>Оптические свойства: Кристаллическая структура полупроводников определяет их взаимодействие с электромагнитным излучением. Например, ширина запрещенной зоны влияет на длину волны света, который полупроводник может поглощать или испускать. Это свойство используется в светодиодах и солнечных элементах для преобразования света в электричество и наоборот.</p> <p>Механические свойства: Кристаллическая решетка влияет и на механические свойства полупроводников, такие как жесткость, прочность и устойчивость к деформациям. Например, монокристаллы кремния обладают высокой прочностью и стабильностью, что делает их идеальными для использования в микроэлектронных устройствах.</p>	
43	<p>Каковы основные отличия между n-типом и р-типом полупроводников? <i>(Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа)</i></p> <p>Тип носителей заряда:</p> <ul style="list-style-type: none"> • n-тип полупроводников: Основными носителями заряда являются электроны. Эти электроны могут свободно 	ПК-3.3.1

	<p>перемещаться по кристаллической решетке, что обеспечивает проводимость.</p> <ul style="list-style-type: none"> • р-тип полупроводников: Основными носителями заряда являются дырки. Дырка представляет собой отсутствие электрона в кристаллической решетке и ведет себя как положительный носитель заряда, способный перемещаться по материалу. <p>Легирующие примеси:</p> <ul style="list-style-type: none"> • п-тип полупроводников: Создается путем добавления примесей пятивалентных элементов, таких как фосфор (P), мышьяк (As) или сурьма (Sb). Эти элементы имеют пять валентных электронов, один из которых становится свободным и участвует в проводимости. • р-тип полупроводников: Создается путем добавления примесей трехвалентных элементов, таких как бор (B), алюминий (Al) или галлий (Ga). Эти элементы имеют три валентных электрона, что создает недостаток одного электрона в кристаллической решетке, образуя дырки. <p>Энергетическая структура:</p> <ul style="list-style-type: none"> • п-тип полупроводников: Энергетические уровни, связанные с донорными примесями, расположены близко к зоне проводимости, что облегчает переход электронов в зону проводимости. • р-тип полупроводников: Энергетические уровни, связанные с акцепторными примесями, расположены близко к валентной зоне, что облегчает переход электронов из валентной зоны, создавая дырки. <p>Проводимость:</p> <ul style="list-style-type: none"> • п-тип полупроводников: Проводимость обеспечивается движением электронов, которые имеют высокую подвижность. Электроны переносят отрицательный заряд. • р-тип полупроводников: Проводимость обеспечивается движением дырок, которые имеют несколько меньшую подвижность по сравнению с электронами. Дырки переносят положительный заряд. <p>Примеры использования:</p> <ul style="list-style-type: none"> • п-тип полупроводников: Широко используется в производстве транзисторов, диодов и других электронных компонентов. В комбинации с р-типом создаются важные устройства, такие как диоды и транзисторы. • р-тип полупроводников: Также используется в производстве транзисторов, диодов и других компонентов. Вместе с п-типом полупроводников используется для создания р-п переходов. <p>р-п переход:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Когда п-тип и р-тип полупроводников соединяются, на границе их контакта образуется р-п переход. Этот переход является основой для работы многих электронных устройств, таких как диоды и транзисторы. При создании перехода электроны из п-типа полупроводника и дырки из 	
--	---	--

