

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

подпись

31 мая 2025 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.01.03.02 ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Проектирование и конструирование узлов и систем для БАС

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения _____ очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация _____ бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.03.02 «Основы промышленной электроники» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника».

Программу составил(и):

К.С. Коротков, доктор. физ.-тех. наук,
профессор кафедры радиоп физики и нанотехнологий



подпись

Рабочая программа дисциплины «Квантовая радиоп физика» утверждена на заседании кафедры радиоп физики и нанотехнологий
протокол № «4» 18.04.2025 г.

И.О Заведующего кафедрой

Доктор физ.-мат. наук, доцент.

Строганова. Е.В.

фамилия, инициалы

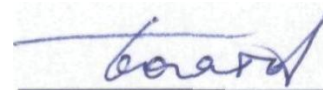


Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета
протокол № «4» 18.04.2025 г.

Председатель УМК факультета.

Богатов Н.М.

фамилия, инициалы



Рецензенты:

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «КубГУ»

Шевченко А.В., канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания»

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины «Основы промышленной электроники» - изучение основ промышленной электроники, ее элементной базы, физических принципов и явлений, заложенных в основу современной элементной базы, а также приобретение практических знаний по устройству и навыков по эксплуатации и ремонту промышленной электронной аппаратуры и приборов.

Задачи дисциплины состоит в приобретении теоретических знаний по основам промышленной электроники и практических навыков эксплуатации и сервиса.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Основы промышленной электроники» в структуре ОПОП ВО входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для освоения дисциплины «Основы промышленной электроники» требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как: Физические основы электроники, Физика конденсированного состояния, Схемотехника.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

-Физика и технология электрических переходов.

-Контактные явления в полупроводниках.

-Методы исследования материалов и структур электроники.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Уровень овладения	Процедура освоения
ПК-3 Способен проводить исследования по модернизации существующих и внедрению новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур	ПК-3.3. Готов организовать технологическое обеспечение приборов фото-и оптоэлектронных устройств и материалов и изделий электронной техники	Воспроизводит физические принципы функционирования и основные характеристики полупроводниковых фото- и оптоэлектронных устройств и материалов Понимает - принципы использования физических эффектов в газах, твердом теле, полупроводниках в приборах и устройствах	Устный опрос. Письменный опрос (тестирование) Проверка рефератов. Выступление на семинарах. Промежуточный контроль по

		квантовой и оптической электроники, используемых в технологических установках для производства изделий микро- и нанoeлектроники; -назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров наноматериалов и наноструктур Применяет: базовые элементы квантовой и оптической электроники и основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.	модулю
--	--	--	--------

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ пп	Раздел дисциплины		Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					лекции	практические занятия.	лабораторные занятия	самост. работа	
Модуль 1									
1	Резисторы. Терморези- сторы,варисторы. Конденсаторы Магнито- проводы,сердечники,.	6	1	1	2		2	Домашнее задание(ДЗ), Собеседование (С)Рей- тинговая система (РС)	
2	Электронные лампы, ион- ныеприборы, Электронно- лучевые трубки, икине- скопы	6	2-3	2	4		3	(ДЗ), (С), (РС)	
3	Системы обозначения пол- упроводниковых прибо- ров. Полупроводниковые	6	4-6	2	4		5	(ДЗ), (С), (РС)	

	диоды. Биполярные и полевые транзисторы. Транзисторные усилители. Схемы включения транзистора. Тиристоры, динисторы.							
4	Интегральные микросхемы. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы и их маркировка	6	8-9	2	4		5	(ДЗ), (С), (РС)
	Итого по модулю 1:			7	14		15	
Модуль 2								
5	Фотоэлектронные полупроводниковые приборы. Фоторезистор, фотодиод, фототиристор, фототранзистор, светодиод, инжекционный лазер	6	10-11	2	2		2	(ДЗ), (С), (РС)
6	Вакуумные электронные фотоэлементы, ионные фотоэлементы, фотоэлектронные умножители	6	14-15	1	2		3	(ДЗ), (С), (РС)
7	Усилительные каскады на биполярных и полевых транзисторах. Температурная стабилизация усилительных каскадов.	6	16-17	2	4		5	(ДЗ), (С), (РС)
8	Электропитание электронных устройств. Однополупериодные и двухполупериодные схемы. Сглаживающие фильтры. Стабилизаторы.			2	6		5	(ДЗ), (С), (РС)
	Итого по модулю 2:	6		7	14		15	
	Итого: 72			14	28		30	Зачет

2.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1.

Тема 1. Пассивные элементы промышленной электроники.

Резисторы. Параметры, типы, маркировка. Терморезисторы, варисторы и их характеристики. Конденсаторы постоянной емкости, характеристики, маркировка. Типы конденсаторов, электролитические конденсаторы. Магнитопроводы, сердечники, основные параметры.

