

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)

Е.В. Силяков
(инициалы, фамилия)

(подпись)

«24» июня 2024 г

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

«24» июня 2024 г, протокол № 10/24

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)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроника»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.05.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиоэлектронные системы и комплексы
Наименование направленности	Радиоэлектронные системы передачи информации
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Аннотация

Дисциплина «Электроника» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» направленности «Радиоэлектронные системы передачи информации». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-2 «Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения»

ОПК-3 «Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий»

ОПК-6 «Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ»

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 дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 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. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.2. 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-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения	ОПК-2.У.1 уметь применять методы решения задач профессиональной деятельности с применением соответствующего физико-математического аппарата
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом	ОПК-3.3.1 знать методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования

	оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ	ОПК-6.В.1 владеть способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика-1 (Аналитическая геометрия и линейная алгебра)»,
- «Математика-1 (Математический анализ)»,
- «Физика»,
- «Химия».

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

- «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)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
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)		
Самостоятельная работа, всего (час)	40	40
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

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.					8
Тема 1.1. Физические основы полупроводниковых приборов.	5		5		
Тема 1.2. Контактные явления.	5		5		
Раздел 2. Полупроводниковые приборы.					10
Тема 2.1. Полупроводниковые диоды.	6		6		
Раздел 3. Полупроводниковые приборы.					14
Тема 3.1. Полевые транзисторы.	6		6		
Тема 3.2. Биполярные транзисторы.	6		6		
Раздел 4. Оптоэлектроника.					8
Тема 4.1. Фотоэлектрические и излучательные приборы.	6		6		
Итого в семестре:	34		34		40
Итого	34	0	34	0	40

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	Элементы физики твердого тела.

	<p>1.1. Физические основы полупроводниковых приборов.</p> <p>Основные понятия зонной теории полупроводников. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Вырожденные и невырожденные полупроводники. 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>
<p>Раздел 2</p>	<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>
<p>Раздел 3</p>	<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</p>

	<p>изолированным затвором (МОП- или МДП-транзисторы), их принцип действия, характеристики и параметры. Особенности мощных МДП-транзисторов. Область применения полевых транзисторов.</p> <p style="text-align: center;">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. Параметра транзисторов в импульсном режиме. Транзисторный ключ, построенный по схеме с общим эмиттером. Предельно допустимые параметры транзистора.</p>
Раздел 4	<p style="text-align: center;">Оптоэлектроника.</p> <p style="text-align: center;">4.1. Фотоэлектрические и излучательные приборы.</p> <p>Фоторезисторы, их конструкция, характеристики и параметры. Физические процессы в р-п-переходе при</p>

	воздействию света. Фото ЭДС. Фотогальванические элементы. Фотодиоды, основные режимы их работы. Характеристики и параметры фотодиодов. Основные типы фотодиодов. Фототранзисторы: принцип действия, характеристики, параметры. Области применения 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	3		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	5		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)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	40	40

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.

б. 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 : Высш. 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 таблице 12.

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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов к экзамену; 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
	Учебным планом не предусмотрено	

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
1	Полупроводники с собственной электропроводностью.	ОПК-2.У.1
2	Полупроводники с электронной электропроводностью	ОПК-3.3.1
3	Полупроводники с дырочной электропроводностью.	ОПК-6.В.1