	<p>р-типа полупроводника рекомбинируют, создавая область истощения, где носители заряда отсутствуют.</p>	
44	<p>Каковы преимущества полевых транзисторов по сравнению с биполярными транзисторами? <i>(Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа)</i></p> <p>Высокий входной импеданс: Полевые транзисторы обладают очень высоким входным импедансом, поскольку они управляются электрическим полем, а не током. Это означает, что ток, протекающий через управляющий электрод (затвор), практически отсутствует. В случае биполярных транзисторов входной ток базы существенно больше, что может приводить к дополнительным потерям энергии и сложностям в управлении.</p> <p>Низкое энергопотребление: Из-за высокого входного импеданса и низкого управляющего тока полевые транзисторы потребляют значительно меньше энергии по сравнению с биполярными транзисторами. Это делает их идеальными для применения в энергосберегающих устройствах и портативной электронике.</p> <p>Простота управления: Управление полевыми транзисторами осуществляется напряжением, а не током, что упрощает схемотехнические решения и уменьшает требования к управляемым сигналам. Это особенно важно в цифровых схемах и интегральных схемах, где необходима большая плотность элементов.</p> <p>Скорость переключения: Полевые транзисторы обладают высокой скоростью переключения благодаря низкой емкости затвора и отсутствию зарядов в р-п переходах. Это позволяет использовать их в высокочастотных приложениях, таких как импульсные источники питания и высокочастотные усилители.</p> <p>Меньший тепловыделение: Полевые транзисторы, особенно MOSFET, обладают меньшим уровнем тепловыделения при работе, поскольку они имеют меньшее сопротивление в открытом состоянии. Это снижает потребность в сложных системах охлаждения и улучшает надежность устройств.</p> <p>Линейность характеристик: Полевые транзисторы, особенно JFET, обладают хорошей линейностью выходных характеристик, что делает их предпочтительными для аналоговых приложений и линейных усилителей.</p> <p>Радиочастотные свойства: Полевые транзисторы обладают лучшими характеристиками на высоких частотах по сравнению с биполярными транзисторами, что делает их предпочтительными для радиочастотных и микроволновых приложений.</p> <p>Устойчивость к радиации: Полевые транзисторы, особенно MOSFET, обладают большей устойчивостью к радиационному воздействию, что делает их подходящими для использования в космической технике и в условиях повышенного радиационного фона.</p> <p>Производственные преимущества: Технология производства полевых транзисторов более развита и экономически эффективна, особенно для больших интегральных схем. Это</p>	ОПК-1.У.1

	<p>позволяет создавать сложные интегральные схемы с высокой степенью интеграции и низкой стоимостью.</p>	
45	<p>Какие факторы влияют на проводимость полупроводников? (Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа)</p> <p>Концентрация носителей заряда: Проводимость полупроводников зависит от концентрации свободных электронов и дырок. Эта концентрация может быть изменена путем легирования, при котором в полупроводник добавляются примеси, увеличивающие количество носителей заряда. В n-типе полупроводников добавляют донорные примеси, увеличивающие концентрацию свободных электронов, а в р-типе — акцепторные примеси, увеличивающие концентрацию дырок.</p> <p>Подвижность носителей заряда: Подвижность носителей заряда (электронов и дырок) также влияет на проводимость. Подвижность зависит от множества факторов, включая температуру, дефекты в кристаллической решетке, и уровень примесей. В идеальных условиях подвижность определяется взаимодействиями носителей заряда с кристаллической решеткой (фононами).</p> <p>Температура: Температура значительно влияет на проводимость полупроводников. С увеличением температуры число носителей заряда растет, так как большее количество электронов получает достаточно энергии для перехода в зону проводимости. Однако высокая температура также увеличивает рассеяние носителей заряда на фононах, что может уменьшать их подвижность.</p> <p>Легирование: Легирование является ключевым способом управления проводимостью полупроводников. Добавление донорных или акцепторных примесей изменяет концентрацию носителей заряда и их распределение в материале. Например, добавление фосфора (донорная примесь) в кремний создает n-тип полупроводника, тогда как добавление бора (акцепторная примесь) создает р-тип полупроводника.</p> <p>Кристаллическая структура: Качество кристаллической решетки влияет на проводимость полупроводников. Дефекты, дислокации и границы зерен могут создавать ловушки для носителей заряда, уменьшая их подвижность и, следовательно, проводимость. Высококачественные монокристаллы обладают более высокой проводимостью по сравнению с поликристаллическими или аморфными материалами.</p> <p>Электрическое поле: Влияние внешнего электрического поля на проводимость полупроводников проявляется через эффект дрейфа носителей заряда. Электроны и дырки ускоряются под действием электрического поля, увеличивая проводимость. Этот эффект особенно важен в полевых транзисторах (FET), где проводимость канала управляется электрическим полем.</p> <p>Оптические воздействия: В некоторых полупроводниках проводимость можно изменять путем освещения. Поглощение фотонов с энергией, превышающей ширину запрещенной зоны, может создавать пары электрон-дырка, увеличивая</p>	ОПК-3.У.1