Тема 2. Электронные и ионные приборы промышленной электроники.

Электронные лампы, основные параметры и статические характеристики. Электронно-лучевые трубки и кинескопы. Механизм газового разряда в ионных приборах. ВАХ. Ионные приборы. Стабилитроны, тиратроны. Предназначение, схемы включения.

Тема 3. Полупроводниковые приборы промышленной электроники.

Электронно-дырочный переход и его свойства. ВАХ, 3 типа пробоя p-n-перехода. Полупроводниковые диоды. Типы и их характеристики. Транзисторы. Принцип действия биполярного транзистора. ВАХ биполярного транзистора. Транзисторные усилители. 3 схемы включения транзистора, h – параметры. Тиристоры, динисторы. ВАХ. Принцип действия. Полевые транзисторы. Типы. Стоковые характеристики. Переходные характеристики. Система обозначения полупроводниковых приборов. Примеры.

Тема 4. Интегральные микросхемы.

Интегральные микросхемы. Основные понятия и технологические различия. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы и их маркировка. Примеры.

Модуль 2.

Тема 5. Фотоэлектронные полупроводниковые приборы.

Внутренний и внешний фотоэффект. Фотоэлектронные приборы. Фоторезисторы и их характеристики. Принцип работы фотодиода, 2 режима работы и ВАХ. Фототранзистор и фототиристор. Принцип работы.

Тема 6. Электронно-вакуумные и ионные приборы промышленной электроники.

Фотоэлектронная эмиссия. Вакуумные фотоэлементы. Энергетические и спектральные характеристики. Ионные фотоэлементы. Энергетические и спектральные характеристики. Фотоэлектронные умножители. Принцип действия и характеристики.

Тема 7. Усилительные каскады.

Усилительный каскад с общим эмиттером. Графический расчет основных параметров. Температурная стабилизация усилительных каскадов. Усилительный каскад с общим коллектором и с общим стоком. Усилительный каскад с общим истоком.

Режимы работы усилительных каскадов. Избирательные усилители. Усилители мощности. Однотактные и двухтактные схемы. Обратная связь в усилителях. Электропитание электронных устройств.

Тема 8. Схемы электропитания, выпрямители.

Однофазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления. Трехфазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления. Сглаживающие фильтры. Стабилизаторы.

Темы практических и семинарских занятий

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1.	Пассивные элементы промышленной электроники.	Резисторы. Параметры, типы, маркировка. Терморезисторы, варисторы. Конденсаторы постоянной и переменной емкости. Магнитопроводы, сердечники, Трансформаторы.
2.	Электронные и ионные приборы промышленной электроники	Электронные лампы, Электронно-лучевые трубки и кинескопы. Механизм газового разряда в ионных приборах. ВАХ. Ионные приборы. Стабилитроны, тиратроны.
3.	Полупроводниковые приборы промышленной электроники	Полупроводниковые диоды. Типы и их характеристики. Транзисторы. Принцип действия биполярного транзистора. Тиристоры, динисторы. ВАХ. Принцип действия. Полевые транзисторы. Система обозначения полупроводниковых приборов. Примеры.
4.	фотоэлектронные приборы	Фотоэлектронные приборы. Фоторезисторы и их характеристики. Принцип работы фотодиода. Фототранзистор и фототиристор. Принцип работы
5.	Интегральные микросхемы,	Интегральные микросхемы. Основные понятия и технологические различия. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы и их маркировка.
6.	Фотоэлектронные полупроводниковые приборы.	Электронные фотоэлементы. Ионные фотоэлементы. Энергетические и спектральные характеристики. Фотоэлектронные умножители.
7.	Усилительные каскады	Графический расчет основных параметров. Температурная стабилизация усилительных каскадов.
8.	Режимы работы усилительных каскадов. Обратная связь в УК	Режимы работы усилительных каскадов. Избирательные усилители. Усилители мощности. Однотактные и двухтактные схемы. Обратная связь в усилителях
9.	Схемы электропитания. Выпрямители	Однофазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления. Трехфазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления.

Содержание разделов самостоятельной работы

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1.	Пассивные элементы промышленной электроники.	Резисторы. Параметры, типы, маркировка. Терморезисторы, варисторы. Конденсаторы постоянной и переменной емкости. Магнитопроводы, сердечники, Трансформаторы.
2.	Электронные и ионные приборы промышленной электроники	Электронные лампы, Электронно-лучевые трубки и кинескопы. Механизм газового разряда в ионных приборах. ВАХ. Ионные приборы. Стабилитроны, тиратроны.

