Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.11.2026 14:29:36
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fc69d2

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

Физико-математический факультет
Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано
деканом физико-математического факультета
«18» марта 2026 г.
_____
/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Технологии полупроводниковых материалов

Направление подготовки
03.03.02 Физика

Профиль:
Фундаментальная физика и нанотехнологии

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета
Протокол «18» марта 2026 г. № 8
Председатель УМКом_____
/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой фундаментальной
физики и нанотехнологии
Протокол от «17» февраля 2026 г. № 12
Зав. кафедрой_____
/Холина С.А./

Москва
2026

Авторы-составители:
Васильчикова Е.Н., кандидат физико-математических наук, доцент,
Емельянов В.А., кандидат физико-математических наук, доцент.

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) 2026

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 7
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины 12
7. Методические указания по освоению дисциплины 13
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине 13
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины 14

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:	96,5
Лекции	32
Лабораторные работы	64
Из них в форме практической подготовки	60
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,5
Зачет	0,2
Курсовая работа	0,3
Самостоятельная работа	22
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	Практическая работа	
		Общее кол-во	Из них в форме практической подготовки
Тема 1. Введение в материаловедение полупроводников. Классификация полупроводников. Кристаллическое строение, дефекты решетки.	4	10	10
Тема 2. Физико-химические основы очистки материалов. Процессы ректификации, дистилляции и химического транспорта. Зонная плавка.	6	10	10
Тема 3. Технологии выращивания объемных монокристаллов. Метод Чохральского. Метод Бриджмена. Бестигельная зонная плавка.	6	10	10
Тема 4. Технологии эпитаксиального роста наноструктур. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ). Газофазная эпитаксия (MOCVD).	6	10	10
Тема 5. Процессы легирования полупроводников. Диффузия примесей. Ионная имплантация. Радиационное легирование.	6	12	10
Тема 6. Методы диагностики и контроля параметров. Измерения эффекта Холла, четырехзондовый метод, АСМ, оптическая спектроскопия.	4	12	10
Итого	**32**	**64**	**60**

Практическая подготовка

Тема	Задание на практическую подготовку	Кол-во часов
Тема 1. Введение в материаловедение полупроводников.	Разработать методику экспресс-идентификации типа проводимости и кристаллографической ориентации слитков (*Si, GaAs*) для входного контроля на производстве.	10
Тема 2. Физико-химические основы очистки материалов.	Составить регламент безопасной работы с химически агрессивными веществами при глубокой очистке и травлении полупроводникового сырья.	10
Тема 3. Технологии выращивания объемных монокристаллов.	Разработать пошаговую технологическую карту (инструкцию) процесса затенения и разращивания кристаллического кремния заданного диаметра.	10
Тема 4. Технологии эпитаксиального роста наноструктур.	Разработать методику калибровки ростовых потоков молекулярных пучков в установке МЛЭ по данным дифракции быстрых электронов (RHEED).	10

Тема 5. Процессы легирования полупроводников.	Разработать оптимизированную программу термического отжига для восстановления кристаллической структуры кремния после высокодозной ионной имплантации.	10
Тема 6. Методы диагностики и контроля параметров.	Разработать методику метрологической аттестации оптического эллипсометра для контроля толщины сверхтонких наноразмерных диэлектрических пленок.	10
Итого		**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, 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, 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, устный опрос

Тема 6. Выращивание объемных кристаллов полупроводников.	Получение кристаллов из жидкой фазы. Выращивание кристаллов из газообразной фазы.	2	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект, устный опрос
Тема 7. Легирование полупроводниковых материалов.	Легирование объемных кристаллов из жидкой фазы. Методы выравнивания состава вдоль кристалла.	2	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект, 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.	2	Работа с литературой, сетью «Интернет», конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект, устный опрос
Тема 9. Монокристаллические пленки.	Эпитаксия. Рост эпитаксиальных пленок из газообразной 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, устный опрос
итого		**22**			

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 решения поставленных задач.	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа
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 применение современных информационных и коммуникационных технологий.	Конспект, лабораторная работа, устный опрос, практическая подготовка	Шкала оценивания лабораторной работы, шкала оценивания устного опроса, шкала оценивания практической подготовки
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 основные методы решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики.	Конспект, лабораторная работа, устный опрос	Шкала оценивания лабораторной работы, шкала 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, практическая подготовка	Шкала оценивания лабораторной работы, шкала оценивания устного опроса, шкала оценивания практической подготовки

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 конспекта

Критерии оценивания	Баллы
Если студент выполнил 71-90% от всех конспектов	8-10
Если студент выполнил 51-70% от всех конспектов	5-7
Если студент выполнил 31-50% от всех конспектов	3-4
Если студент выполнил 0-30% от всех конспектов	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

Шкала оценивания практической подготовки.

