


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
Декан
физико-математического
факультета
Н.Б. Федорова
«30» августа 2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕКТРОНИКА И СХЕМОТЕХНИКА

Уровень основной образовательной программы: бакалавриат

Направление подготовки: 16.03.01 Техническая физика

Профиль: Физическая электроника

Форма обучения: очная

Сроки освоения ОПОП: 4 года (нормативный)

Факультет: физико-математический

Кафедра: общей и теоретической физики и МПФ

Рязань, 2019

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью освоения учебной дисциплины **Электроника и схемотехника** является формирование у бакалавров представлений о физических принципах действия современных электронных приборов, их характеристиках и методах исследования, особенностях схемотехнического применения, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Учебная дисциплина **Электроника и схемотехника** относится к Блоку 1, циклу **Б.1.Б.11. Базовая часть**.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Теоретическая физика;
Информационные технологии;
Физика электронных и ионных процессов.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Микро- и нанoeлектроника;
Особо чистые материалы для электроники;
Физика тонкопленочных покрытий;
Специальные вопросы нанотехнологии;
Практикум по микро- и нанoeлектронике;
Физика наноразмерных структур;
Физика структур пониженной размерности;
Государственный экзамен.

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) (общепрофессиональных- ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер / индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1.	ОПК-3	способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности;	Основные законы физики, лежащие в основе принципа действия современных электронных приборов	Анализировать основные характеристики современных электронных приборов.	Навыками применения теоретических и экспериментальных методов исследования процессов, протекающих в современных электронных приборах.
2.	ОПК-8	способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного	Основные методы исследования, изготовления и применения современных электронных приборов.	Анализировать особенности применения современных электронных приборов в радиоэлектронном оборудовании.	Навыками исследования характеристик современных электронных приборов, а также навыками их схемотехнического применения.

		назначения и работать на ней;			
3.	ПК-1	готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов;	Основные принципы создания радиоэлектронной аппаратуры с использованием современных электронных приборов.	Корректно обосновать выбор современных электронных приборов для создания радиоэлектронной аппаратуры на основе предъявленных требований.	Навыками разработки узлов радиоэлектронной аппаратуры с использованием современных электронных приборов.

2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Электроника и схемотехника					
Цель дисциплины	Целью освоения учебной дисциплины Электроника и схемотехника является формирование у бакалавров представлений о физических принципах действия современных электронных приборов, их характеристиках и методах исследования, особенностях схемотехнического применения, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общепрофессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-3	способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной	Знать: основные законы физики, лежащие в основе принципа действия современных электронных приборов Уметь: анализировать основные	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации	Защита лабораторных работ, экзамен.	Пороговый: Знает основные законы физики, лежащие в основе принципа действия современных электронных

	<p>области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности;</p>	<p>характеристики современных электронных приборов. Владеть: навыками применения теоретических и экспериментальных методов исследования процессов, протекающих в современных электронных приборах.</p>	<p>самостоятельной работы.</p>		<p>приборов. Способен анализировать основные характеристики современных электронных приборов. Повышенный: Владеет навыками применения теоретических и экспериментальных методов исследования процессов, протекающих в современных электронных приборах.</p>
ОПК-8	<p>способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней;</p>	<p>Знать: основные методы исследования, изготовления и применения современных электронных приборов. Уметь: анализировать особенности применения современных электронных приборов в радиоэлектронном</p>	<p>Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.</p>	<p>Защита лабораторных работ, экзамен.</p>	<p>Пороговый: Знает основные методы исследования, изготовления и применения современных электронных приборов. Способен анализировать особенности применения</p>

		оборудовании. Владеть: навыками исследования характеристик современных электронных приборов, а также навыками их схемотехнического применения.			современных электронных приборов в радиоэлектронном оборудовании. Повышенный: Владеет навыками исследования характеристик современных электронных приборов, а также навыками их схемотехнического применения.
Профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВАНИЕ				
ПК-1	готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов;	Знать: основные принципы создания радиоэлектронной аппаратуры с использованием современных электронных приборов. Уметь: корректно обосновать выбор современных	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, экзамен.	Пороговый: Знает основные принципы создания радиоэлектронной аппаратуры с использованием современных электронных приборов. Способен обосновать

		<p>электронных приборов для создания радиоэлектронной аппаратуры на основе предъявленных требований.</p> <p>Владеть: навыками разработки узлов радиоэлектронной аппаратуры с использованием современных электронных приборов.</p>			<p>выбор современных электронных приборов для создания радиоэлектронной аппаратуры на основе предъявленных требований.</p> <p>Повышенный: Владеет навыками разработки узлов радиоэлектронной аппаратуры с использованием современных электронных приборов.</p>
--	--	--	--	--	---

