

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

Направление: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Иванов Николай Аркадьевич
Дата подписания: 06.08.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 30.08.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Ниндакова Лидия
Очировна
Дата подписания: 27.08.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Материалы и элементы электронной техники» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-5 Готовность рассчитывать и проектировать основные параметры наноструктурных материалов различного функционального назначения и компонентов нано- и микросистемной техники	ПКР-5.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-5.4	Знает элементную базу современной электроники, умеет построить модель основных элементов, владеет программными средствами	Знать Знать элементную базу современной электроники Уметь Уметь построить модель основных элементов Владеть Владеть программными средствами

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Материалы и элементы электронной техники» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Микрооптика и фотоника», «Конструирование микро- и наносистем», «Квантовая и оптическая электроника»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	36	36
лекции	9	9
лабораторные работы	9	9
практические/семинарские занятия	18	18
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	36	36
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 8

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Строение материалов и их свойства	1	1			1	2	2	28	Устный опрос
2	Свойства проводниковых материалов	2	1	1	4	5	2			Устный опрос
3	Магнитные материалы	3	1			3	2			Устный опрос
4	Свойства магнитных материалов	4	1							Устный опрос
5	Диэлектрики. Свойства диэлектрических материалов.	5	2	2	3	4	4			Устный опрос
6	Полупроводников ые материалы. Свойства полупроводников ых материалов.	6	2	3	2	2	4	1	8	Устный опрос
7	Сверхпроводники	7	1			6	4			Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		9		9		18		72	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Строение материалов и их свойства	Строение твердых тел. Структура и ее влияние на свойства материалов. Физико-химические свойства материалов. Элементы зонной теории твердых тел.
2	Свойства проводниковых материалов	Материалы высокой проводимости. Сплавы высокого сопротивления. Сплавы для термопар и припои. Тугоплавкие металлы. Металлы со средним значением температуры плавления. Неметаллические проводящие материалы.
3	Магнитные материалы	Классификация магнитных материалов. Магнитные свойства ферро- и ферримагнетиков. Особенности ферримагнетиков. Магнитные материалы в переменном поле
4	Свойства магнитных материалов	Магнитомягкие низкочастотные материалы. Магнитомягкие высокочастотные материалы.

		Магнитные материалы специального назначения. Магнитотвердые материалы.
5	Диэлектрики. Свойства диэлектрических материалов.	Поляризация диэлектриков. Электропроводность. Пробой диэлектриков. Потери в диэлектриках. Пассивные диэлектрики. Полимеры. Композиционные пластмассы. Электроизоляционные компаунды. Неорганические стекла. Ситаллы. Керамика. Активные диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Электреты. Жидкие кристаллы. Материалы для твердотельных лазеров
6	Полупроводниковые материалы. Свойства полупроводниковых материалов.	Собственные и примесные полупроводники. Температурная зависимость удельной проводимости. Неравновесные носители заряда. Термо-ЭДС и эффект Холла. Простые полупроводники. Кремний. Германий. Сложные полупроводники. Полупроводниковые соединения типа AIII BV. Полупроводниковые соединения типа AII BV. Полупроводниковые соединения типа AIV BIV.
7	Сверхпроводники	Сверхпроводимость. Магнитные свойства сверхпроводников. Физическая природа сверхпроводимости.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 8

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Измерение электропроводности проводников.	4
2	Измерение диэлектрической проницаемости диэлектриков.	3
3	Изучение работы полупроводникового транзистора	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Устный опрос, дискуссии	2
2	Устный опрос, дискуссии	4
3	Устный опрос, дискуссии	2
4	Устный опрос, дискуссии	4
5	Устный опрос, дискуссии	2
6	Устный опрос, дискуссии	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	8
2	Проработка разделов теоретического материала	28

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссии, компьютерные симуляции

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Методические рекомендации к решению задач.