3.	Полупроводниковые приборы промышленной электроники	Полупроводниковые диоды. Типы и их характеристики. Транзисторы. Принцип действия биполярного транзистора. Тиристоры, динисторы. ВАХ. Принцип действия. Полевые транзисторы. Система обозначения полупроводниковых приборов. Примеры.
4.	фотоэлектронные приборы	Фотоэлектронные приборы. Фоторезисторы и их характеристики. Принцип работы фотодиода. Фототранзистор и фототиристор. Принцип работы
5.	Интегральные микросхемы,	Интегральные микросхемы. Основные понятия и технологические различия. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы и их маркировка.
6.	Фотоэлектронные полупроводниковые приборы.	Электронные фотоэлементы. Ионные фотоэлементы. Энергетические спектральные характеристики. Фотоэлектронные умножители.
7.	Усилительные каскады	Графический расчет основных параметров. Температурная стабилизация усилительных каскадов.
8.	Режимы работы усилительных каскадов. Обратная связь в УК	Режимы работы усилительных каскадов. Избирательные усилители. Усилители мощности. Однотактные и двухтактные схемы. Обратная связь в усилителях
9.	Схемы электропитания. Выпрямители	Однофазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления. Трехфазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления.

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Оптические и фотоэлектрические явления полупроводниках» применяются следующие образовательные технологии:

- Интерактивное обучение (моделирующие компьютерные программы, виртуальные учебные комплексы), мультимедийное обучение (презентации, моделирование и симуляция процессов и объектов).
- Внеаудиторная самостоятельная работа студентов.
- Промежуточная аттестация знаний студентов.

Для освоения дисциплины используются электронные базы учебно-методических ресурсов, электронные библиотеки.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, с использованием современных информационных технологий обучения и демонстрации в учебном процессе составляет не менее 70% лекционных занятий.

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

1. Информационные технологии.
2. Проблемное обучение.
3. Индивидуальное обучение.

4. Междисциплинарное обучение.
5. Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций при изучении дисциплины «Оптических и фотоэлектрических явлений» используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, семинар, лабораторные работы, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

1. самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
2. поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль.

В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

Итоговый контроль.

Зачет в конце 7 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе учебной дисциплины.

плины. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и выводы. Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы, уравнения, математические зависимости и их выводы, так как при записи материал значительно лучше усваивается и запоминается.

Предполагается самостоятельная работа студентов при подготовке к практическим и лабораторным занятиям, в первую очередь. Кроме того самостоятельная работа предполагает самоподготовку к контрольным работам, а также к зачету. Самостоятельная работа должна проходить в 4 этапа:

1. Изучение рекомендованной литературы
2. Поиск в Интернете дополнительного материала
3. Подготовка к контрольной работе
4. Подготовка к зачету

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Примерные темы для докладов студентов на семинарских занятиях

1. Пассивные элементы промышленной электроники
2. Электронные и ионные приборы
3. Полупроводниковые диоды
4. Выпрямительные диоды
5. Диоды Шоттки
6. Стабилитроны
7. Биполярные транзисторы
8. Режимы работы транзистора
9. Схемы включения транзистора
10. Полевой транзистор с управляющим $p-n$ -переходом
11. Полевые транзисторы с изолированным затвором
12. Транзистор с индуцированным (инверсионным) каналом
13. Триодные тиристоры
14. Фотодиоды
15. Инжекционные лазеры
16. Усилительные каскады на биполярных транзисторах.
17. Усилительные каскады на полевых транзисторах.

- 18. Интегральные микросхемы
- 19. Выпрямители переменного тока

Рекомендации к последовательности выполнения реферата.

Изучение проблемы по материалам, доступным в Интернете:Согласовать название сообщения. Написать тезисы реферата по теме. Выразить, чем интересна выбранная тема в наши дни.Подготовить презентацию по выбранной теме.

Сделать сообщение на мини-конференции.

Пример тестовых заданий для промежуточного контроля Модуль 1

1. При изготовлении выпрямителя было использовано последовательное соединение двух разнотипных диодов из Si. Диод 1 был более высоковольтным, чем диод 2. Как вы считаете, какой из них будет сильнее нагреваться, если прямые токи близки к предельно допустимым?
 - 1) диод 1
 - 2) диод 2
 - 3) нагреваться будут одинаково
2. Если p- область легирована значительно сильнее, чем n- область, то вкакой области будет шире обедненный слой?
 - 1) p- области
 - 2) n-области
 - 3) ширина слоя будет в обеих областях одинаковая
3. Если осветить p-n- переход диода, то на его контактах возникнет разность потенциалов. Какова будет её полярность?
 - 1) + на p
 - 2) – на p
 - 3) + на n
 - 4) – на n
4. В диоде с p-n- переходом увеличили степень легирования одной из областей. Что произойдет с величиной емкости перехода (при нулевом смещении)?
 - 1) увеличится
 - 2) уменьшится
 - 4) не изменится
5. Какой диод более высокочастотный : АД110 или 3А530 ?
 - 1) АД110
 - 2) 3А530

