

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

«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ 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:
Дёмин Александр Павлович
Дата подписания: 26.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 27.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Ниндакова Лидия
Очировна
Дата подписания: 26.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Физические основы электронной техники» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-6 Готовность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и других нормативных документов	ПКР-6.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-6.2	Знает современное состояние структуры, строения, зонную теорию твердого тела и физические процессы происходящие в них. Проводит анализ влияния внешних факторов на физические свойства материалов, используемых в электронных устройствах. Рассчитывает электропроводность проводниковых и полупроводниковых материалов. Владеет методикой определения электрических и магнитных параметров компонентов электронной техники	Знать природу взаимодействия электронов (движущихся в вакууме, газе, проводнике, диэлектрике, полупроводнике или магнитном материале) с электромагнитными полями Уметь рассчитать электропроводимость, фотопроводимость проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалов Владеть методикой определения оптических, электрических и магнитных параметров компонентов электронной техники

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физические основы электронной техники» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Физические основы микро- и наносистемной техники», «Физические основы электроники»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Гетероструктурные полупроводниковые приборы», «Электроника и схемотехника», «Вакуумная и плазменная электроника», «Твердотельная электроника»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5

Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
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 № 5

№ 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	Классификация кристаллической структуры материалов используемых в электронной технике	1	4			1, 2, 3	6			Устный опрос
2	Зонная теория твердого тела.	2	4			4, 5	4			Собеседование
3	Статистика носителей зарядов в кристалле	3	4			6, 7, 8, 9, 10, 11	14			Собеседование
4	Электропроводность твердых тел.	4	8			12	4	3	10	Контрольная работа
5	Использование магнитных материалов в электронной технике	5	4			13	4			Собеседование
6	Приборы электронной техники	6	8					1, 2	34	Собеседование
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32				32		80	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Классификация	Кристаллическая решетка. Классификация

	кристаллической структуры материалов используемых в электронной технике	кристаллов по типу связей. Дефекты в реальных кристаллах. Влияние дефектов на физические свойства изделий электронной техники
2	Зонная теория твердого тела.	Энергетические уровни свободных атомов. Коллективизация электронов в кристалле. Превращение энергетических уровней свободных электронов в энергетические зоны в кристаллах. Движение электронов в периодическом поле кристалла. Понятие об эффективной массе электрона. Волновая механика свободных электронов. Зонная структура собственных и примесных полупроводников. Зонная структура металлов и диэлектриков.
3	Статистика носителей зарядов в кристалле	Функция распределения электронов по состояниям. Вырожденные и невырожденные коллективы. Функция распределения Ферми-Дирака. Статистика Максвелла-Больцмана. Невырожденные полупроводники. Положение уровня Ферми и концентрация носителей заряда в собственных и примесных полупроводниках. Равновесные и неравновесные носители зарядов в полупроводниках. Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводниках.
4	Электропроводность твердых тел.	Электропроводность проводников, полупроводников и диэлектриков. Зависимость электропроводности от внешних воздействий. Дрейф носителей заряда в полупроводниках. Диффузия носителей заряда в полупроводниках. Плотность полного тока. Уравнение непрерывности. Явления в сильных электрических полях. Сверхпроводники первого и второго рода. Куперовская пара. Влияние температуры и магнитного поля на сверхпроводимость.
5	Использование магнитных материалов в электронной технике	Классификация магнитных материалов. Магнитные материалы специального назначения. Материалы с ППГ. Материалы с ЦМД. Термомагнитные, магнитострикционные, магнитооптические и др.
6	Приборы электронной техники	Электроракуумные приборы и основы их работы. Оптоэлектронные приборы. Приборы на основе автоэлектронной эмиссии. Гетеропереходы и приборы на их основе. Квантовые приборы. Перспективы развития электроники. Наноэлектроника. Классификация и обозначения полупроводниковых приборов.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Обозначение узлов, направлений и плоскостей в кристаллах. Решетки Бравэ. Индексы Миллера.	2
2	Классификация кристаллов по типу связи.	2
3	Дефекты кристаллической решетки и методы их регистрации.	2
4	Распределение электронов по энергетическим уровням.	2
5	Превращение энергетических уровней свободных электронов в энергетические зоны.	2
6	Движение электрона в периодическом поле кристалла	2
7	Функция распределения электронов по состояниям.	2
8	Функция распределения Ферми-Дирака	2
9	Статистика Максвелла-Больцмана	2
10	Положение уровня Ферми и концентрация носителей заряда в полупроводниках.	4
11	Рекомбинация носителей заряда в полупроводнике.	2
12	Электропроводность проводников, полупроводников и диэлектриков.	4
13	Влияние внешних факторов на магнитные свойства материалов	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	20
2	Подготовка к контрольным работам	14
3	Подготовка к практическим занятиям	10

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

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

Практические (семинарские) занятия посвящены решению задач и обсуждению тем, указанных в перечне практических занятий.