	<p>концентрацию носителей заряда и, следовательно, проводимость. Этот эффект используется в фотодиодах и солнечных элементах.</p> <p>Примеси и загрязнения: Непреднамеренные примеси и загрязнения могут значительно влиять на проводимость полупроводников. Например, даже небольшое количество примесей металлов в кремнии может создавать глубокие уровни в запрещенной зоне, которые влияют на рекомбинацию носителей заряда и снижают проводимость.</p> <p>Радиационные воздействия: Воздействие ионизирующего излучения может создавать дополнительные дефекты в кристаллической решетке, влияя на проводимость. Эти дефекты могут служить ловушками для носителей заряда или создавать новые уровни энергии в запрещенной зоне.</p> <p>Технологические процессы: Процессы производства полупроводниковых приборов, такие как диффузия, имплантация и травление, могут влиять на проводимость материалов. Контроль над этими процессами позволяет добиться необходимой концентрации и распределения носителей заряда.</p>	
46	<p>Какие методы используются для измерения и анализа свойств полупроводников? <i>(Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа)</i></p> <p>Электрические свойства:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Вольт-амперные характеристики (I-V характеристики): Этот метод заключается в измерении тока, протекающего через полупроводник при различных приложенных напряжениях. Вольт-амперные характеристики позволяют определить такие параметры, как ток насыщения, сопротивление и пороговое напряжение. • Метод Хола: Этот метод используется для измерения концентрации и подвижности носителей заряда. Полупроводник помещается в магнитное поле, и измеряется напряжение Холла, возникающее поперек образца при пропускании тока. Этот метод также позволяет определить тип полупроводника (n-тип или p-тип). • Емкостно-частотные характеристики (C-V характеристики): Этот метод заключается в измерении емкости p-n перехода или MOS структуры при различных приложенных напряжениях и частотах. C-V характеристики позволяют определить параметры, такие как концентрация примесей и толщина изоляционного слоя. • Тепловое сопротивление (Тепловая зависимость сопротивления): Измерение сопротивления полупроводника при различных температурах позволяет определить его тепловые характеристики и энергетический зазор. <p>Оптические свойства:</p>	ПК-3.3.1

- **Спектроскопия поглощения:** Этот метод используется для измерения спектра поглощения света полупроводником. Пик поглощения указывает на ширину запрещенной зоны и позволяет определить наличие примесей и дефектов.
- **Фотолюминесценция:** Этот метод заключается в возбуждении полупроводника светом и измерении излучаемого света. Спектр фотолюминесценции позволяет определить энергетические уровни и рекомбинационные процессы в материале.
- **Эллипсометрия:** Этот метод используется для измерения оптических постоянных (показатель преломления и коэффициент экстинкции) полупроводника. Эллипсометрия позволяет определить толщину и состав тонких пленок.

Тепловые свойства:

- **Теплопроводность:** Измерение теплопроводности полупроводников проводится с помощью методов, таких как метод лазерной вспышки или метод Сеебека. Эти методы позволяют определить способность материала проводить тепло.
- **Коэффициент теплового расширения:** Этот метод используется для измерения изменения размеров полупроводника при изменении температуры. Коэффициент теплового расширения важен для оценки термической стабильности материалов.

Структурные свойства:

- **Рентгеновская дифракция (XRD):** Этот метод используется для определения кристаллической структуры полупроводников. Рентгеновская дифракция позволяет определить параметры решетки, наличие дефектов и ориентацию кристаллов.
- **Сканирующая электронная микроскопия (SEM):** Этот метод используется для исследования поверхности полупроводников с высоким разрешением. SEM позволяет визуализировать структуру поверхности и дефекты.
- **Просвечивающая электронная микроскопия (TEM):** Этот метод используется для исследования внутренней структуры полупроводников на атомном уровне. TEM позволяет определить дефекты кристаллической решетки и распределение примесей.
- **Атомно-силовая микроскопия (AFM):** Этот метод используется для исследования топографии поверхности полупроводников с высоким разрешением. AFM позволяет измерять высоты и глубины структур на поверхности с нанометровой точностью.