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		№ 3	№ 4
		часов	часов
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	108	54	54
В том числе:			
Лекции (Л)	54	18	36
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)	54	36	18
Самостоятельная работа студента (всего)	180	54	126
В том числе			
<i>СРС в семестре:</i>			
Курсовая работа	КП		
	КР	+	+
<i>Другие виды СРС:</i>			
Изучение литературы	34	2	32
Изучение Интернет-ресурсов	12		12
Подготовка тематических обзоров	20	2	18
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	80	44	36
Подготовка курсовой работы	22		22
Подготовка к экзамену	12	6	6
<i>СРС в период сессии</i>			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),		
	экзамен (Э)	72	36
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	360	144
	зач. ед.	10	6

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
3	1	Введение	Электроника и микроэлектроника. Основные тенденции развития микроэлектроники. Электронные приборы. Классификация. Система характеристик. Особенности схемотехнического применения.
	2	Процессы в полупроводниках	Общие определения. Классификация полупроводниковых материалов. Элементы зонной теории. Проводимость полупроводников. Статистика носителей заряда. Подвижность носителей заряда. Температурная зависимость проводимости. Уравнение непрерывности. Уравнение Пуассона. Дебаевская длина экранирования. Токи в полупроводниках. Фотопроводимость. Поглощение света в полупроводниках. Глубокие уровни. Статистика Шокли-Рида-Холла.
	3	Диод с полупроводниковым р-п-переходом.	Общие определения. Зонные диаграммы р-п-перехода. Распределение концентрации носителей заряда в диоде с р-п-переходом. Распределение электрического поля и потенциала в диоде с р-п-переходом. Вольт-амперная характеристика идеального р-п-перехода. Механизмы транспорта носителей заряда в реальном р-п-переходе. Вольт-амперная характеристика р-п-перехода реального диода при обратном смещении. Пробой р-п-перехода. Емкость р-п-перехода. Переходные процессы. Шумовые характеристики.
	4	Полупроводниковые гетеропереходы	Общие определения. Классификация гетеропереходов. Особенности зонной структуры гетероперехода. Принцип подбора гетеропары. Поверхностные состояния. Модели вольт-амперной характеристики гетероперехода (модель Андерсона, эмиссионная, эмиссионно-рекомбинационная, туннельная, туннельно-рекомбинационная). Емкость гетероперехода. Эффект односторонней инжекции, суперинжекция, электронное и оптическое ограничение в гетеропереходе.

			Электронные приборы на основе гетероперехода. Эффекты с двумерным электронным газом в гетеропереходе.
	5	Диод Шоттки	Общие определения. Барьер Шоттки. Зонные диаграммы. Распределение пространственного заряда, электрического поля и потенциала в диоде Шоттки. Вольт-амперная характеристика диода Шоттки. Механизмы транспорта носителей заряда в диодах Шоттки. Толщина ОПЗ и емкость диода Шоттки. Быстродействие диодов Шоттки.
	6	Применение диодов	Классификация полупроводниковых диодов. Система характеристик диодов. Сравнительный анализ диодов различных типов. Выпрямление переменного тока. Детектирование. Смесительные диоды. Стабилитроны. Ограничительные и защитные диоды. Варикапы. Особенности применения диодов Шоттки. Диоды СВЧ-диапазона. Фотодиоды.
4	7	Биполярный транзистор	Общие определения. Схемы включения. Режимы работы. Физические процессы в биполярном транзисторе. Система статических характеристик в схеме с общей базой и общим эмиттером. Анализ режимов работы в схемах с общей базой, общим эмиттером и общим коллектором. Эффект Эрли. Эквивалентная схема замещения. Импульсные свойства. Частотные свойства. Особенности применения биполярных транзисторов.
	8	Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом.	Общие определения. Схемы включения. Физические процессы. Статические характеристики. Усилительные свойства. Эквивалентная схема замещения. Импульсные свойства. Частотные свойства. Особенности применения.
	9	Полевой транзистор с управляющим барьером Шоттки	Общие определения. Особенности ПТБШ. Варианты конструкции ПТБШ. Физические процессы. Статические характеристики. Влияние длины канала. Эквивалентная схема замещения. Частотные свойства ПТБШ. Особенности применения ПТБШ.
	10	МДП- структура	Общие представления. Идеальная и реальная МДП-структура. Зонные диаграммы. Режимы работы МДП-структуры. Емкость

		МДП-структуры. Распределение зарядов, напряженности поля и потенциалов. Влияние поверхностных состояний. Дефекты в МДП-структуре.
11	МДП- транзистор	Общие определения. Структура МДП-транзисторов. Рабочие режимы. МДП-транзисторы со встроенным и индуцированным каналом. Статические характеристики. Импульсные характеристики. Схема замещения. Частотные характеристики. Современные варианты конструкции МДП- транзисторов.
12	Применение транзисторов	Классификация современных транзисторов. Сравнительный анализ полевых и биполярных транзисторов. IGBT-транзистор. Работа электронного ключа на биполярном транзисторе. Электронный ключ на полевом транзисторе. Комплементарная схема. Усилитель на биполярном транзисторе. Усилитель на полевом транзисторе. Мостовые схемы на транзисторах. Повторитель напряжения.

