

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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель направления

\_\_\_\_\_  
д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
А.Ф. Крячко

(инициалы, фамилия)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

«23» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроника»  
(Наименование дисциплины)


Код направления подготовки/ специальности	25.05.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования
Наименование направленности	Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов
Форма обучения	заочная

Санкт-Петербург – 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

  
(подпись, дата)  
20.06.21

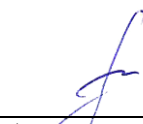
А.С. Параскун  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«17» мая 2021 г, протокол № 9/21

Заведующий кафедрой № 23


д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)  
20.06.21

А.Р. Бестугин  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 25.05.03(01)

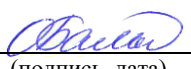
доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)  
20.06.21

М.Е. Невейкин  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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

  
(подпись, дата)  
20.06.21

О.Л. Балышева  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Электроника» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» направленности «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики»

ОПК-5 «Способен проводить измерения и инструментальный контроль, проводить обработку результатов и оценивать погрешности»

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 студента, консультации.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

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.

В области воспитания личности целью подготовки по данной дисциплине является формирование социально-личностных и общекультурных компетенций, таких качеств, как целеустремленность, организованность, трудолюбие, ответственность, гражданственность, коммуникативность и др.

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 использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики	ОПК-1.3.7 знать основы квантовой физики и физики твёрдого тела ОПК-1.У.1 уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-1.У.10 уметь строить и изучать математические модели конкретных явлений и процессов для решения расчетных и исследовательских задач; определять возможности применения теоретических положений и методов дисциплины для постановки и решения конкретных прикладных задач; решать основные задачи на вычисление пределов функций, дифференцирования и интегрирования, на разложение функции в ряды ОПК-1.У.5 уметь применять основные законы физики при решении практических задач

		<p>ОПК-1.У.7 уметь применять основные приемы обработки экспериментальных данных</p> <p>ОПК-1.В.1 владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач</p> <p>ОПК-1.В.4 владеть навыками организации и проведения эксперимента</p>
Общепрофессиональные компетенции	<p>ОПК-5 Способен проводить измерения и инструментальный контроль, проводить обработку результатов и оценивать погрешности</p>	<p>ОПК-5.У.1 уметь выбирать и использовать соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений</p> <p>ОПК-5.У.2 уметь обрабатывать и представлять полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов</p> <p>ОПК-5.В.1 владеть методами экспериментального определения параметров, характеристик радиоэлектронных систем</p> <p>ОПК-5.В.2 владеть методами обработки результатов измерений</p>

## 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)»,
- «Химия»,
- «Физика»,
- «Экология»,
- «Информатика»,
- «Инженерная и компьютерная графика»,
- «Безопасность жизнедеятельности».

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

- «Электропреобразовательные устройства»,
- «Цифровая обработка сигналов»,
- «Теория электрических цепей».

## 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	12	12
в том числе:		
лекции (Л), (час)	6	6
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	6	6
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	123	123
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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.					31
Тема 1.1. Физические основы полупроводниковых приборов.	1				
Тема 1.2. Контактные явления.	1		1		
Раздел 2. Полупроводниковые приборы.					31
Тема 2.1. Полупроводниковые диоды.	1		1		
Раздел 3. Полупроводниковые приборы.					41
Тема 3.1. Полевые транзисторы.	1		2		
Тема 3.2. Биполярные транзисторы.	1		2		
Раздел 4. Оптоэлектроника.					20
Тема 4.1. Фотоэлектрические и излучательные приборы.	1				
Итого в семестре:	6		6		123
Итого	6	0	6	0	123

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
<p align="center"><b>Раздел 1</b></p>	<p align="center"><b>Элементы физики твердого тела.</b></p> <p align="center">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 align="center">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 align="center"><b>Раздел 2</b></p>	<p align="center"><b>Полупроводниковые приборы.</b></p> <p align="center">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 align="center"><b>Раздел 3</b></p>	<p align="center"><b>Полупроводниковые приборы.</b></p> <p align="center">3.1. Полевые транзисторы.</p> <p>Полевые транзисторы с затвором в виде р-п-перехода. Их устройство, принцип действия, схемы включения,</p>

	<p>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 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. Параметра, 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>
<b>Раздел 4</b>	<b>Оптоэлектроника.</b>



	<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 различных типов полупроводниковых фотоэлектрических приборов. Излучающие полупроводниковые приборы и их применение.</p>
--	---

#### 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	1		1
2	Исследование выпрямительных диодов	1		2
3	Исследование полевых транзисторов с управляемым (р-п) переходом	1		3
4	Исследование полевых транзисторов с изолированным затвором	1		3
5	Исследование биполярных транзисторов, включенных по схеме с общей базой	1		3
6	Исследование биполярных транзисторов, включенных по схеме с общим эмиттером	1		3
Всего		6		

#### 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)	90	90
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	20	20
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	13	13
Всего:	123	123

#### 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	<b>Булычев, Анатолий Леонидович.</b> Электронные приборы: учебное пособие / А Л. Булычев, В. А. Прохоренко. - Минск : Высш. шк., 1987. - 315 с.	3
621.315.5/.61 ПЗО	<b>Петров, К. С.</b> Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: учебное пособие / К. С. Петров. - СПб.: ПИТЕР, 2006. - 522 с. <b>ISBN 5-94723-378-9</b>	4