Как следует из любого курса естественных дисциплин, мы всегда имеем дело с тем или иным приближением, упрощением. Абсолютно точное решение иногда не имеет смысла в силу статистического характера понятий, неточной определенности задаваемых или конечной точности измеряемых величин, несоизмеримости стоимости получения большого количества знаков после запятой и реальной важности такого результата. Часто достаточно знать лишь порядок величины. Однако численная оценка весьма полезна для быстрого получения результата, анализа или прогноза ситуации, выбора средств и т.д. Физик, как никто другой, должен уметь делать численные оценки, в том числе в уме, аргументировано подходить к точности оценки. Сказанное относится и к решению задач по квантовой электронике. Дело тут не только в правилах округления или определения значащих цифр в конечном результате, но и в смысле получаемого результата. Например, число генерируемых мод не может «равняться 11,3» - это целая величина, а оценка минимальной мощности лампы накачки числом 6620 Вт бессмысленна по точности – значение имеет только порядок величины. Поэтому следует различать задачи на точные и оценочные.

Однозначное решение возможно при однозначной постановке условий задачи. При недостаточности (на ваш взгляд) условий, ситуацию в разумных пределах можно использовать, задав недостающие параметры, например, в виде округленных значений. Если для вычислений необходима, но не указана длина волны излучения лазера, и ничто прямо не указывает на ее принадлежность к конкретному известному источнику, то вы можете для упрощения вычислений в задаче взять ее равной, например, 1 мкм. Если не указан показатель преломления – примите его равным единице. Любую неоднозначность условий вы в праве также использовать на свое усмотрение. Но! Обязательно оговорите все условия, сделайте их достаточными и однозначными, обоснуйте при необходимости свой выбор. Если, как и в реальной жизни, в условиях задачи дано избыточное количество исходной информации - используйте необходимую.

Типичной ошибкой при решении задач, расчетах является несоблюдение одинаковых размерностей величин. Во всех разделах физики, наряду с системными, используются внесистемные, принятые в данной области науки, техники единицы. В оптике, спектроскопии, квантовой электронике – это волновые числа (вместо частоты) в см⁻¹, длина волны в ангстремах, нанометрах, микрометрах (миллимикронах), сечения вынужденных переходов в см², показатель усиления или поглощения в см⁻¹, объемные плотности энергии, концентрации и т.п. в соответствующих единицах, отнесенных к см³. Необходимо знать системы единиц, основные и производные единицы и правильно ими пользоваться. Но в то же время надо уметь профессионально оперировать внесистемными,

общепринятыми в данной области и понятными специалистам величинами. Крайне желательно вместе с цифровыми вычислениями проводить проверку размерности окончательного результата по известному правилу

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Выполнение работ может опережать лекционный курс, поэтому описанию практических задач предшествуют краткие теоретические сведения, вводящие обучающихся в суть изучаемых вопросов. На первом лабораторном занятии студенты должны быть ознакомлены с правилами безопасности и строго выполнять их во время проведения занятий.

Подготовка к выполнению лабораторной работы включает:

1. Чтение теоретического раздела;
2. Выделение цели работы и методики эксперимента;
3. Ознакомление с оборудованием;
4. Ознакомление с порядком предлагаемых действий;
5. Ответы на контрольные вопросы к лабораторной работе.

Выполнение лабораторной работы включает несколько этапов:

1. Получение допуска к эксперименту.
2. Проведение эксперимента.
3. Получение результатов и их обсуждение.
4. Оформление отчета.
5. Защита выполненной работы.

Результаты эксперимента представляются в виде отчета, содержащего таблицы, графики и выводы. Обсуждение результатов и выводов проводится сначала в малой группе, выполняющей работу, затем с преподавателем. Возможен дискуссионный характер обсуждения, связанный с определением свойств новых, экспериментальных материалов.

Требования к отчетным материалам: отчеты по каждой лабораторной работе должны представляться студентом лично в печатной или рукописной форме. Отчет должен соответствовать стандарту ИрНИТУ СТО -027 – 2009, который устанавливает требования к лабораторным занятиям, проводимым по различным образовательным программам высшего профессионального образования ИрНИТУ, определяет состав и содержание организационных и учебно-методических мероприятий, осуществляемых в процессе их подготовки и проведения, а также ответственность в рамках данного процесса.

В отчете должны быть указаны номер и название лабораторной работы, группа и фамилия студента. Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие разделы: цель работы, задание, использованные приборы и принадлежности, краткие теоретические сведения, ход работы, выводы. В экспериментальной части приводятся полученные данные и их объяснение на основе теоретических сведений к работе. Представление экспериментальных данных по выполнению каждого задания должно быть последовательным. Там, где необходимо, данные должны быть представлены в виде таблиц, графиков, рисунков или спектров. Формы таблиц и вид рисунков приведены в описании работы. Каждое число в таблице должно содержать столько значащих цифр, сколько позволяет точность опытных данных. Расчетные данные следует предварять соответствующими уравнениями с указанием обозначений физических величин. Выводы должны быть изложены четко и кратко.