2.2. Разделы учебной дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	1	Введение	2			4	6	1-3 неделя
	2	Процессы в полупроводниках	4	8		10	22	4-6 неделя
	3	Диод с полупроводниковым р-п-переходом.	4	8		10	22	7-9 неделя
	4	Полупроводниковые гетеропереходы	4	6		8	18	10-12 неделя
	5	Диод Шоттки	2	6		8	16	13-15 неделя
	6	Применение диодов	2	8		8	18	16-18 неделя
		Подготовка к экзамену (разделы дисциплины № 1-6)				6	6	Экзамен
		ИТОГО за 3 семестр		18	36		54	108
4	7	Биполярный транзистор	8	6		16	30	1,2 неделя
	8	Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом.	6	4		16	26	3,4 неделя
	9	Полевой транзистор с управляющим барьером Шоттки	4			16	20	5 неделя
	10	МДП- структура	4	2		16	22	6-8 неделя
	11	МДП- транзистор	6	2		16	24	9-11 неделя
	12	Применение транзисторов	8	4		18	30	12-14 неделя
		Подготовка курсовой работы				22	22	15-18 неделя
		Подготовка к экзамену (разделы дисциплины № 7-12)				6	6	Экзамен
	ИТОГО за 4 семестр		36	18		126	180	
	ИТОГО		54	54		180	288	

2.3. Лабораторный практикум

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Всего часов
1	2	3	4	5
3	1	Введение		
	2	Процессы в полупроводниках	1. Изучение фотопроводимости полупроводников. 2. Исследование механизмов рекомбинации в полупроводниках. 3. Изучение частотной и фазовой зависимостей фотопроводимости. 4. Исследование поглощения света в полупроводниках.	2 2 2 2
	3	Диод с полупроводниковым р-п-переходом.	5. Изучение вольт-амперной характеристики диода с р-п-переходом. 6. Изучение работы диода с р-п-переходом при освещении. 7. Исследование импульсных и частотных характеристик диода с р-п-переходом. 8. Исследование вольт-фарадных характеристик диода с р-п-переходом.	2 2 2 2
	4	Полупроводниковые гетеропереходы	9. Изучение вольт-амперной характеристики гетероструктуры. 10. Изучение вольт-фарадной характеристики гетероструктуры. 11. Исследование характеристик электролюминесцентной гетероструктуры.	2 2 2
	5	Диод Шоттки	12. Изучение вольт-амперной характеристики диода Шоттки. 13. Изучение вольт-фарадной характеристики диода Шоттки. 14. Измерение высоты барьера Шоттки.	2 2 2
	6	Применение диодов	15. Исследование стабилитрона. 16. Исследование схемы детектирования сигналов. 17. Исследование схемы включения варикапа. 18. Исследование модулятора на полупроводниковых диодах.	2 2 2 2

		ИТОГО в 3 семестре		36
4	7	Биполярный транзистор	1. Изучение работы биполярного транзистора в схеме с общей базой. 2. Изучение работы биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером. 3. Изучение динамических характеристик биполярного транзистора.	2 2 2
	8	Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом.	4. Изучение статических характеристик полевого транзистора с управляющим р-п-переходом. 5. Изучение динамических характеристик полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.	2 2
	9	Полевой транзистор с управляющим барьером Шоттки		
	10	МДП- структура	6. Исследование вольт-фарадной характеристики МДП-структуры.	2
	11	МДП- транзистор	7. Исследование статических характеристик МДП-транзистора.	2
	12	Применение транзисторов	8. Исследование работы ключевой схемы на биполярном транзисторе. 9. Исследование схемы усилителя на биполярном транзисторе.	2 2
			ИТОГО в 3 семестре	
		ИТОГО в 3-4 семестрах		54

2.4. Примерная тематика курсовых работ

Семестр 4

1. Разработка схемы измерения интенсивности слабых световых потоков на основе кремниевого фотодиода.

2. Разработка схемы управления яркостью свечения мощного светодиода на основе широтно-импульсной модуляции.

3. Разработка схемы генератора прямоугольных импульсов с регулируемой длительностью и скважностью на основе интегрального таймера «555».

4. Разработка генератора СВЧ-сигнала на лавинно-пролетном диоде.

5. Проектирование двухтактного усилителя высокой частоты на мощных биполярных транзисторах.

6. Разработка схемы управления шаговым двигателем с применением мощных МДП- транзисторов.

7. Анализ особенностей работы современных мощных МДП- транзисторов в ключевом режиме.

8. Разработка схемы амплитудного детектора высокочастотных сигналов с применением полупроводниковых диодов.

