

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b7b5591c69e2

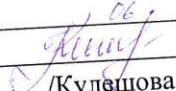
МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет
Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано

деканом факультета

« 29 » 06 2023 г.


/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Технологии полупроводниковых материалов

Направление подготовки
03.03.02 Физика

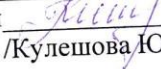
Профиль:
Фундаментальная физика

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета

Протокол « 29 » 06 2023 г. № 10

Председатель УМКом 
/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой
фундаментальной физики и
нанотехнологии

Протокол от « 25 » 05 2023 г. № 13

Зав. кафедрой 
/Холина С.А./

Мытищи
2023

Авторы-составители:

Барабанова Н.Н., кандидат физико-математических наук, доцент,

Васильчикова Е.Н., кандидат физико-математических наук, доцент,

Емельянов В.А., кандидат физико-математических наук, доцент,

Емельянова Ю.А., ассистент кафедры общей физики.

Рабочая программа дисциплины «Технологии полупроводниковых материалов» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)», и является элективной дисциплиной.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Объем и содержание дисциплины	4
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	6
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	8
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	15
7. Методические указания по освоению дисциплины	16
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	17

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины: ознакомление студентов с физическими свойствами полупроводниковых материалов, используемых при разработке и производстве электронных приборов, с их основных эксплуатационными и технологическими характеристиками.

Задачи дисциплины: изучение основных понятий, явлений и законов физики полупроводников, а также модельных представлений и основных теоретических принципов, описывающих свойства полупроводников при различных внешних воздействиях;

формирование у студентов знаний о физических свойствах полупроводниковых материалов и навыков экспериментального изучения физических параметров полупроводниковых систем.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ДПК-2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)», и является элективной дисциплиной.

Для освоения дисциплины «Физическая электроника» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Основы программирования», «Математический анализ».

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Физика конденсированного состояния», «Введение в физику нанотехнологии».

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в часах	144
Контактная работа:	90,5
Лекции	30
Лабораторные работы	60
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,5
Зачет	0,2
Курсовая работа	0,3
Самостоятельная работа	28
Контроль	25,5

Формы промежуточной аттестации: зачет и курсовая работа в 5 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов	
	Лекции	Лабораторные занятия
Тема 1 Химическая связь в молекулах. Агрегатные состояния вещества. Кристаллическая структура твердого тела. Химические связи в кристаллах. Тепловые колебания атомов. Дефекты кристаллов. Определение структуры кристалла.	3	4
Тема 2. Электронные состояния в твердых телах. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории. Электропроводность металлов. Сверхпроводимость металлов. Электропроводность собственных полупроводников.	3	4
Тема 3. Примесные полупроводники. Температурная зависимость электропроводности полупроводника. Полупроводники в области криогенных температур и сверхпроводимость полупроводников. Измерение удельного сопротивления полупроводников. Определение типа электропроводности полупроводников.	3	4
Тема 4. Влияние сильных электрических полей на электропроводность полупроводников. Эффект Ганна. Неравновесные носители заряда. Неоднородные полупроводники.	3	4
Тема 5. Диффузионные и дрейфовые токи. Измерение параметров полупроводников. Гальваномагнитные эффекты. Термомагнитные эффекты. Тепловые свойства полупроводников.	3	4
Тема 6. Работа выхода и контактная разность потенциалов. Контакт полупроводника и металла. Выпрямление на контакте полупроводника с металлом. Омические переходы.	3	4
Тема 7. Образование p-n-переходов. Классификация p-n-переходов. Природа токов через p - n -переход. Переходы n - n^+ , p - p^+ . Гетеропереходы. Перенос носителей в тонких пленках.	2	6
Тема 8. Термоэлектрические явления. Фотопроводимость. Спектр поглощения полупроводников. Квантовый выход. Люминесценция. Фото-э.д.с. в полупроводниках. Квантовые генераторы. Твердотельные лазеры. Понятие об оптоэлектронике.	2	6
Тема 9. Материалы, используемые в полупроводниковых приборах и исследованиях. Приготовление полупроводниковых материалов и измерение их свойств. Кремний и германий.	2	6
Тема 10. Соединения типа $A^{III}B^V$. Соединения типа $A^{II}B^{VI}$. Тройные и четверные соединения. Оксидные полупроводники. Тугоплавкие полупроводники. Сверхпроводящие полупроводники. Магнитные полупроводники. Органические полупроводники. Полупроводники с низкой подвижностью носителей заряда.	2	6
Тема 11. Конструктивно-технологические особенности и варианты интегральных биполярных транзисторов, выполненных по планарно-эпитаксиальной технологии. Конструктивно-технологические варианты исполнения биполярного и полевого транзисторов в одном кристалле. Функционально-	2	6