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

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 термоЭДС.
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.

Перечень заданий для практической подготовки

Задание 1: Разработать методику экспресс-идентификации типа проводимости и кристаллографической ориентации слитков Si и GaAs для входного контроля.

Содержание: Описание методов «горячего зонда» (термоЭДС) и термоэлектрического эффекта для определения типа проводимости (*n/p*). Описание метода световых фигур (лазерной рефлектометрии) или рентгеновской дифракции для определения ориентации (100, 111). Схема установки входного контроля и алгоритм оператора.

Форма отчета: Технологическая инструкция (ТИ) с блок-схемой алгоритма экспресс-контроля и таблицей эталонных параметров.

Задание 2: Составить регламент безопасной работы с химически агрессивными веществами при очистке и травлении полупроводникового сырья.

Содержание: Анализ опасностей при работе с плавиковой (*HF*), азотной (HNO_3) и серной (H_2SO_4) кислотами. Требования к СИЗ, вентиляции и материалам посуды. Алгоритм нейтрализации проливов и оказания первой помощи (включая антидоты для *HF*).

Форма отчета: Стандартная операционная карта безопасности (СОК) и лист производственного инструктажа.

Задание 3: Разработать пошаговую технологическую карту процесса затенения и разращивания кристаллического кремния заданного диаметра методом Чохральского.

Содержание: Описание этапов введения затравки, формирования шейки (вытягивание дислокаций), разращивания «конуса» до заданного диаметра и стабилизации цилиндрической части. Указание температурных режимов, скоростей вращения и вытягивания.

Форма отчета: Маршрутная технологическая карта (МК) с режимными таблицами и графиками изменения параметров по времени.

Задание 4: Разработать методику калибровки ростовых потоков молекулярных пучков в установке МЛЭ по данным дифракции быстрых электронов (RHEED).

Содержание: Физические основы измерения осцилляций интенсивности зеркального пучка RHEED при послойном росте. Методика расчета скорости роста (монослои в секунду) и пересчета в плотность молекулярного потока для эффузионных ячеек.

Форма отчета: Методическое руководство по калибровке с примерами графиков осцилляций и калибровочных кривых (зависимость скорости от температуры ячейки).

Задание 5: Разработать оптимизированную программу термического отжига для восстановления структуры кремния после высокодозной ионной имплантации.

Содержание: Сравнение режимов быстрого термического отжига (RTA) и лазерного отжига. Выбор температурно-временных профилей для активации примеси и устранения радиационных дефектов (аморфизации) без значительного размытия профиля легирования.

Форма отчета: Технологический регламент процесса отжига с температурно-временными диаграммами ($T = f(t)$) и расчетными профилями концентрации.

Задание 6: Разработать методику метрологической аттестации оптического эллипсометра для контроля толщины сверхтонких наноразмерных диэлектрических пленок (SiO_2, HfO_2).

Содержание: Алгоритм юстировки углов падения и поляризационных элементов. Выбор и описание эталонных мер толщины. Процедура оценки погрешности измерений эллипсометрических углов Ψ и Δ, а также расчета неопределенности толщины пленок (в диапазоне 1–10 нм).

Форма отчета: Программа и методика метрологической аттестации (ПМА) с формой протокола поверки/калибровки прибора.

Примерная тематика для курсовой работы

1. Технология выращивания монокристаллического кремния методом Чохральского для силовой электроники.
2. Особенности получения поликристаллического кремния силан-методом.
3. Технология получения бездислокационных монокристаллов кремния методом бестигельной зонной плавки.
4. Получение профилированных кристаллов полупроводников методом Степанова.
5. Метод молекулярно-лучевой эпитаксии в производстве гетероструктур на основе арсенида галлия (GaAs).
6. Механическая обработка полупроводниковых материалов.
7. Процессы жидкостного и сухого (плазмохимического) травления кремниевых структур.
8. Ионная имплантация как метод легирования полупроводников: механизмы внедрения примесей и радиационные дефекты.
9. Диффузионное легирование кремния: математическое моделирование и технологические режимы.
10. Высокотемпературная диффузия бора и фосфора в кремниевых структурах.
11. Методы радиационной модификации свойств полупроводниковых материалов.
12. Влияние ростовых дефектов (дислокаций, вакансий) на электрофизические свойства кремния.
13. Методы геттерирования примесей в технологии производства интегральных микросхем.
14. Методы нанесения тонких пленок органических полупроводников для гибкой электроники.
15. Получение и стабилизация перовскитных полупроводниковых материалов для солнечных элементов.
16. Методы контроля электрофизических параметров полупроводников (метод Холла, четырехзондовый метод).
17. Рентгеноструктурный анализ дефектов кристаллической решетки в полупроводниковых гетероструктурах.
18. Исследование дефектов структуры полупроводников методами избирательного химического травления.
19. Технология получения полупроводниковых материалов для лазерных диодов ИК-диапазона.
20. Синтез термоэлектрических полупроводниковых материалов на основе теллурида висмута (Bi_2Te_3).
21. Материалы для фотоприемников видимого и УФ-диапазонов на основе широкозонных полупроводников.
22. Разработка технологии создания прозрачных проводящих оксидов (ТСО) для оптоэлектронных приборов.