9. Анализ особенностей работы усилителя звуковой частоты А-класса на биполярном транзисторе.
10. Анализ особенностей работы усилителя звуковой частоты D-класса на биполярном транзисторе.
11. Разработка схемы импульсного повышающего DC-DC стабилизатора напряжения на полевом транзисторе.
12. Разработка схемы импульсного понижающего DC-DC стабилизатора напряжения на полевом транзисторе.
13. Анализ работы однопереходного транзистора в ключевой схеме.
14. Разработка схемы коммутатора нагрузки на основе тиристора.
15. Разработка схемы управления коллекторным двигателем с постоянного тока на IGBT- транзисторах.
16. Анализ работы IGBT- транзистора в ключевом режиме.
17. Анализ работы мощной ключевой схемы на основе МДП- транзистора на индуктивную нагрузку.
18. Разработка методики исследования поверхностных состояний в МДП- транзисторе.
19. Разработка методики исследования дефектов в подзатворном диэлектрике МДП- транзистора.
20. Разработка методики исследования поверхностных состояний в гетероструктуре.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
3	1	Введение	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы 2. Написание тематического обзора.	2 2
	2	Процессы в полупроводниках	1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №1. 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №2. 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №3. 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №4.	2 3 2 3
	3	Диод с полупроводниковым р-п-переходом.	1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №5. 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №6. 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №7. 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №8.	2 3 2 3
	4	Полупроводниковые гетеропереходы	1. Подготовка к выполнению лабораторной работы №9. 2. Подготовка к защите лабораторной работы №9. 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №10. 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №11.	2 2 2 2
	5	Диод Шоттки	1. Подготовка к выполнению лабораторной работы №12. 2. Подготовка к защите лабораторной работы №12. 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №13. 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №14.	2 2 2 2

	6	Применение диодов	1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №15. 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №16. 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №17. 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №18.	2 2 2 2
		Подготовка к экзамену (разделы дисциплины № 1-6)	1. Изучение конспектов лекций по разделам №1,2. 2. Изучение конспектов лекций по разделам №3,4. 3. Изучение конспектов лекций по разделам №5,6.	2 2 2
ИТОГО в 3 семестре				54
4	7	Биполярный транзистор	1. Подготовка к выполнению лабораторной работы №1. 2. Подготовка к защите лабораторной работы №1. 3. Подготовка к выполнению лабораторной работы №2. 4. Подготовка к защите лабораторной работы №2. 5. Подготовка к выполнению лабораторной работы №3. 6. Подготовка к защите лабораторной работы №3. 7. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы 8. Написание тематического обзора.	2 2 2 2 2 2 2 2
	8	Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом.	1. Подготовка к выполнению лабораторной работы №4. 2. Подготовка к защите лабораторной работы №4. 3. Подготовка к выполнению лабораторной работы №5. 4. Подготовка к защите лабораторной работы №5. 5. Изучение Интернет-ресурсов. 6. Изучение и конспектирование основной литературы 7. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 8. Написание тематического обзора.	2 2 2 2 2 2 2 2
	9	Полевой	1. Изучение и конспектирование основной	2

	транзистор с управляющим барьером Шоттки	<p>литературы по технологии ПТБШ</p> <p>2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы по технологии ПТБШ</p> <p>3. Изучение Интернет-ресурсов по технологии ПТБШ</p> <p>4. Написание тематического обзора по технологии ПТБШ</p> <p>5. Изучение и конспектирование основной литературы по характеристикам ПТБШ</p> <p>6. Изучение и конспектирование дополнительной литературы по характеристикам ПТБШ</p> <p>7. Изучение Интернет-ресурсов по характеристикам ПТБШ</p> <p>8. Написание тематического обзора по характеристикам ПТБШ</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
10	МДП-структура	<p>1. Подготовка к выполнению лабораторной работы №6.</p> <p>2. Подготовка к защите лабораторной работы №6.</p> <p>3. Изучение основной и дополнительной литературы по методам создания диэлектрических пленок.</p> <p>4. Написание тематического обзора по методам создания диэлектрических пленок.</p> <p>5. Изучение Интернет-ресурсов.</p> <p>6. Изучение и конспектирование основной литературы</p> <p>7. Изучение и конспектирование дополнительной литературы</p> <p>8. Написание тематического обзора.</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
11	МДП-транзистор	<p>1. Подготовка к выполнению лабораторной работы №7.</p> <p>2. Подготовка к защите лабораторной работы №7.</p> <p>3. Изучение основной и дополнительной литературы по различным типам МДП-транзисторов.</p> <p>4. Написание тематического обзора по различным типам МДП-транзисторов.</p> <p>5. Изучение Интернет-ресурсов по характеристикам МДП-транзисторов.</p> <p>6. Изучение и конспектирование основной литературы по характеристикам МДП-транзисторов</p> <p>7. Изучение и конспектирование дополни-</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>