интегрированные биполярно-полевые структуры.		
Тема 12. Интегральные диоды. Интегральные резисторы. Интегральные конденсаторы Конструктивно-технологические варианты изоляции элементов микросхем друг от друга. Контакты к кремнию, проводники разводки, контактные площадки внешних выводов микросхемы. Вспомогательные элементы микросхем.	2	6
Итого	30	60

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
Тема 1. Основные свойства и группы полупроводников	Отличительные свойства полупроводников. Основные группы полупроводниковых материалов.	2	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект, устный опрос
Тема 2. Типы химической связи	Ковалентная связь. Ионная связь. Металлическая связь. Молекулярная связь (силы Ван-дер-Ваальса). Водородная связь	2	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект, устный опрос
Тема 3. Дефекты в полупроводниковых материалах	Точечные дефекты. Дислокации. Двумерные дефекты. Объемные нарушения	4	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект, лабораторная работа, устный опрос
Тема 4. Фазовые равновесия и элементы теории образования фаз.	Фазовые равновесия в полупроводниковых системах. Элементы общей теории образования фаз.	2	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект, лабораторная работа, устный опрос
Тема 5. Получение чистых полупроводниковых материалов	Кристаллизационные методы очистки. Коэффициент разделения примесей. Методы кристаллизационной очистки.	4	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект, лабораторная работа, устный опрос
Тема 6. Выращивание объемных	Получение кристаллов из жид-	4	Работа с литературой,	Учебно-методиче-	Конспект, устный

кристаллов полупроводников.	кой фазы. Выращивание кристаллов из газобразной фазы.		сетью «Интернет», конспектирование	ское обеспечение дисциплины	опрос
Тема 7. Легирование полупроводниковых материалов.	Легирование объемных кристаллов из жидкой фазы. Методы выравнивания состава вдоль кристалла.	4	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект, лабораторная работа, устный опрос
Тема 8. Диффузия примесей в кристаллах.	Возможные механизмы диффузии в твердых телах. Основные параметры диффузии. Распределение диффундирующих атомов по глубине. Экспериментальное определение коэффициентов диффузии. Диффузия в германии и кремнии.	4	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект, лабораторная работа, устный опрос
Тема 9. Монокристаллические пленки.	Эпитаксия. Рост эпитаксиальных пленок из газобразной фазы. Процессы зародышеобразования и структура пленок. Особенности гетероэпитаксии. Причины образования структурных дефектов. Методы эпитаксии.	2	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект, лабораторная работа, устный опрос
итого		28			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для реше-	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

ния поставленных задач.	
ДПК-2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
УК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать механизмы и методики поиска, анализа и синтеза информации. Уметь находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Конспект, лабораторная работа, устный опрос	Шкала оценивания лабораторной работы Шкала оценивания устного опроса
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать механизмы и методики поиска, анализа и синтеза информации. Уметь находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи. Владеть механизмами поиска информации, в том числе с применением современных информационных и коммуникационных технологий.	Конспект, лабораторная работа, устный опрос	Шкала оценивания лабораторной работы Шкала оценивания устного опроса
ДПК-2	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики. Уметь применять	Конспект, лабораторная работа, устный опрос	Шкала оценивания лабораторной работы Шкала

			основные методы решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики.		оценивания устного опроса
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики. Уметь применять основные методы решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики. Владеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики, и применить их в профессиональной деятельности.	Конспект, лабораторная работа, устный опрос	Шкала оценивания лабораторной работы Шкала оценивания устного опроса

Шкала оценивания лабораторных работ.