Лессинг А.А. Физические основы электроники. Методические указания к практическим занятиям – Иркутск, 2008.- 24 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Лессинг А.А. Физические основы электроники. Методические указания для СРС - Иркутск, 2010. – 10 с.

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 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос проводится на практических занятиях. Для этого используются конспект лекций и учебное пособие: Пионкевич В. А. Физические основы электроники: учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2017. - 289 с.

Критерии оценивания.

Вопросы для контроля:

1. Что Вы знаете об агрегатном состоянии материалов?
2. Как классифицируются материалы по химическому составу и типу связи?
3. Как классифицируются материалы электронной техники по электрическим свойствам?
4. Как классифицируются материалы по степени упорядоченности структуры?
5. Какие виды химической связи Вы знаете?
6. Назовите какие бывают виды дефектов кристаллической структуры?

Критерии оценки:

Для успешной сдачи контроля необходимо полно ответить на контрольные вопросы.

6.1.2 семестр 5 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Тема (раздел): Электропроводность проводников, полупроводников и диэлектриков

Описание процедуры: Контрольная работа проводится на практических занятиях. Для этого используются конспект лекций и учебное пособие: Пионкевич В. А. Физические основы электроники: учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2017. - 289 с.

Критерии оценивания.

Вопросы для контроля:

1. Поляризация диэлектриков, их классификация.
2. Влияние внешних факторов на диэлектрическую проницаемость.
3. Электропроводность диэлектриков.
4. Влияние примесей, температуры и влажности окружающей среды на объемную и поверхностную проводимость твердых диэлектриков.
5. Виды диэлектрических потерь.
6. Пробой диэлектриков.

7. Понятие об электрической прочности.
8. Механизмы пробоя газов, жидкостей и твердых диэлектриков.
9. Поверхностный разряд.
10. Электрическая прочность тонких пленок.
11. Оптические свойства диэлектриков.

Критерии оценки:

Для успешной сдачи контроля необходимо полно ответить на контрольные вопросы

6.1.3 семестр 5 | Собеседование

Описание процедуры.

Тема (раздел): Электропроводность проводников, полупроводников и диэлектриков

Описание процедуры: Собеседование проводится на практических занятиях. Для этого используются конспект лекций и учебное пособие: Пионкевич В. А. Физические основы электроники: учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2017. - 289 с.

Критерии оценивания.

Для успешной сдачи контроля необходимо полно ответить на контрольные вопросы.

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-6.2	Демонстрирует знание зонной теории твердого тела. Способен провести анализ влияния внешних факторов на физические свойства материалов, используемых в электронных устройствах, рассчитать электропроводность проводниковых и полупроводниковых материалов. Может определить оптические, электрические и магнитные параметры компонентов электронной техники.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Положительному проведению экзамена способствует систематическое посещение лекционных, практических занятий, тщательная проработка вопросов, выносимых на обсуждения на групповых занятиях и самостоятельная подготовка обучающихся. При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с вопросами, составить структурно-логическую схему ответа на каждый вопрос, используя при этом материалы лекционных и контрольных вопросов на практических занятиях, рекомендуемую преподавателем литературу. При возникновении сложностей в процессе подготовки к экзамену необходимо обратиться за консультацией к преподавателю.

Экзамены являются заключительным этапом изучения учебной дисциплины и имеют целью проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. Экзамен проводится в объеме рабочей программы учебной дисциплины. В экзаменационный билет включены три теоретических вопроса и одна задача из разных разделов программы.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении заданий на практических занятиях.	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания на практических занятиях

разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.			
---	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Пионкевич В. А. Физические основы электроники : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2017. - 289.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Герасимов С. М. Физические основы электронной техники : учебное пособие для вузов по специальности "Электронные приборы" / С. М. Герасимов, М. В. Белоус, В. А. Москалюк, 1981. - 367.

2. Методические указания по проведению лабораторных работ по дисциплине "Физические основы электроники" [Электронный ресурс] : для студентов по направлению подготовки/специальности 11.03.01 "Радиотехника" и 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 9.

3. Пионкевич В. А. Физические основы электроники : лабораторный практикум / В. А. Пионкевич, 2021. - 62.

4. Фискина М. М. Физические основы электроники : электронный курс / М. М. Фискина, 2023

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.