- 3) граничные частоты у них одинаковы
6. Каковы режимы работы транзистора и чем они отличаются?
- 1) активный и пассивный. Отличаются величиной тока базы
 - 2) активный, насыщения, отсечки, инверсный. Отличаются величиной тока коллектора.
 - 3) инверсный, насыщения, отсечки, активный. Отличаются полярностью напряжений на р-п-переходах.
7. Для увеличения быстродействия МДП-транзистора необходимо:
- 1) уменьшать длину канала
 - 2) применить подзатворный диэлектрик с меньшей диэлектрической проницаемостью
 - 3) увеличить толщину подзатворного диэлектрика.
8. В зависимости от напряжения на аноде и тока протекающего через тиристор выделяют:
- 1) 2 режима работы (прямого запираания и включения)
 - 2) 5 режимов работы (прямого запираания, включения, прямой проводимости, обратного запираания, обратного пробоя).
 - 3) 7 режимов работы (прямого запираания, включения, активного усиления, насыщения, обратной проводимости, обратного запираания, обратного пробоя).
9. Для увеличения чувствительности фототранзистора следует:
- 1) увеличить толщину базы и время жизни носителей в базе
 - 2) уменьшить толщину базы и время жизни носителей в базе
 - 3) увеличить толщину базы и уменьшить время жизни носителей в базе
10. Что такое оптопара?
- 1) устройство, которое содержит светодиод и фотодиод, питаемые с помощью одного источника тока.
 - 2) оптопара – пара оптических приемников
 - 3) устройство, в котором светоизлучатель и фотоприемник, связаны гальванически через оптическую среду
 - 4) устройство, которое содержит светоизлучатель и фотоприемник, конструктивно связанные через оптическую среду, но развязанные гальванически.
11. При увеличении температуры диода его обратное сопротивление возрастает или падает?
- 1) возрастает
 - 2) падает
 - 3) не изменяется
12. Как изменится обратный ток р-п- перехода при увеличении степени легирования его областей ?
- 1) уменьшиться

- 2) увеличиться
 - 3) не изменится
13. Что такое "Область пространственного заряда" ?
- 1) это область, обедненная подвижными носителями заряда.
 - 2) это область с повышенной концентрацией подвижных носителей заряда.
 - 3) это область, где заряд положительных ионов компенсируется зарядом подвижных электронов
14. В реальном р-п-переходе прямой ток больше или меньше чем в идеализированном и по какой причине?
- 1) меньше, из-за тока термегенерации, который направлен против прямого тока.
 - 2) больше, из-за тока рекомбинации электронов и дырок в обедненной области
 - 3) больше, из-за влияния последовательного сопротивления базы
 - 4) меньше, из-за эффектов инжекции, экстракции неосновных носителей и их диффузии в нейтральных областях
15. Почему при освещении кремниевого р-п- перехода солнцем между контактами к р и п областям появляется разность потенциалов?
- 1) в результате нагрева р-п- перехода и термоэлектрического эффекта Пельтье.
 - 2) в результате возникновения градиента концентрации носителей заряда и эффекта Дембера
 - 3) в результате разделения фотогенерированных носителей полем р-п-перехода.
16. Измерения показали, что у диода №1 пробой носит лавинный характер, у диода №2 пробой носит туннельный характер. В каком из диодов пробивное напряжение выше?
- 1) в 1-м
 - 2) во 2-м
 - 3) одинаково
17. Какое из следующих утверждений для гомоперехода верное:
- 1) контактная разность равна разности термодинамических работ выхода р и п областей;
 - 2) контактная разность равна разности уровней Ферми р и п областей;
 - 3) контактная разность равна разности сродства к электрону р и п областей.
 - 4) все утверждения
18. Как зависит коэффициент передачи тока от тока эмиттера I_E и напряжения на коллекторе $U_{кз}$.
- 1) в области больших токов β увеличивается с увеличением I_E и уменьшается с уменьшением $U_{кз}$.

- 2) в области малых токов η уменьшается при снижении $I_{\text{э}}$, а также при увеличении $U_{\text{кэ}}$.
 - 3) в области больших токов η уменьшается с уменьшением $I_{\text{э}}$
 - 4) увеличивается с увеличением $U_{\text{кэ}}$.
19. Симистор -полупроводниковый прибор, у которого:
- 1) ВАХ является прямой, проходящей через точку $I=0$ при $U=0$.
 - 2) ВАХ имеет S-образную кривую
 - 3) ВАХ симметричная относительно начала координат
 - 4) ВАХ имеет N-образный участок
20. От чего зависит спектр излучения светодиода?
- 1) от удельного сопротивления и типа проводимости полупроводникового материала
 - 2) от ширины запрещенной зоны полупроводникового материала
 - 3) от степени легирования полупроводникового материала.