Примерная тематика вопросов для зачёта.

1. Классификация полупроводниковых материалов: простые полупроводники и полупроводниковые соединения $A^{III}B^{V}$, $A^{II}B^{VI}$, их основные свойства.
2. Зонная структура полупроводников: собственная и примесная проводимость, энергетические уровни дефектов.

3. Кристаллическая структура основных полупроводников: решетки типа алмаза и сфалерита.
4. Виды дефектов в кристаллах (точечные, линейные, объемные) и их влияние на электрофизические свойства материалов.
5. Термодинамические основы процессов очистки: физико-химические параметры разделения веществ (давление пара, летучесть).
6. Методы глубокой очистки: ректификация, дистилляция и химический транспорт.
7. Принцип зонной плавки: диаграммы состояния систем «полупроводник–примесь» и эффективный коэффициент распределения примеси (k_0) и $k_{эфф}$).
8. Математическое описание перераспределения примесей при однократном и многократном проходах жидкой зоны.
9. Метод Чохральского: технологическая схема, механизмы тепло- и массопереноса при вытягивании кристаллов из расплава.
10. Управление геометрией слитков и распределением легирующих примесей по длине монокристалла в методе Чохральского.
11. Метод Бриджмена–Стокбаргера: направленная кристаллизация в тигле, достоинства и ограничения метода.
12. Метод бестигельной зонной плавки: физика процесса, получение сверхчистых монокристаллов кремния дислокационного и бездислокационного типа.
13. Термодинамика и кинетика эпитаксиального роста: понятия гомоэпитаксии и гетероэпитаксии, критическая толщина псевдоморфного роста.
14. Газофазная эпитаксия (ГФЭ / CVD): химизм процессов, применение металлоорганических соединений (MOCVD) для роста структур $A^{III}B^{V}$.
15. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ): конструкция сверхвысоковакуумной установки, механизмы формирования атомарно-гладких гетерограниц.
16. Технологические особенности формирования низкоразмерных структур: квантовых ям, нитей и квантовых точек (механизм Странского–Крастанова).
17. Диффузионное легирование: законы Фика, диффузия из неограниченного и ограниченного источников, профили распределения концентрации.
18. Микроскопические механизмы диффузии: вакансионный, междоузельный, межузельно-вакансионный (эстафетный).
19. Ионная имплантация: физические основы внедрения ионов, профиль распределения пробегов (распределение Гаусса).
20. Радиационные дефекты при ионной имплантации и методы их устранения (быстрый термический и лазерный отжиг).
21. Ядерно-легированный кремний: принцип радиационного легирования под действием тепловых нейтронов.
22. Четырехзондовый метод: физический принцип измерения удельного электрического сопротивления и пластин полупроводников.
23. Эффект Холла в полупроводниках: определение знака (типа) проводимости, концентрации и холловской подвижности носителей заряда.
24. Оптические методы диагностики: определение ширины запрещенной зоны (E_g) и состава твердых растворов по спектрам поглощения и фотолюминесценции.
25. Применение атомно-силовой микроскопии (АСМ) для контроля морфологии поверхности и шероховатости эпитаксиальных наноструктур.

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 пятибалльным 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 оценивания результатов освоения дисциплины

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

Количество баллов	Оценка по традиционной шкале
81-100	Отлично
61-80	Хорошо
41-60	Удовлетворительно
0-40	Неудовлетворительно

Шкала оценивания зачета

Баллы	Критерии оценивания
15-20	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.
8-14	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.
4-7	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.
0-3	Обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины

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

Количество баллов	Оценка по традиционной шкале
81-100	Зачтено
61-80	Зачтено
41-60	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, 2023. - 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: 23.03.2026). — 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 : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210671 (дата обращения: 23.03.2026). — 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: 23.03.2026).

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: 23.03.2026). - 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: 23.03.2026). - 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: 23.03.2024).
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: 23.03.2026). – 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: 23.03.2026). – 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: 23.03.2026). – 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
3. Электронно-библиотечная система Лань https://e.lanbook.com
4. ООО «Электронное издательство Юрайт» https://urait.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 «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 подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.