Критерии оценивания	Баллы
Если студент решил 71-90% от всех лабораторных работ	8-10
Если студент решил 51-70% от всех лабораторных работ	5-7
Если студент решил 31-50% от всех лабораторных работ	3-4
Если студент решил 0-30% от всех лабораторных работ	0-2

Шкала оценивания устных опросов.

Критерии оценивания	Баллы
Если студент отобразил в ответе 71-90% выбранной темы.	8-10
Если студент отобразил в ответе 51-70% выбранной темы	5-7
Если студент отобразил в ответе 31-50% выбранной темы	2-4
Если студент отобразил в ответе 0-30% выбранной темы	0-1

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерная тематика конспектов.

1. Агрегатные состояния вещества.
2. Кристаллическая структура твердого тела.
3. Химические связи в кристаллах. Тепловые колебания атомов.
4. Дефекты кристаллов.
5. Определение структуры кристалла.

Примерная тематика для курсовой работы

1. Кристаллическая структура твердого тела.
2. Дефекты кристаллов.
3. Зонная структура твердых тел. Электроны и дырки.
4. Электропроводность собственных полупроводников. Примесные полупроводники.
5. Влияние сильных электрических полей на электропроводность полупроводников.

Примерные вопросы к устным ответам.

1. Кристаллическая структура твердого тела.
2. Химические связи в кристаллах.
3. Тепловые колебания атомов.
4. Дефекты кристаллов.
5. Определение структуры кристалла.
6. Электронные состояния в твердых телах.
7. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.
8. Электропроводность металлов. Сверхпроводимость металлов.
9. Неоднородные полупроводники.
10. Диффузионные и дрейфовые токи.
11. Измерение параметров полупроводников.

Примерная тематика лабораторных работ.

1. Измерение удельного сопротивления полупроводниковых материалов 2-х зондовым методом.
2. Измерение удельного сопротивления полупроводниковых материалов 4-х зондовым методом.
3. Определение типа, проводимости полупроводниковых материалов по знаку термо-ЭДС.
4. Определение типа проводимости полупроводниковых материалов по виду вольт-амперной характеристики.
5. Снятие зависимости удельного сопротивления от температуры.
6. Определение концентрации и подвижности носителей путем эффекта Холла.

Примерная тематика вопросов для зачёта.

6. Неравновесные носители заряда. Время жизни неравновесных носителей заряда.
7. Диффузионные и дрейфовые токи.
8. Гальваномагнитные эффекты.
9. Термомагнитные эффекты.
10. Тепловые свойства полупроводников.

11. Контакт полупроводника и металла. Выпрямление на контакте полупроводника с металлом.
12. Образование *p-n*-переходов. Классификация *p-n*-переходов. Природа токов через *p-n*-переход.
13. Омические переходы.
14. Перенос носителей в тонких пленках.
15. Термоэлектрические явления.
16. Фотопроводимость.
17. Спектр поглощения полупроводников. Квантовый выход.
18. Люминесценция. Фото-э.д.с. в полупроводниках.
19. Квантовые генераторы. Твердотельные лазеры.
20. Приготовление полупроводниковых материалов и измерение их свойств. Соединения типа $A^{III}B^V$. Соединения типа $A^{II}B^{VI}$.
21. Оксидные полупроводники. Тугоплавкие полупроводники. Сверхпроводящие полупроводники. Магнитные полупроводники. Органические полупроводники.
22. Конструктивно-технологические особенности и варианты интегральных биполярных транзисторов, выполненных по планарно-эпитаксиальной технологии.
23. Конструктивно-технологические варианты исполнения биполярного и полевого транзисторов в одном кристалле
24. Интегральные диоды. Интегральные резисторы. Интегральные конденсаторы
25. Конструктивно-технологические варианты изоляции элементов микросхем друг от друга. Контакты к кремнию, проводники разводки, контактные площадки внешних выводов микросхемы.