Модуль 2

1. У диода из какого материала (Ge, Si, GaAs) выше вероятность теплового пробоя?
 - 1) Вероятность пробоя не зависит от материала
 - 2) Ge
 - 3) Si
2. При изготовлении выпрямителя было использовано параллельное соединение диода из Si и GaAs. Как вы считаете, какой из них будет сильнее нагреваться, если прямые токи близки к предельно допустимым?
 - 1) одинокого нагреются
 - 2) диод из Si
 - 3) диод из GaAs
3. Обратный ток реального р-п-перехода больше или меньше чем в идеализированном и почему?
 - 1) больше, так как в реальном р-п-переходе в обратный ток вносит вклад ток, обусловленный рекомбинацией носителей в обедненной области
 - 2) больше, так как в реальном р-п-переходе существует также ток термогенерации носителей.
 - 3) Меньше, так как токи термогенерации носителей в реальном р-п-переходе направлены против обратного тока
 - 4) Меньше, вследствие эффекта модуляции сопротивления базы
4. Какова должна быть степень легирования базовой области стабилитрона в зависимости от величины напряжения стабилизации?
 - 1) для высоковольтных стабилитронов концентрация примесей в базе должна быть относительно высокой, чем для

низковольтных

- 2) для низковольтных стабилизаторов степень легирования примесями базовой области должна быть относительно низкой, чем для высоковольтных
 - 3) для высоковольтных стабилитронов концентрация примесей в базе должна быть низкой, а для низковольтных - высокой.
5. После радиационного облучения диода время жизни неосновных носителей заряда в р и п областях упало. Как изменилась контактная разность потенциалов?
- 1) увеличилась
 - 2) уменьшилась
 - 3) не изменилась
6. Как изменится обратный ток р-п -перехода в SiC при уменьшении степени легирования его областей, если все остальные параметры остались неизменными?
- 1) не изменится
 - 4) увеличится
 - 3) уменьшится
7. У диода, включенного в прямом направлении определенный участок ВАХ можно аппроксимировать прямой линией. При нагреве диода эта прямая линия будет смещаться к началу координат. Чем объяснить это смещение?
- 1) увеличением обратного тока диода
 - 2) уменьшением контактной разности потенциалов.
 - 3) изменением сопротивления толщи областей материала диода.
8. Существующие полевые транзисторы различаются
- 1) типом проводимости полупроводникового материала.
 - 2) способом изоляции затвора и канала.
 - 3) физической структурой и способом управления проводимостью канала.
9. Полупроводниковые фотоприемники с р-ппереходом могут работать
- 1) в одном режиме -фотоактивном
 - 2) в темновом и освещенном режимах
 - 3) в трех режимах: фотоактивном, фотогенерации и фотопреобразования
 - 4) в двух режимах: фотогенерации и фотопреобразования
10. Основными характеристиками светодиодов являются:
- 1) энергетическая, спектральная, излучательная
 - 2) зависимость плотности тока от напряжения, зависимость обратного тока от обратного смещения.
 - 3) яркостная, спектральная, вольт-амперная.
 - 4) вольтамперная характеристика, частотно-яркостная характеристика

11. По какому закону на начальном участке ВАХ ток смещенного в прямом направлении р-п- перехода зависит от напряжения?
- 1) по линейному
 - 2) по квадратичному.
 - 3) по экспоненциальному
12. На основе Si изготовили два диода с симметричным р-п- переходом. Степень легирования областей диода 1 составляет 10^{16} см^{-3} , у второго диода 10^{15} см^{-3} . У какого из диодов напряжение пробоя выше?
- 1) второго диода.
 - 2) диода 1
 - 3) у обоих диодов одинаково
13. При прямых токах, превышающих предельно допустимое значение, диод, как правило, выходит из строя. Какова наиболее частая причина отказа?
- 1) электрический пробой
 - 2) тепловой пробой или выгорание р-п-перехода
 - 3) туннельный пробой
14. Чем гетеропереход принципиально отличается от гомоперехода?
- 1) наличием областей с различной шириной запрещенной зоны
 - 2) возможностью образования как анизотипных, так и изотипных переходов
 - 3) наличием различных барьеров для электронов и дырок, что позволяет получить одностороннюю инжекцию
 - 4) видом ВАХ, сильно зависящим от концентрации дефектов вблизи металлургической границы
15. Из какого материала изготовлен диод 2С139Д-1?
- 1) арсенида галлия
 - 2) карбида кремния
 - 3) германия
 - 4) кремния
16. Можно ли с помощью вольтметра непосредственно измерить величину потенциального барьера в р-п- переходе (подключив вольтметр к контактам к р и п областям) ?
- 1) нет
 - 2) да
 - 3) можно с большой погрешностью
17. По принципу действия транзисторы делятся на:
- 1) униполярные и полевые
 - 2) биполярные и полевые
 - 3) биполярные, полевые, МОП, МДП