4	Дрейфовый и диффузионный ток в полупроводниках.	ОПК-2.У.1
5	Электронно-дырочный переход в состоянии равновесия.	ОПК-3.3.1
6	Прямое и обратное включение р-п-перехода.	ОПК-6.В.1
7	Теоретическая и реальная вольтамперная характеристика р-п-перехода.	ОПК-2.У.1
8	Виды пробоев р-п-перехода и их особенности.	ОПК-3.3.1
9	Емкости р-п-перехода.	ОПК-6.В.1
10	Выпрямительные диоды.	ОПК-2.У.1
11	Однополупериодный выпрямитель – принцип его действия.	ОПК-3.3.1
12	Влияние температуры на вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов.	ОПК-6.В.1
13	Графический метод определения параметров рабочего режима полупроводниковых диодов.	ОПК-2.У.1
14	Полупроводниковые стабилитроны, специальные параметры полупроводниковых стабилитронов.	ОПК-3.3.1
15	Анализ работы полупроводникового стабилизатора напряжения с помощью линии нагрузки.	ОПК-6.В.1
16	Варикапы, схемы включения в электрическую цепь, эквивалентная схема варикапа и его основные параметры.	ОПК-2.У.1
17	Туннельные диоды, основные параметры туннельных диодов, анализ вольт-амперной характеристики туннельного диода с помощью энергетических диаграмм.	ОПК-3.3.1
18	Структура полевого транзистора с управляющим р-п переходом и принцип его работы.	ОПК-6.В.1
19	Электрические схемы включения полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и их особенности.	ОПК-2.У.1
20	Семейство стоково-затворных характеристик полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и их особенности.	ОПК-3.3.1
21	Семейство выходных характеристик полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и их особенности.	ОПК-6.В.1
22	Зависимость конфигурации «канала» полевых транзисторов с управляющим р-п переходом от изменения напряжения «сток-исток» при постоянном напряжении «затвор-исток».	ОПК-2.У.1
23	Графический способ построения стоково-затворных характеристик по выходным характеристикам полевых транзисторов с управляющим р-п переходом.	ОПК-3.3.1
24	Структура МДП полевого транзистора с «индуцированным» каналом и принцип его работы.	ОПК-6.В.1
25	Электрические схемы включения МДП полевых транзисторов с «индуцированным» каналом и их особенности.	ОПК-2.У.1
26	Семейство стоково-затворных характеристик МДП полевых транзисторов с «индуцированным» каналом и их особенности.	ОПК-3.3.1

27	Семейство выходных характеристик МДП полевых транзисторов с «индуцированным» каналом и их особенности.	ОПК-6.В.1
28	Структура МДП полевого транзистора со «встроенным» каналом и принцип его работы.	ОПК-2.У.1
29	Электрические схемы включения МДП полевых транзисторов со «встроенным» каналом и их особенности.	ОПК-3.3.1
30	Семейство стоково-затворных характеристик МДП полевых транзисторов со «встроенным» каналом и их особенности.	ОПК-6.В.1
31	Семейство выходных характеристик МДП полевых транзисторов со «встроенным» каналом и их особенности.	ОПК-2.У.1
32	Дифференциальные или малосигнальные параметры полевых транзисторов.	ОПК-3.3.1
33	Работа полевых транзисторов в динамическом режиме.	ОПК-6.В.1
34	Отличие определения дифференциальных параметров в динамическом режиме от их определения в статическом режиме.	ОПК-2.У.1
35	Устройство и конструктивные особенности биполярных транзисторов.	ОПК-3.3.1
36	Электрические схемы включения биполярных транзисторов и их особенности.	ОПК-6.В.1
37	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, в режимах «отсечки» и «насыщения».	ОПК-2.У.1
38	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, в «активном» режиме.	ОПК-3.3.1
39	Семейство статических входных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, и их особенности.	ОПК-6.В.1
40	Семейство статических выходных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, и их особенности.	ОПК-2.У.1
41	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, в режимах «отсечки» и «насыщения».	ОПК-3.3.1
42	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, в «активном» режиме.	ОПК-6.В.1
43	Семейство статических входных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, и их особенности.	ОПК-2.У.1
44	Семейство статических выходных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, и их особенности.	ОПК-3.3.1
45	Схема включения биполярного транзистора с общим коллектором в «активном» режиме и ее особенности.	ОПК-6.В.1
46	Система H параметров биполярных транзисторов.	ОПК-2.У.1
47	Фототранзистор, устройство и принцип действия.	ОПК-3.3.1

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	Соппротивление полупроводника при повышении температуры <ul style="list-style-type: none"> • Увеличивается • Уменьшается • Практически не изменяется 	ОПК-2.У.1
2	У каких веществ на энергетической диаграмме валентная зона примыкает к зоне проводимости? <ul style="list-style-type: none"> • Проводники • Диэлектрики • Полупроводники 	ОПК-3.3.1
3	Уровень Ферми — это <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-6.В.1
4	Новые энергетические уровни в кристаллах полупроводников могут образовываться <p><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 	ОПК-2.У.1