Химический анализ:

- **Вторично-ионная масс-спектрометрия (SIMS):** Этот метод используется для анализа состава и распределения примесей в полупроводниках. SIMS позволяет определить

	<p>концентрацию элементов на глубине материала с высокой точностью.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS): Этот метод используется для определения элементного состава поверхности полупроводников и их химических связей. XPS позволяет анализировать состав тонких пленок и поверхности. 	
47	<p>Как изменяется энергия запрещенной зоны полупроводника при изменении температуры? <i>(Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные принципы: Запрещенная зона полупроводника — это энергетический диапазон, в котором электроны не могут существовать. Она отделяет валентную зону (где находятся электроны, связанные с атомами) от зоны проводимости (где электроны могут свободно перемещаться и участвовать в проводимости). Ширина запрещенной зоны определяется природой материала и его кристаллической структурой. 2. Температурная зависимость: Ширина запрещенной зоны уменьшается с увеличением температуры. Это связано с тем, что при повышении температуры атомы в кристаллической решетке начинают сильнее колебаться. Эти колебания влияют на взаимодействия между атомами и электронами, что приводит к сужению энергетического зазора. 3. Механизмы уменьшения ширины запрещенной зоны: <ul style="list-style-type: none"> ○ Тепловые колебания: При увеличении температуры амплитуда колебаний атомов вокруг их равновесных положений увеличивается. Эти колебания приводят к смягчению потенциала, удерживающего электроны в валентной зоне, и к уменьшению энергии, необходимой для перехода электронов в зону проводимости. ○ Расширение решетки: При повышении температуры кристаллическая решетка расширяется, что также способствует уменьшению ширины запрещенной зоны. Увеличение межатомных расстояний приводит к изменению взаимодействий между атомами и электронами. 4. Практическое значение: Изменение ширины запрещенной зоны с температурой важно учитывать при разработке полупроводниковых устройств. Например, в солнечных элементах, светодиодах и лазерах изменение энергии запрещенной зоны влияет на их эффективность и рабочие характеристики при различных температурах. В электронике температурные изменения могут приводить к дрейфу параметров транзисторов и других компонентов. 5. Примеры: 	ОПК-1.У.1

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Кремний (Si): Ширина запрещенной зоны кремния уменьшается с увеличением температуры. При комнатной температуре (300 К~300~К) ширина запрещенной зоны составляет около 1.12 эВ, а при высоких температурах она может уменьшаться на несколько десятков мэВ. ○ Галлий арсенид (GaAs): Для GaAs уменьшение ширины запрещенной зоны также наблюдается при увеличении температуры. При комнатной температуре ширина запрещенной зоны составляет около 1.42 эВ, и она уменьшается с повышением температуры. <p>Таким образом, энергия запрещенной зоны полупроводников уменьшается с увеличением температуры, что оказывает влияние на их электрические и оптические свойства. Это важно учитывать при разработке и эксплуатации полупроводниковых устройств для обеспечения их надежной работы в широком диапазоне температур.</p>	
48	<p>Опишите процесс установления устойчивого динамического равновесия для р-п перехода <i>(Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа)</i></p> <p>Устойчивое динамическое равновесие в р-п переходе устанавливается благодаря балансу между двумя основными процессами: диффузией носителей заряда через переход и дрейфом носителей под действием внутреннего электрического поля.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В полупроводниковом кристалле р-типа содержатся избыток дырок, а в n-типа – избыток электронов. В месте контакта (переходе) эти носители начинают диффундировать: дырки из р-области стремятся проникнуть в n-область, а электроны из n-области – в р-область. 2. В результате диффузии электроны покидают n-область, оставляя за собой неподвижные положительные ионы доноров. Аналогично, дырки, уходя из р-области, оставляют отрицательные ионы акцепторов. Это формирует область пространственного заряда с внутренним электрическим полем, направленным против диффузии. 3. По мере роста внутреннего поля, оно начинает препятствовать дальнейшей диффузии носителей заряда. В конечном итоге достигается состояние, при котором поток носителей, вызванный диффузией, уравновешивается потоком, вызванным дрейфом под действием электрического поля. 	ОПК-3.У.1
49	<p>Охарактеризуйте режимы работы биполярного транзистора. <i>(Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа)</i></p>	ПК-3.3.1