18. Транзисторы, в которых проводящий канал возникает при подаче на затвор относительно истока напряжения, превышающего порогового называют:
- 1) транзисторы со встроенным каналом
 - 2) транзисторы с изолированным затвором
 - 3) транзисторы с индуцированным каналом
 - 4) транзисторы с управляющим переходом металл-полупроводник
19. Как зависит фото-ЭДС солнечного преобразователя от ширины запрещенной зоны материала E_g
- 1) фото-ЭДС не зависит от E_g .
 - 2) чем больше E_g , тем меньше фото-ЭДС
 - 3) чем больше E_g , тем больше значение фото-ЭДС
20. В качестве основных полупроводниковых материалов для изготовления светодиодов применяют:
- 1) GaAs, Si, Ge, SiC, InAs
 - 2) Si, ZnO, GaP, AlN, CdSe
 - 3) GaP, GaAs_{1-x}P_x, GaN, SiC, CdS
 - 4) SiC, GaAs_{1-x}P_x, GaN, GaP, GaAs

Модуль 3

1. У какого из перечисленных ниже полупроводников самая низкая собственная концентрация носителей заряда: Ge, Si, GaAs ?
- 1) Ge
 - 2) Si
 - 3) GaAs
 - 4) Собственные концентрации при комнатной температуре в данных материалах равны
2. Почему если механически соединить кусочки полупроводников p и n типа (с идеально чистой поверхностью), не удастся получить хороший диод?
- 1) Не удастся осуществить совмещение кристаллических решеток.
 - 2) Не удастся создать идеально ровные поверхности.
 - 3) Не удастся обеспечить плотный контакт.
3. Как изменится обратный ток p-n- перехода в Si при уменьшении концентрации основных примесей p- и n- областей, если все остальные параметры остались неизменными?
- 1) не изменится
 - 2) увеличится
 - 3) уменьшится
4. Разработчик получил задание в диоде из Si уменьшить прямое паде-

ние напряжения. Он решил достигнуть этого уменьшая сопротивление толщии полупроводникового материала, увеличив степень легирования. Как при этом изменится обратный ток диода?

- 1) увеличиться
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

5. В чем принципиальное отличие стабистора от стабилитрона?

- 1) работа стабистора основана на использовании электрического пробоя р-п-перехода, а стабилитрона – на использовании участка на обратной ветви ВАХ, где ток не зависит от напряжения
- 2) в стабилитроне используется лавинный механизм пробоя, а в стабисторе – туннельный механизм пробоя.
- 3) в стабисторах для стабилизации напряжения используется прямая ветвь ВАХ, а в стабилитронах – участок электрического пробоя на обратной ветви ВАХ

6. Из какого материала изготовлен диод 3А530?

- 1) из кремния
- 2) германия
- 3) арсенида галлия.

7. В чем различие дрейфовых транзисторов от диффузионных?

- 1) в них часть электронов, инжектированных в базу не доходит до коллекторного перехода
- 2) в них базовая область легирована однородно
- 3) в них базовая область легирована неоднородно

8. Тиристор полупроводниковый прибор, который при работе может находиться:

- 1) в одном состоянии - активном, при котором сопротивление тиристора меняется пропорционально входному сигналу.
- 2) в двух состояниях: закрытом и открытом, в которых тиристор имеет соответственно высокое и малое сопротивление
- 3) в трех состояниях: закрытом, активном и открытом, в зависимости от тока управляющего электрода.

9. Лавинные фотодиоды отличаются от обычных фотодиодов тем, что у них:

- 1) толщина обедненной области с участком сильного электрического поля значительно меньше диффузионной длины неосновных носителей
- 2) рабочая точка выбирается на ВАХ на участке электрического пробоя.
- 3) длина свободного пробега носителей меньше толщины обедненной области с участком сильного электрического

поля.

10. В светодиодах на основе широкозонныхполопроводников при малыхтоках излучательная рекомбинация реализуется
- 1) в базовой области
 - 2) в эмиттерной области
 - 3) в нейтральных областях, прилегающих к р-п-переходу
 - 4) в области р-п-перехода

Список контрольных вопросов по дисциплине.