		<p>тельной литературы по характеристикам МДП-транзисторов</p> <p>8. Написание тематического обзора.</p>	
12	Применение транзисторов	<p>1. Подготовка к выполнению лабораторной работы №8.</p> <p>2. Подготовка к защите лабораторной работы №8.</p> <p>3. Подготовка к выполнению лабораторной работы №9.</p> <p>4. Подготовка к защите лабораторной работы №9.</p> <p>5. Изучение Интернет-ресурсов.</p> <p>6. Изучение и конспектирование основной литературы</p> <p>7. Изучение и конспектирование дополнительной литературы</p> <p>8. Изучение справочных материалов</p> <p>8. Написание тематического обзора.</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
	Курсовая работа	<p>1. Выбор темы и регистрация работы на кафедре</p> <p>2. Сбор материалов и составление библиографии</p> <p>3. Определение структуры и содержания работы</p> <p>4. Разработка недельного плана выполнения курсовой работы</p> <p>5. Анализ теоретических и практических материалов</p> <p>6. Проведение экспериментальной части работы</p> <p>7. Проведение расчетов, формулировка выводов, консультации с научным руководителем</p> <p>8. Подготовка чернового варианта курсовой работы и представление научному руководителю</p> <p>9. Внесение дополнений и изменений и подготовка окончательного варианта</p> <p>10. Оформление и сдача окончательного варианта работы на кафедру</p> <p>11. Проверка работы научным руководителем</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
4.	Подготовка к экзамену (разделы дисциплины)	<p>1. Изучение конспектов лекций по разделам №7,8.</p> <p>2. Изучение конспектов лекций по разделам №9,10.</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>

		№ 7-12)	3. Изучение конспектов лекций по разделам №11,12.	
ИТОГО в 4 семестре				126
ИТОГО				180

3.2. График работы студента

Семестр № 3

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Тематический обзор	ТО	+																	
Лабораторные работы	Лр		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Семестр № 4

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Тематический обзор	ТО	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+					
Лабораторные работы	Лр	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Курсовая работа	КР															+	+	+	+

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) (см. *Фонд оценочных средств*)

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ семестра	№ раздела	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)*	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства		
				Форма	Количество во вопросах в задании	Количество независимых вариантов
1	2	3	4	5	6	7
3	1	ТАт	Введение	Защита тематического обзора	2	5
	2		Процессы в полупроводниках	Защита лабораторных работ	1	5
	3		Диод с полупроводниковым р-п-переходом.	Защита лабораторных работ	1	5
	4		Полупроводниковые гетеропереходы	Защита лабораторных работ	1	5
	5		Диод Шоттки	Защита лабораторных работ	1	5
	6		Применение диодов	Защита лабораторных работ	1	5
			ПрАт		Экзамен	2
4	7	ТАт	Биполярный транзистор	Защита тематического обзора, Защита лабораторных работ	2 1	5 5
	8		Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом.	Защита тематического обзора, Защита лабораторных работ	2 1	5 5
	9		Полевой транзистор с управляющим барьером Шоттки	Защита тематического обзора	2	5
	10		МДП- структура	Защита	2	5

			тематического обзора, Защита лабораторных работ	1	5
11		МДП- транзистор	Защита тематического обзора, Защита лабораторных работ	2 1	5 5
12		Применение транзисторов	Защита тематического обзора, Защита лабораторных работ	2 1	5 5
	ПрАт		Экзамен	2	10

4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине (модулю)

Рейтинговая система не используется.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики СПб. : Лань, 2015. – Режим доступа http://e.lanbook.com/book/67462 (дата обращения 19.07.2019)			1-12	3	ЭБС	
2.	В. И. Старосельский Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники М. : Издательство Юрайт, 2016 – Режим доступа: https://www.biblio- online.ru/book/9A79B4DF-8586-42B6-AF92- B7EB045ED169 (дата обращения 19.07.2019)			3-12	3,4	ЭБС	
3.	Электротехника, электроника и схемотехника: учебник и практикум для академического бака- лавриата. под ред. Н. К. Миленина М. : Издатель- ство Юрайт, 2017. – Режим доступа: https://www.biblio-online.ru/book/6D045333-555F- 40CB-B445-1A3884F4F645 (дата обращения 19.07.2019)			7-12	4	ЭБС	

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	А.И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников СПб. : Лань, 2016 – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71742 . (дата обращения 19.07.2019)			1-2	3	ЭБС	
2.	А.А. Данилин, Н.С. Лавренко. Измерения в радиоэлектронике. СПб. : Лань, 2017. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/89927 (дата обращения 19.07.2019)			1-12	3,4	ЭБС	
3.	И.И. Иванов, Г.И. Соловьев, В.Я. Фролов. Электротехника и основы электроники. СПб. : Лань, 2016. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71749 (дата обращения 19.07.2019)			6-12	3,4	ЭБС	
4.	Г.Г. Ишанин, В.П. Челибанов. Приемники оптического излучения. СПб. : Лань, 2014. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/53675 (дата обращения 19.07.2019)			6	3	ЭБС	

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- 1 Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 19.07.2019).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Больше чем схемотехника. Режим доступа: <http://www.shematic.net/> (дата обращения 19.07.2019)
- Новости микроэлектроники. Режим доступа: <http://www.chipnews.ru/> (дата обращения 19.07.2019)
- Сайт для радиолюбителя. Режим доступа: <http://www.shemotehnik.ru/> (дата обращения 19.07.2019)
- Разработка и программирование электронных устройств. Режим доступа: <http://schemotekhnika.org/> (дата обращения 19.07.2019)

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: специализированные лекционные аудитории, оборудованные видеопроjectionным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения и экраном.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: видеопроектор, ноутбук, переносной экран, для проведения демонстраций и опытов, полный комплект физических установок и приборов.