621.38 Ш65	<b>Шишкин, Г. Г.</b> 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
------------------------------	----------------------------

Экзамен	Список вопросов к экзамену
---------	----------------------------

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

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-1.3.7
2	Полупроводники с электронной электропроводностью	ОПК-1.У.1
3	Полупроводники с дырочной электропроводностью.	ОПК-1.У.10

4	Дрейфовый и диффузионный ток в полупроводниках.	ОПК-1.У.5
5	Электронно-дырочный переход в состоянии равновесия.	ОПК-1.У.7
6	Прямое и обратное включение р-п-перехода.	ОПК-1.В.1
7	Теоретическая и реальная вольтамперная характеристика р-п-перехода.	ОПК-1.В.4
8	Виды пробоев р-п-перехода и их особенности.	ОПК-5.У.1
9	Емкости р-п-перехода.	ОПК-5.У.2
10	Выпрямительные диоды.	ОПК-5.В.1
11	Однополупериодный выпрямитель – принцип его действия.	ОПК-5.В.2
12	Влияние температуры на вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов.	ОПК-1.3.7
13	Графический метод определения параметров рабочего режима полупроводниковых диодов.	ОПК-1.У.1
14	Полупроводниковые стабилитроны, специальные параметры полупроводниковых стабилитронов.	ОПК-1.У.10
15	Анализ работы полупроводникового стабилизатора напряжения с помощью линии нагрузки.	ОПК-1.У.5
16	Варикапы, схемы включения в электрическую цепь, эквивалентная схема варикапа и его основные параметры.	ОПК-1.У.7
17	Туннельные диоды, основные параметры туннельных диодов, анализ вольт-амперной характеристики туннельного диода с помощью энергетических диаграмм.	ОПК-1.В.1
18	Структура полевого транзистора с управляющим р-п переходом и принцип его работы.	ОПК-1.В.4
19	Электрические схемы включения полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и их особенности.	ОПК-5.У.1
20	Семейство стоково-затворных характеристик полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и их особенности.	ОПК-5.У.2
21	Семейство выходных характеристик полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и их особенности.	ОПК-5.В.1
22	Зависимость конфигурации «канала» полевых транзисторов с управляющим р-п переходом от изменения напряжения «сток-исток» при постоянном напряжении «затвор-исток».	ОПК-5.В.2
23	Графический способ построения стоково-затворных характеристик по выходным характеристикам полевых транзисторов с управляющим р-п переходом.	ОПК-1.3.7
24	Структура МДП полевого транзистора с «индуцированным» каналом и принцип его работы.	ОПК-1.У.1
25	Электрические схемы включения МДП полевых транзисторов с «индуцированным» каналом и их особенности.	ОПК-1.У.10
26	Семейство стоково-затворных характеристик МДП полевых транзисторов с «индуцированным» каналом и их особенности.	ОПК-1.У.5
27	Семейство выходных характеристик МДП полевых транзисторов с «индуцированным» каналом и их особенности.	ОПК-1.У.7
28	Структура МДП полевого транзистора со «встроенным» каналом и принцип его работы.	ОПК-1.В.1

29	Электрические схемы включения МДП полевых транзисторов со «встроенным» каналом и их особенности.	ОПК-1.В.4
30	Семейство стоково-затворных характеристик МДП полевых транзисторов со «встроенным» каналом и их особенности.	ОПК-5.У.1
31	Семейство выходных характеристик МДП полевых транзисторов со «встроенным» каналом и их особенности.	ОПК-5.У.2
32	Дифференциальные или малосигнальные параметры полевых транзисторов.	ОПК-5.В.1
33	Работа полевых транзисторов в динамическом режиме.	ОПК-5.В.2
34	Отличие определения дифференциальных параметров в динамическом режиме от их определения в статическом режиме.	ОПК-1.3.7
35	Устройство и конструктивные особенности биполярных транзисторов.	ОПК-1.У.1
36	Электрические схемы включения биполярных транзисторов и их особенности.	ОПК-1.У.10
37	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, в режимах «отсечки» и «насыщения».	ОПК-1.У.5
38	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, в «активном» режиме.	ОПК-1.У.7
39	Семейство статических входных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, и их особенности.	ОПК-1.В.1
40	Семейство статических выходных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой, и их особенности.	ОПК-1.В.4
41	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, в режимах «отсечки» и «насыщения».	ОПК-5.У.1
42	Работа биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, в «активном» режиме.	ОПК-5.У.2
43	Семейство статических входных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, и их особенности.	ОПК-5.В.1
44	Семейство статических выходных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, и их особенности.	ОПК-5.В.2
45	Схема включения биполярного транзистора с общим коллектором в «активном» режиме и ее особенности.	ОПК-1.3.7
46	Система <b>Н</b> параметров биполярных транзисторов.	ОПК-1.У.1
47	Фототранзистор, устройство и принцип действия.	ОПК-1.У.10

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

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ

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, приходиться 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 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. Транзисторы. Методические указания к выполнению лабораторных работ по исследованию усилительных каскадов на биполярном и полевом транзисторах / А. П. Абрамов, В. Г. Нефедов, А. С. Параскун. СПб.: ГУАП, 2020. – 37 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.



### 11.3. 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).

### 11.4. 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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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