1. Резисторы, классификация, основные параметры
2. Конденсаторы, классификация, основные параметры
3. Катушки индуктивности, трансформаторы, основные характеристики
4. Структура и основные элементы полупроводникового диода.
5. ВАХ диода с учетом падения напряжения на сопротивлении базы, генерация и рекомбинация носителей заряда в р-п-переходе.
6. Лавинный, туннельный и тепловой пробой диодов.
7. Классификация полупроводниковых диодов. Их конструктивно-технологические особенности, электрические свойства.
8. Диоды различного назначения - туннельные диоды, стабилитроны и стабилитроны, диоды Шоттки, варикапы: принцип действия, свойства, применение.
9. Структура, принцип действия, режимы, схемы включения биполярного транзистора. Энергетическая диаграмма при нормальном включении.
10. Классификация транзисторов по мощности и по частоте. Конструктивно-технологические особенности мощных транзисторов.
11. Коэффициенты передачи токов эмиттера и базы. Статические характеристики.
12. Входные и выходные характеристики, характеристики передачи транзистора в схеме с общей базой и общим эмиттером. Эффект Эрли. Влияние температуры на статические характеристики.
13. Структура и принцип действия диодного и триодного тиристора. Вольт-амперная характеристика. Условие переключения. Способы управления тиристорами.
14. Структура, принцип действия и схемы включения МДП-транзистора.
15. Транзисторы с индуцированным и со встроенным каналом. Статические выходные характеристики. Уравнения ВАХ для крутой и пологой частей характеристик. Характеристики передачи.
16. Конструктивно-технологические разновидности транзисторов. Эф-

факты короткого канала в МДП-транзисторах. Зависимость порогового напряжения от длины канала и напряжения на стоке.

17. Структура и принцип действия полевых транзисторов с управляющим р- п-переходом. Статические выходные характеристики и характеристики передачи.
18. Полевые транзисторы с управляющим переходом на основе диода Шотки (ПТШ). Принцип действия при работе в режимах обогащения и обеднения канала. Статические характеристики.
19. Светоизлучающие диоды, электролюминесцентные порошковые и пленочные излучатели, инжекционные лазеры: принцип действия и основные свойства.
20. Фоторезисторы, фотодиоды, полупроводниковые фотоэлементы, фототранзисторы, фототиристоры: принцип действия, конструкция, основные характеристики и параметры.
21. Полупроводниковые резисторы (термисторы, позисторы, варисторы): принцип действия и основные свойства.
22. Интегральные микросхемы.
23. Выпрямители переменного тока
24. Основные положения и понятия теории надежности. Интенсивность отказов, вероятность безопасной работы. Показатели надежности.
25. Основные тенденции и направления дальнейшего развития промышленной электроники.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля – 40 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
 - участие на практических занятиях - 25 баллов,
 - выполнение лабораторных заданий –,
 - выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 25 баллов.
- Промежуточный контроль по дисциплине включает:
- устный опрос - 5 баллов,
 - письменная контрольная работа - 15 баллов,
 - тестирование - 20 баллов.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:

- «0 – 50» баллов – неудовлетворительно
- «51 – 65» баллов – удовлетворительно
- «66 - 85» баллов – хорошо
- «86 - 100» баллов – отлично
- «51 и выше» баллов – зачет

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы,необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Каганов К.Л. Промышленная электроника. М. «Энергия»,1964г.
2. Гусев Н.Н., Мельцер Б.Н. Основы промышленной электроники. Минск, «Высшая школа», 1969г.
3. А.Н. Ремизов. Курс физики, электроники и кибернетики .М.1982г.
4. А.В. Глазочев, В.Г. Петрович. Физические основы электроники. Конспект лекций /Томск, 2009г.
5. Справочник радиолюбителя конструктора. М. «Радио», 1988г.

б) дополнительная литература:

6. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. - Изд. 2Лань» - С.Пб, 2002г. 480с..
7. Росадо Л.Физическая электроника и микроэлектроника /пер. с исп. под ред. Терехова В.А./.-М., Высшая школа, 1991.
8. Аваев Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники. - М., Радио и связь, 1991.
9. Батушев В.А. Электронные приборы. -М., Высшая школа, 1980.
- 10.Викулин И.Н., Стареев В.И. Физика полупроводниковых приборов. - М., Радио и связь, 1990.
11. Шур М. Физика полупроводников /пер. с англ. под ред. Биленко Ю.Д., Видро В.Л./.-М., Мир, 1990.

Интернет ресурсы:

1. Электронный каталог НБ ДГУ[Электронный ресурс]: /Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>.
2. Авторский блог
<https://shemotechnik.blogspot.com>ЭБСIPRbooks:<http://www.iprbookshop.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru.
4. Электронной библиотека на <http://elibrary.ru>.