6.3. Требования к специализированному оборудованию:

Специализированные лабораторные стенды.

6.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса:
отсутствуют.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (*Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО*)

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю.
Практические занятия	Не предусмотрены учебным планом.
Курсовая работа	<i>Курсовая работа:</i> изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение практических исследований по данной теме. Инструкция по выполнению требований к оформлению курсовой работы находится в методических материалах по дисциплине.
Практикум/лабораторная работа	Для выполнения лабораторных работ используются специализированные лабораторные установки. Методические указания по выполнению лабораторных работ и описания установок находятся в лаборатории на рабочих местах.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (*при необходимости*)

1. Применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации, видео);
2. Консультирование обучающихся посредством электронной почты.

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса:

1. Операционная система Windows Pro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2019-0142 от 30/03/2019г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое ПО);

9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);
10. DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

11. Иные сведения

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю) для промежуточного контроля успеваемости

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
1.	1. Введение 2. Процессы в полупроводниках 3. Диод с полупроводниковым р-п-переходом. 4. Полупроводниковые гетеропереходы 5. Диод Шоттки 6. Применение диодов	ОПК-3 ОПК-8 ПК-1	Экзамен 3 семестр

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
2.	7. Биполярный транзистор 8. Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом. 9. Полевой транзистор с управляющим барьером Шоттки 10. МДП- структура 11. МДП- транзистор 12. Применение транзисторов	ОПК-3 ОПК-8 ПК-1	Экзамен 4 семестр

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ОПК-3	способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	знать	
		З1 основные законы физики, лежащие в основе принципа действия современных электронных приборов	ОПК3 З1
		уметь	
		У1 анализировать основные характеристики современных электронных приборов.	ОПК3 У1
		владеть	
		В1 навыками применения теоретических и экспериментальных методов исследования процессов, протекающих в современных электронных приборах.	ОПК3 В1
ОПК-8	способность самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней	знать	
		З1 основные методы исследования, изготовления и применения современных электронных приборов	ОПК8 З1
		Уметь	
		У1 анализировать особенности применения современных электронных приборов в радиоэлектронном оборудовании	ОПК8 У1
		владеть	
		В1 навыками исследования характеристик современных электронных приборов, а также навыками их схмотехнического применения	ОПК8 В1
ПК-1	готовность к участию в исследованиях инновационных принципов создания физико-технических объектов	знать	
		З1 основные принципы создания радиоэлектронной аппаратуры с использованием современных электронных приборов.	ПК1 З1

		уметь	
		У1 корректно обосновать выбор современных электронных приборов для создания радиоэлектронной аппаратуры на основе предъявленных требований.	ПК1 У1
		владеть	
		В1 навыками разработки узлов радиоэлектронной аппаратуры с использованием современных электронных приборов.	ПК1 В1

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН 3 СЕМЕСТР)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Полупроводники. Определение. Классификация. Механизмы проводимости полупроводников.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
2	Зонная структура полупроводников. Объяснение механизмов проводимости полупроводников с помощью зонных диаграмм.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
3	Основные и неосновные носители заряда в полупроводниках. Связь концентрации носителей заряда с положением уровня Ферми.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
4	Основные и неосновные носители заряда в полупроводниках. Концентрация носителей заряда в собственном полупроводнике. Концентрация носителей заряда в примесных полупроводниках. Положение уровня Ферми.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
5	Объяснение температурной зависимости концентрации носителей заряда. Подвижность носителей заряда.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
6	Равновесные и неравновесные носители заряда. Генерация и рекомбинация. Уравнение непрерывности.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
7	Полупроводниковый р-n- переход. Диод с р-n- переходом. Определение. Зонная диаграмма в равновесии, в прямом и обратном смещении. Распределение	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1