5	<p>Выберите правильное утверждение</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 • 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. 	ОПК-3.3.1
6	<p>Какова причина легирования исходных полупроводников примесями?</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-6.В.1
7	<p>В качестве примесей используют</p> <p><i>Выберите один или несколько ответов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Пятивалентные элементы • Двухвалентные элементы • Четырехвалентные элементы • Трехвалентные элементы 	ОПК-2.У.1
8	<p>Выберите один или несколько ответов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • В полупроводнике п-типа примесная зона размещена рядом с зоной проводимости • В полупроводнике п-типа примесная зона может перекрываться с валентной зоной • В полупроводнике п-типа примесная зона размещена рядом с валентной зоной • В полупроводнике п-типа примесная зона может перекрываться с зоной проводимости 	ОПК-3.3.1
9	<p>Выберите правильное утверждение</p>	ОПК-6.В.1

	<p><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 	
10	<p>Необратимым типом пробоя полупроводникового диода является</p> <ul style="list-style-type: none"> • Электрический пробой • Тепловой пробой • Туннельный пробой 	ОПК-2.У.1
11	<p>Какой полупроводниковый прибор используется для преобразования переменного тока в постоянный?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Транзистор • Диод • Фотодиод • Тиристор 	ОПК-3.3.1
12	<p>Как называются выводы биполярного транзистора?</p> <ul style="list-style-type: none"> • База, коллектор, эмиттер • Сетка, катод, анод • Затвор, исток, сток • Затвор, коллектор, эмиттер • База, катод, анод 	ОПК-6.В.1
13	<p>Что такое инжекция и экстракция?</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 — 	ОПК-2.У.1

	извлечение основных носителей для данной области под действием обратного напряжения	
14	<p>Какое требование предъявляется к ширине базы биполярного транзистора?</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 • Она должна быть равна меньшему из значений диффузионной длины и длины волны электрона • Все ответы неверны 	ОПК-3.3.1
15	<p>Какую функциональную связь выражают статическими характеристиками биполярных транзисторов?</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-6.В.1
16	<p>Какую схему включения биполярного транзистора также называют «эмиттерным повторителем»?</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-2.У.1
17	<p>Какая схема включения биполярного транзистора одновременно дает усиление как по току так и по напряжению?</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-3.3.1
18	<p>Какая схема включения биполярного транзистора имеет наибольшее входное сопротивление при наименьшем выходном сопротивлении?</p>	ОПК-6.В.1

	<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 	
19	<p>Как определяется дифференциальное сопротивление коллекторного перехода биполярного транзистора?</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 	ОПК-2.У.1
20	<p>Как определяется дифференциальное сопротивление эмиттерного перехода биполярного транзистора?</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 	ОПК-3.3.1
21	<p>Какой транзистор называется полевым?</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-6.В.1

22	<p>Какие выделяют основные параметры полевых транзисторов?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Крутизна характеристики S, входное и выходное сопротивления $R_{вх.}$ и R_{i}, коэффициент усиления u, емкость между затвором и истоком $C_{зи}$ • 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 	ОПК-2.У.1
23	<p>МДП-транзистором со встроенным каналом называется</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; 	ОПК-3.3.1
24	<p>Пороговым напряжением в МДП-транзисторе с индуцированным каналом называется</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-6.В.1
25	<p>Напряжением отсечки полевого транзистора называется</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-2.У.1
26	<p>Стоком полевого транзистора называют</p> <ul style="list-style-type: none"> • Один из выводов транзистора, через который основные носители заряда входят в канал; 	ОПК-3.3.1

	<ul style="list-style-type: none"> • Один из выводов, через который основные носители заряда выходят из канала; • Вывод от управляющего электрода; • Вывод от области, в которой создается канал. 	
27	<p>Истоком полевого транзистора называется</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-6.В.1
28	<p>Затвором полевого транзистора называется</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-2.У.1
29	<p>МДП-транзистором с индуцированным каналом называется</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; 	ОПК-3.3.1
30	<p>Управление током стока в полевом транзисторе с управляющим р—n переходом основано на</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-6.В.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 узловое, 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 обучающимся 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