5. Moodle[Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг.гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru>.
7. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
8. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
9. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского госуниверситета.
10. **Springer.** <http://link.springer.com>, <http://materials.springer.com/>
11. **Scopus:** <https://www.scopus.com>
12. **Web of Science:** [webofknowledge.com](http://www.webofknowledge.com)

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студенту предоставляется возможность работать во время учебы более самостоятельно, чем учащимся в средней школе. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин, учебный план и расписание занятий вывешивается на 2-м этаже учебного корпуса. Рекомендуется не только ознакомиться с этими документами, но и изучить их.

Ежедневной учебной работе студенту следует уделять 9-10 часов своего времени, т.е. при 6 часах аудиторных занятий самостоятельной работе необходимо отводить 3-4 часа.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине

это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Работа на лекции

На лекциях студенты получают самые необходимые данные, во многом дополняющие учебники (иногда даже их заменяющие с последними достижениями науки. Умение сосредоточенно слушать лекции, активно, творчески воспринимать излагаемые сведения является неперенным условием их глубокого и прочного усвоения, а также развития умственных способностей.

Слушание и запись лекций - сложные виды вузовской работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Слушая лекции, надо отвлекаться при этом от посторонних мыслей и думать только о том, что излагает преподаватель. Краткие записи лекций, конспектирование их помогает усвоить материал.

Внимание человека неустойчиво. Требуются волевые усилия, чтобы оно было сосредоточенным. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное. Это должно быть сделано самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое "конспектирование" приносит больше вреда, чем пользы. Некоторые студенты просят иногда лектора "читать помедленнее". Но лекция не может превратиться в лекцию-диктовку. Это очень вредная тенденция, ибо в этом случае студент механически записывает большое количество услышанных сведений, не размышляя над ними.

Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: "важно", "особо важно", "хорошо запомнить" и т.п. Целесообразно разработать собственную "маркографию"(значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда используй не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Подготовка к сессии

Каждый учебный семестр заканчивается аттестационными испытаниями: зачетно - экзаменационной сессией. Подготовка к экзаменационной сессии и сдача зачетов и экзаменов является ответственным периодом в работе студента. Seriously подготовиться к сессии и успешно сдать все экзамены - долг каждого студента. Рекомендуется так организовать свою учебу, чтобы перед первым днем начала сессии были сданы и защищены все

лабораторные работы, сданы все зачеты, выполнены другие работы, предусмотренные графиком учебного процесса.

Основное в подготовке к сессии - это повторение всего материала, курса или предмета, по которому необходимо сдавать экзамен. Только тот успевает, кто хорошо усвоил учебный материал.

Если студент плохо работал в семестре, пропускал лекции, слушал их невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое,

а заново в короткий срок изучать весь материал. А это зачастую оказывается невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого студента подготовка

к экзаменам будет трудным, а иногда и непосильным делом, а финиш - отчисление из учебного заведения.

В дни подготовки к экзаменам избегай чрезмерной перегрузки умственной работой, чередуй труд и отдых.

При подготовке к сдаче экзаменов старайся весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.

Методические рекомендации для преподавателя

Одной из задач преподавателя, ведущего занятия по дисциплине, является выработка у бакалавров осознания важности, необходимости и полезности знания дисциплины для дальнейшей работы их инженерами-исследователями, при организации современного производства высококачественной, конкурентоспособной продукции.

Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
- объединение нескольких методов в единый преподавательский модуль в целях повышения эффективности процесса обучения;
- активное участие слушателей в учебном процессе;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием наглядных пособий и раздаточных материалов; метод «мозгового штурма», индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями СТП. С целью более эффективного усвоения бакалаврами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных занятий использовать наглядные пособия и раздаточные материалы. Для более

глубокого изучения предмета бакалаврам представляется информация возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины. Для контроля знаний бакалавров по данной дисциплине необходимо проводить рубежный и итоговый контроль.

Рубежный контроль. Бакалаврами по изученной дисциплине выполняются реферативные работы, доклады.

Контрольное тестирование. Этот метод включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

Итоговый контроль осуществляется в виде зачета в конце семестра.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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 на консультации, на практических работах.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а

	самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Подготовка к зачету, экзамену	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов - тренингов по ряду разделов дисциплины.

Интернет ресурсы:

1. www.elsevierscience.ru
2. www.edu.ru
3. www.window.edu.ru
4. www.nisrussia.ru
5. www.neicon.ru
6. www.springerlink.cjm.journalsis
7. www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
8. www.iqlib.ru - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально – техническая база кафедры инженерной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 «**Электроника и наноэлектроника**», позволяет готовить бакалавров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Функционируют специализированные учебные и научные лаборатории: Физика и технология керамических материалов для твердотельной электроники, Физика и технология тонкопленочных структур, Активные диэлектрики в электронике, Физическая химия полупроводников и диэлектриков.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.