	концентрации носителей заряда в диоде с р-п- переходом.	
8	Полупроводниковый р-п- переход. Диод с р-п- переходом. Определение. Распределение электрического поля и потенциала в диоде с р-п- переходом.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
9	Вольт-амперная характеристика диода с р-п-переходом (без вывода). Причины отклонения ВАХ реальных диодов с р-п- переходом от идеальных. Влияние температуры на ВАХ.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
10	Диод с р-п-переходом при обратном смещении. Механизмы пробоя диодов с р-п- переходом.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
11	Барьерная емкость резкого несимметричного р-п- перехода. Вольт-фарадная характеристика.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
12	Барьерная емкость плавного несимметричного р-п- перехода. Вольт-фарадная характеристика.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
13	Переходные процессы в диоде с р-п-переходом.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
14	Шумовые процессы в диоде с р-п-переходом.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
15	Гетеропереход. Определение. Классификация. Гетероструктура. Зонная диаграмма. Основные особенности зонных диаграмм гетероструктур.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
16	Гетеропереход. Определение. Классификация. Причины возникновения поверхностных состояний на гетерогранице.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
17	Вольт- амперные характеристики гетероперехода. Модель Андерсона (диффузионная модель).	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
18	Вольт- амперные характеристики гетероперехода. Эмиссионная модель.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
19	Вольт- амперные характеристики гетероперехода. Эмиссионно-рекомбинационная модель.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1

20	Вольт- амперные характеристики гетероперехода. Туннельная и туннельно- рекомбинационная модели.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
21	Область пространственного заряда гетероперехода. Емкость гетероперехода и вольт- фарадная характеристика без учета и с учетом влияния поверхностных состояний.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
22	Эффект односторонней инжекции и суперинжекция в гетеропереходе, электронное ограничение.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
23	Контакт металл- полупроводник. Барьер Шоттки. Диод Шоттки. Определения. Зонные диаграммы при разных соотношениях работ выхода металла и полупроводника.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
24	Распределение пространственного заряда, электрического поля и потенциала в диоде Шоттки. Потенциальный барьер. Вольт- амперная характеристика.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
25	Механизмы токопереноса в диодах Шоттки.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
26	Толщина ОПЗ и емкость диода Шоттки. Вольт- фарадные характеристики. Влияние примесей с глубокими энергетическими уровнями.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
27	Классификация полупроводниковых диодов. Система характеристик диодов.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
28	Выпрямление переменного тока. Детектирование.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
29	Смесительные диоды. Стабилитроны.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
30	Ограничительные и защитные диоды. Варикапы.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (Лабораторные работы 3 СЕМЕСТР)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
---	---------------------------------	---

1	Сформулируйте определение электропроводности полупроводников.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
2	Сформулируйте определение фотопроводимости полупроводников.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
3	Сформулируйте определение времени жизни носителей заряда.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
4	Каким образом можно измерить время жизни носителей заряда.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
5	Объясните процессы генерации и рекомбинации в полупроводниках.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
6	Чем отличаются собственный и примесный полупроводники?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
7	Объясните вид амплитудно-частотной характеристики фотопроводимости.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
8	Сформулируйте определение полупроводникового р-п-перехода.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
9	Сформулируйте определение полупроводникового гетероперехода.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
10	Охарактеризуйте режимы работы фотодиода.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
11	Какие процессы протекают в р-п-переходе при прямом смещении?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
12	Какие процессы протекают в р-п-переходе при обратном смещении?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
13	Объясните зависимость ВАХ фотодиода от интенсивности освещения.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
14	Объясните вид амплитудно-частотной характеристики полупроводникового диода.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
15	Объясните вид фазо-частотной характеристики полупроводникового диода.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
16	Сформулируйте физический смысл емкости р-п-перехода.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1

17	Каким образом ширина ОПЗ зависит от концентрации примеси?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
18	Какие характеристики можно определить из анализа ВФХ диода с р-п-переходом.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
19	Объясните эффект стабилизации напряжения с помощью стабилитрона.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
20	Объясните принцип действия стабилитрона.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
31	Сформулируйте определение биполярного транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
32	Охарактеризуйте усилительные свойства схемы включения биполярного транзистора с общей базой.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
33	Какой физический смысл имеет коэффициент $h_{11б}$ биполярного транзистора в схеме с общей базой?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
34	В чем состоит суть эффекта Эрли?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
35	Каким образом можно определить выходное сопротивление биполярного транзистора в схеме с общей базой?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
36	Охарактеризуйте частотные свойства схемы включения биполярного транзистора с общей базой.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
37	Какие физические процессы протекают в биполярном транзисторе в активном режиме, включенном по схеме с общей базой?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
38	Сформулируйте физический смысл режимов насыщения и отсечки биполярного транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
39	Объясните вид амплитудно-частотной характеристики биполярного транзистора,	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1

	включенного по схеме с общей базой.	
40	Объясните вид фазо-частотной характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
41	Проанализируйте усилительные свойства биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
42	Каким образом можно определить коэффициент усиления тока базы в схеме с общим эмиттером?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
43	Каким образом эффект Эрли влияет на работу биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
44	Какие факторы определяют входное и выходное сопротивление транзистора в схеме с общим эмиттером?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
45	Объясните вид выходных вольт-амперных характеристик биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
46	Из каких соображений выбирают толщину подзатворного диэлектрика МДП-транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
47	Сформулируйте физический смысл крутизны переходной характеристики МДП-транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
48	Какие факторы определяют частотные свойства МДП-транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
49	Объясните процессы, протекающие в МДП-структуре в режимах аккумуляции, обеднения и инверсии.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
50	Какие параметры МДП-структуры можно определить, анализируя высокочастотную ВФХ?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1

**КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН 4 СЕМЕСТР)**

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Биполярный транзистор. Общие представления. Основные требования. Режимы работы.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
2	Биполярный транзистор. Схема включения с общей базой. Физические процессы.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
3	Биполярный транзистор. Схема включения с общей базой. Статические характеристики.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
4	Биполярный транзистор. Схема включения с общим эмиттером. Статические характеристики.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
5	Биполярный транзистор. Общие представления. Основные требования. Схема включения с общим коллектором.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
6	Биполярный транзистор. Эффект Эрли (по схеме с общим эмиттером).	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
7	Частотные свойства биполярного транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
8	Импульсные характеристики биполярного транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
9	Полевой транзистор, общие представления. Принцип действия полевого транзистора с управляющим р-п- переходом.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
10	Статические характеристики полевого транзистора с управляющим р-п- переходом (по схеме с общим истоком).	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
11	Параметры полевого транзистора с управляющим р-п- переходом. Схема замещения.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
12	Частотные свойства полевого транзистора с управляющим р-п- переходом. Схема замещения.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1

13	Полевой транзистор с барьером Шоттки. Особенности. Структура транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
14	Полевой транзистор с барьером Шоттки. Принцип действия. Длина затвора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
15	Полевой транзистор с барьером Шоттки. Статические характеристики.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
16	Полевой транзистор с барьером Шоттки. Схема замещения. Частотные свойства.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
17	МДП-структура. Представления об идеальной МДП-структуре. Рабочие режимы (аккумуляция, обеднение, инверсия).	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
18	МДП- транзистор. Общие представления. Структура. Рабочие режимы.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
19	МДП- транзистор со встроенным каналом. Статические характеристики.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
20	МДП- транзистор с индуцированным каналом. Статические характеристики.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
21	Применение транзисторов. Работа электронного ключа на биполярном транзисторе.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
22	Применение транзисторов. Электронный ключ на полевом транзисторе.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
23	Применение транзисторов. Усилитель на биполярном транзисторе. Повторитель напряжения (схема с общим коллектором).	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
24	Современные варианты конструкции МДП-транзисторов	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
25	Классификация современных транзисторов. Сравнительный анализ полевых и биполярных транзисторов.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1

26	IGBT- транзистор. Структура. Статические характеристики. Достоинства и недостатки.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
27	Комплиментарная схема включения транзисторов.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
28	Мостовые схемы на транзисторах.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
29	Применение IGBT- транзистор.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
30	Особенности применения современных мощных МДП-транзисторов в схемах с индуктивной нагрузкой.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
31	Сформулируйте определение биполярного транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
32	Охарактеризуйте усилительные свойства схемы включения биполярного транзистора с общей базой.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
33	Какой физический смысл имеет коэффициент $h_{1\beta}$ биполярного транзистора в схеме с общей базой?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
34	В чем состоит суть эффекта Эрли?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
35	Каким образом можно определить выходное сопротивление биполярного транзистора в схеме с общей базой?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
36	Охарактеризуйте частотные свойства схемы включения биполярного транзистора с общей базой.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
37	Какие физические процессы протекают в биполярном транзисторе в активном режиме, включенном по схеме с общей базой?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
38	Сформулируйте физический смысл режимов насыщения и отсечки биполярного транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
39	Объясните вид амплитудно-частотной характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общей базой.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
40	Объясните вид фазо-частотной характеристики биполярного	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1

	транзистора, включенного по схеме с общей базой.	ПК-1 31, У1, В1
41	Проанализируйте усилительные свойства биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
42	Каким образом можно определить коэффициент усиления тока базы в схеме с общим эмиттером?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
43	Каким образом эффект Эрли влияет на работу биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
44	Какие факторы определяют входное и выходное сопротивление транзистора в схеме с общим эмиттером?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
45	Объясните вид выходных вольт-амперных характеристик биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
46	Из каких соображений выбирают толщину подзатворного диэлектрика МДП-транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
47	Сформулируйте физический смысл крутизны переходной характеристики МДП-транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
48	Какие факторы определяют частотные свойства МДП-транзистора.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
49	Объясните процессы, протекающие в МДП-структуре в режимах аккумуляции, обеднения и инверсии.	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1
50	Какие параметры МДП-структуры можно определить, анализируя высокочастотную ВФХ?	ОПК-3 31, У1, В1 ОПК-8 31, У1, В1 ПК-1 31, У1, В1

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

«Отлично» (5)– оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое

решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Хорошо» (4) - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» (3) - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«Неудовлетворительно» (2) - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.