При этом все спектры, графики должны быть либо выведены на печать из программы, поставляемой с прибором, либо экспортированы в MS Excel или аналогичный редактор. Допускается построение графиков от руки на миллиметровой бумаге.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа включает себя изучение лекционного материала с привлечением учебных пособий, подготовку к лабораторным работам, решение задач, подготовку к защите отчетов по лабораторным работам, подготовку к экзамену.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 8 | Устный опрос

Описание процедуры.

Описание процедуры: вопрос-ответ

Критерии оценивания.

Критерии оценки: Количество правильных ответов

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-5.4	Знает элементную базу современной электроники, умеет построить модель основных элементов, владеет программными средствами	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Если к концу семестра у студента нет задолженностей по лабораторным работам, то студент допускается к сдаче экзамена. Время и место сдачи определяется расписанием. Форма сдачи экзамена состоит в том, что студенту предлагается ответить на один или несколько контрольных вопросов, примеры представлены в п. 6.2.2. В оценку знаний входит оценка по теории путем тестирования по контрольным вопросам (до 50 %), по результатам защиты лабораторных работ (до 40 %), и дополнительные поощрительные баллы (до 10 %) за примерную посещаемость, активность и др.

Оценочные средства формируются по темам дисциплины

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Обучающийся раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию данного предмета как учебной дисциплины; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя	Ответ студента удовлетворяет в основном требованиям на отметку «отлично», но при этом имеет место один из недостатков: допущены неточности при ответе на вопрос, исправленные по замечанию преподавателя	Обучающийся неполно или непоследовательно ответил на вопрос, имеются ошибки при ответах, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы знания, достаточные для дальнейшего усвоения материала, определенного учебной программой дисциплины	Выставляется в случаях, если студентом не раскрыто основное содержание вопроса; обнаружено незнание или неполное понимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала; допущены грубые ошибки при ответах на вопросы, которые не исправлены после наводящих вопросов преподавателя

7 Основная учебная литература

1. Пасынков В. В. Полупроводниковые приборы : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Электроника и микроэлектроника"... / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин, 2006. - 478.
2. Александров П. С. Введение в теорию размерности. Введение в теорию топологических пространств и общую теорию размерности / П. С. Александров, Б. А. Пасынков, 1973. - 575.
3. Пасынков В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин, 2009. - 478, [2].
4. Пасынков В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие для вузов / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин, 2022. - 480.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Антипов Б. Л. Материалы электронной техники. Задачи и вопросы : учебник для вузов по специальностям электронной техники / Б. Л. Антипов, В. С. Сорокин, В. А. Терехов; под ред. В. А. Терехова, 2003. - 206.
2. Радиокерамика / Н. П. Богородицкий [и др.]; под ред. Н. П. Богородицкого, В. В. Пасынкова, 1963. - 554.

3. Богородицкий Н. П. Электротехнические материалы : учеб. для вузов / Н. П. Богородицкий, В. В. Пасынков, Б. М. Тареев, 1977. - 352.
4. Пасынков Владимир Васильевич. Материалы электронной техники : учебник: Для вузов по специальностям электрон. техники / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин, 2001. - 366.
5. Богородицкий Н. П. Электротехнические материалы : учеб. для электротехн. и энерг. специальностей вузов / Н. П. Богородицкий, В. В. Пасынков, Б. М. Тареев, 1985. - 304.
6. Справочник по электротехническим материалам : в 3 т. / под редакцией: Ю. В. Корицкого, В. В. Пасынкова, Б. М. Тареева. Т. 1, 1974. - 583.
7. Исследование и применение широкозонных полупроводников : сборник научных трудов / ред. В. В. Пасынков, 1982. - 110.
8. Пасынков В. В. Материалы электронной техники : учебник для вузов по специальностям "Полупроводники и диэлектрики" и "Полупроводниковые и микроэлектронные приборы" / В. В. Пасынков, 1980. - 406.
9. Пасынков В. В. Нелинейные полупроводниковые сопротивления и их применение / В. В. Пасынков [и др.], 1962. - 212.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска.

Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.