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

Ответ обучающегося на зачёте оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльной оценкам.

Шкала оценивания курсовой работы

Критерии оценивания	Баллы
Если студент отобразил в курсовой работе 71-90% выбранной темы.	81-100
Если студент отобразил в курсовой работе 51-70% выбранной темы	61-80
Если студент отобразил в курсовой работе 31-50% выбранной темы	41-80
Если студент отобразил в курсовой работе 0-30% выбранной темы	0-40

Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине.

Оценка по 5-балльной системе	Оценка по 100-балльной системе
отлично	81 – 100
хорошо	61 - 80
удовлетворительно	41 - 60
неудовлетворительно	0 - 40

Шкала оценивания зачета

Баллы	Критерии оценивания
20	Обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные.
14	Систематическое посещение занятий, участие в практических занятиях, единичные пропуски по уважительной причине и их отработка, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения.
7	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: - излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; - не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры.
3	Обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы на промежуточной аттестации.

Баллы, полученные обучающимися в течение освоения дисциплины	Оценка по дисциплине
41-100	«зачтено»
0-40	«не зачтено»

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

1. Иванов, И.И. Электротехника и основы электроники: учебник для вузов / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. - 10-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2019. - 736с. – Текст: непосредственный.

Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники : учебник для вузов / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. — 11-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-7115-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155680> (дата обращения: 23.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела: учеб.пособие / Г. И. Епифанов. - 4-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2019. - 288с. – Текст: непосредственный.

Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1001-9. — Текст : электрон-

ный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210671> (дата обращения: 23.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Новожилов, О. П. Электротехника и электроника : учебник для бакалавров / О. П. Новожилов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 653 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2941-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/530807> (дата обращения: 23.06.2023).

6.2. Дополнительная литература

1. Бурбаева, Н. В. Основы полупроводниковой электроники / Бурбаева Н. В. , Днепровская Т. С. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 312 с. - ISBN 978-5-9221-1379-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113793.html> (дата обращения: 23.06.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Жеребцов И.П. Основы электроники. – Л.: Энергоатомиздат, 1989.
3. Зегря, Г. Г. Основы физики полупроводников / Зегря Г. Г. , Перель В. И. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 336 с. - ISBN 978-5-9221-1005-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110051.html> (дата обращения: 23.06.2023). - Режим доступа : по подписке.
4. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника : учебник для вузов / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 431 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08114-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510811> (дата обращения: 23.06.2023).
5. Лачин В.И. Электроника: учеб.пособие для вузов / В. И. Лачин, Н. С. Савелов. - 8-е изд. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. - 793с. — Текст: непосредственный.
6. Марченко, А. Л. Электротехника и электроника : учебник : в 2 томах. Том 1. Электротехника / А. Л. Марченко, Ю. Ф. Опадчий. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 574 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-009061-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2020596> (дата обращения: 23.06.2023). — Режим доступа: по подписке.
7. Марченко, А. Л. Электротехника и электроника : учебник : в 2 томах. Том 2. Электроника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 391 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5d2573fcd26f36.00961920. - ISBN 978-5-16-014295-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2006854> (дата обращения: 23.06.2023). — Режим доступа: по подписке.
8. Стрекалов, Ю.А. Физика твердого тела: учеб.пособие для вузов / Ю. А. Стрекалов, Н. А. Тенякова. - М. : Инфра-М, 2013. - 307с. — Текст: непосредственный.
9. Ткаченко, Ф. А. Электронные приборы и устройства : учебник / Ф.А. Ткаченко. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. — 682 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-004658-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062340> (дата обращения: 23.06.2023). — Режим доступа: по подписке.
10. Ямпольский В.С. Основы автоматики и электронно-вычислительной техники. М.: Просвещение 1991.

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по проведению лекционных занятий.
2. Методические рекомендации об организации выполнения и защиты курсовой работы.
3. Методические рекомендации по проведению лабораторных и практических занятий.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации

www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;

- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.