	<p>Биполярный транзистор может работать в различных режимах в зависимости от состояния его р-п переходов (эмиттерного и коллекторного). Вот основные режимы работы:</p> <p>1. Активный (усилительный) режим:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Состояние переходов: Эмиттерный переход смещён в прямом направлении, коллекторный – в обратном. • Назначение: Используется для усиления сигналов. В этом режиме малые изменения входного тока (тока базы) приводят к значительным изменениям выходного тока (тока коллектора). • Особенности: Этот режим наиболее часто используется в схемах усилителей. <p>2. Режим насыщения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Состояние переходов: Оба перехода (эмиттерный и коллекторный) смещены в прямом направлении. • Назначение: Транзистор полностью открыт, его сопротивление минимально, и он пропускает максимальный ток. • Особенности: Режим применяется в ключевых схемах, когда транзистор работает как замкнутый ключ (включено). <p>3. Режим отсечки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Состояние переходов: Оба перехода смещены в обратном направлении. • Назначение: Транзистор полностью закрыт, ток через него практически не проходит. • Особенности: Используется в ключевых схемах, когда транзистор работает как разомкнутый ключ (выключено). <p>4. Инверсный активный режим (редко используется):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Состояние переходов: Коллекторный переход смещён в прямом направлении, а эмиттерный – в обратном. • Назначение: Редко применяется, так как характеристики транзистора в этом режиме значительно хуже по сравнению с активным режимом. • Особенности: Поток носителей заряда осуществляется в обратном направлении. 	
50	<p>Охарактеризуйте схемы включения биполярного транзистора. <i>(Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа)</i></p> <p>Существуют три основные схемы включения биполярного транзистора: с общей базой (СОБ), с общим эмиттером (СОЭ) и с общим коллектором (СОК). Каждая из них обладает уникальными характеристиками, определяющими их область применения:</p> <p>1. Схема с общей базой (СОБ):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Характеристика: База является общей точкой для входной и выходной цепей. • Входное сопротивление: Низкое. • Выходное сопротивление: Высокое. 	ОПК-1.У.1

	<ul style="list-style-type: none"> • Усиление: Имеет высокий коэффициент усиления по напряжению, но не усиливает ток. • Применение: Используется в высокочастотных схемах и в устройствах с малым входным сопротивлением. <p>2. Схема с общим эмиттером (СОЭ):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Характеристика: Эмиттер является общей точкой для входной и выходной цепей. • Входное сопротивление: Среднее. • Выходное сопротивление: Среднее. • Усиление: Обеспечивает усиление как по току, так и по напряжению, что делает её наиболее универсальной схемой. • Применение: Широко используется в усилителях благодаря высокому коэффициенту усиления мощности. <p>3. Схема с общим коллектором (СОК):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Характеристика: Коллектор является общей точкой для входной и выходной цепей. • Входное сопротивление: Высокое. • Выходное сопротивление: Низкое. • Усиление: Усиливает ток, но не напряжение (коэффициент усиления напряжения ≈ 1). • Применение 	
51	<p>Установите соответствие между типами полупроводников и их характеристиками: <i>(Вопрос на установление соответствия)</i></p> <p>Типы полупроводников:</p> <p>А. Чистый полупроводник В. Полупроводник р-типа С. Полупроводник n-типа</p> <p>Характеристики:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Создаётся при добавлении донорных примесей 2. Создаётся при добавлении акцепторных примесей 3. Имеет равное количество электронов и дырок <p>Правильное соответствие: А-3, В-2, С-1</p>	ОПК-3.У.1
52	<p>Установите соответствие между компонентами транзистора и их функциями: <i>(Вопрос на установление соответствия)</i></p> <p>Компоненты:</p> <p>А. Эмиттер В. База С. Коллектор</p> <p>Функции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Испускает электроны или дырки 2. Управляет током между эмиттером и коллектором 3. Собиратель электронов или дырок <p>Правильное соответствие: А-1, В-2, С-3</p>	ПК-3.3.1
53	<p>Установите соответствие между типами соединений и их назначением:</p>	ОПК-1.У.1

	<p>(Вопрос на установление соответствия)</p> <p>Типы соединений:</p> <ul style="list-style-type: none"> А. Р-N переход В. Шоттки С. Гетеропереход <p>Назначение:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Для снижения падения напряжения 2. Основное соединение в полупроводниках 3. Соединение различных материалов <p>Правильное соответствие: А-2, В-1, С-3</p>	
54	<p>Установите соответствие между зонами полупроводника и их свойствами:</p> <p>(Вопрос на установление соответствия)</p> <p>Зоны:</p> <ul style="list-style-type: none"> А. Зона проводимости В. Запрещённая зона С. Валентная зона <p>Свойства:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Содержит электроны, способные проводить ток 2. Промежуток между уровнями энергии 3. Содержит электроны, связанные с атомами <p>Правильное соответствие: А-1, В-2, С-3</p>	ОПК-3.У.1
55	<p>Установите соответствие между методами легирования и их результатами:</p> <p>(Вопрос на установление соответствия)</p> <p>Методы:</p> <ul style="list-style-type: none"> А. Добавление доноров В. Добавление акцепторов С. Отсутствие примесей <p>Результаты:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Полупроводник n-типа 2. Полупроводник р-типа 3. Чистый полупроводник <p>Правильное соответствие: А-1, В-2, С-3</p>	ПК-3.3.1
56	<p>Установите соответствие между механизмами полупроводников и их физическими явлениями:</p> <p>(Вопрос на установление соответствия)</p> <p>Механизмы:</p> <ul style="list-style-type: none"> А. Электропроводность В. Генерация С. Рекомбинация <p>Явления:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Перемещение носителей заряда 2. Образование пар "электрон-дырка" 3. Слияние носителей заряда <p>Правильное соответствие: А-1, В-2, С-3</p>	ОПК-1.У.1

57	<p>Установите соответствие между типами диодов и их функциями: (Вопрос на установление соответствия)</p> <p>Диоды:</p> <p>А. Варикап В. Светодиод С. Стабилитрон</p> <p>Функции:</p> <p>1. Регулирует частоту в схемах 2. Излучает свет 3. Стабилизирует напряжение</p> <p>Правильное соответствие: А-1, В-2, С-3</p>	ОПК-3.У.1
----	---	-----------

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Лекции;
- Демонстрация промышленных образцов полупроводниковых приборов;
- Демонстрация электрических схем включения полупроводниковых приборов.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Исследование характеристик полупроводниковых приборов. Лабораторная работа выполняется бригадой из двух-трех студентов на универсальных измерительных стендах. Проведение исследований осуществляется в соответствии с заданием и в указанной последовательности. Результаты измерений заносятся в протокол испытаний, который по окончании исследований должен быть представлен для проверки преподавателю.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать: наименование и цель работы; схемы измерений; таблицы измеренных данных; графики характеристик исследуемых объектов; рассчитанные значения параметров исследуемых объектов; краткие выводы. Отчет выполняется на белой бумаге формата 297 x 210 кв. мм.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Образец оформления титульного листа приведен на сайте: <https://guap.ru/standart/> Графики строятся на отдельных листах формата отчета. Иллюстрации малых размеров размещаются на одном листе. Все графики и рисунки должны иметь нумерацию и поясняющие подписи с указанием типа исследуемого объекта. Принципиальные схемы вычерчиваются в соответствии с требованиями ЕСКД.

1. Абрамов, А. П. Электроника. Методические указания к выполнению лабораторных работ по исследованию полевых транзисторов / А. П. Абрамов, В. В. Опарин. СПб: ГУАП, 2009. – 42 с.: ил.
2. Абрамов, А. П. Электроника. Методические указания к выполнению лабораторных работ по исследованию полупроводниковых диодов/ А. П. Абрамов, В. В. Опарин. СПб: ГУАП, 2008. – 41 с.: ил.
3. Абрамов, А. П. Основы полупроводниковой электроники. Методические указания к выполнению лабораторных работ./ А. П. Абрамов. СПб: ГУАП, 2020. – 54 с.: ил.
4. Абрамов, А. П. Биполярные и полевые транзисторы. Методические указания к выполнению лабораторных работ./ А. П. Абрамов, В. Г. Нефедов, А. С. Параскун. СПб: ГУАП, 2020. – 30 с.: ил.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».
- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой