

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Ивановский государственный политехнический университет"**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____

_____ 2026 г.

Физика конденсированного состояния
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	ЕНИТБ (Естественных наук и техносферной безопасности)		
Учебный план	28.03.02 Наноинженерия; 08.03.01 Строительство		
Направленность (профиль)	Инженерия нанокompозитных материалов в строительстве		
Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	128	Виды контроля в семестрах: экзамен, 5 семестр	
в том числе:			
аудиторные занятия	60		
самостоятельная работа	36		
часов на контроль	32		

**Распределение часов дисциплины
по семестрам**

Семестр	5		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	14	14	14	14
Практические	14	14	14	14
Итого ауд.	60	60	60	60
Контактная работа	60	60	60	60
Сам. работа	36	36	36	36
Часы на контроль	32	32	32	32
Итого	128	128	128	128

Программу составил(и):

Комарова Т.А., доцент, _____

Рецензент(ы):

Бондаренко Л.И., доцент, _____

Рабочая программа дисциплины

Физика конденсированного состояния

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 28.03.02 Наноинженерия. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 923
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (Приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 481)

составлена на основании учебного плана

28.03.02 Наноинженерия; 08.03.01 Строительство

утвержденного ученым советом вуза от 26.03.2026 протокол №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

ЕНиТБ (Естественных наук и техносферной безопасности)

Зав. кафедрой Красильников И.В. _____

Согласовано

Зав. выпускающей кафедрой ЕНиТБ Красильников И.В. _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Цели:	Целью освоения дисциплины «Физика конденсированного состояния» является формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования свойств конденсированных сред при создании объектов и систем с нанометровыми размерами в различных областях нанотехнологий.
Задачи:	- расширение научного кругозора и эрудиции обучающихся на базе изучения фундаментальных результатов физики конденсированного состояния и способов практического использования свойств конденсированных сред; - развитие понимания взаимосвязи структуры и состава конденсированных сред, в первую очередь – твердых тел, и многообразия их физических свойств; - практическое овладение методами теоретического описания и основными теоретическими моделями конденсированного состояния; - навыками постановки физического эксперимента по изучению свойств конденсированных сред и основными экспериментальными методиками.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
	Обучающемуся, приступающему к изучению дисциплины необходимо Знать: фундаментальные законы физики для объяснения свойств и поведения материалов, строение вещества, типы химической связи; - методы описания и анализа поведения квантовомеханических систем; - основные типы и характеристики материалов. Уметь: использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы физики, химии, квантовой механики в интегрировании имеющихся знаний; - обосновать возможности использования различных материалов в конкретных случаях. Владеть: математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов физики, химии, квантовой механики к описанию, анализу явлений и процессов в объеме, необходимом для освоения наук о наноматериалах и прикладных основ материаловедения.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
	Методы диагностики в инженерии наноматериалов

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ	
ПК-10:Способен применять теоретические модели и экспериментальные методы при решении поставленных задач в профессиональной деятельности	
ПК-10.1. Анализирует результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики конденсированного состояния	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:	
Знать:	- классификацию кристаллических решеток, основные типы структурных дефектов; - основные положения зонной теории электропроводности, особенности энергетического спектра электрона в кристалле, классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории; - особенности классического и квантово-механического описания электронного газа; - физическую природу магнетизма, основные типы магнетиков; - основные экспериментальные методы изучения структуры, электрических и магнитных свойств твердых тел.
Уметь:	- применять полученные знания при изучении общеинженерных и специальных дисциплин, выделяя конкретное физическое содержание в прикладных задачах; - выполнять измерения физических параметров, оценивать погрешности и обрабатывать результаты измерений; - анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики конденсированного состояния; - работать с приборами и оборудованием в лаборатории.
Владеть:	- навыками использования современных подходов и методов физики конденсированного состояния; - методами планирования и проведения измерительных экспериментов, выбора и использования методов обработки экспериментальных данных и оценки результатов экспериментов; - навыками использования методов определения физических и физико-механических свойств материалов; - математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических систем, явлений и процессов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
Раздел 1. Элементы кристаллографии и физики кристаллов Тема 1.1. Кристаллические и аморфные тела Тема 1.2. Классификация кристаллов по типам сил связей Тема 1.3. Природа сил связей в кристаллах			
/Лек/	5	6	
/Пр/	5	2	
/СР/	5	4	
Раздел 2. Основы зонной теории твердых тел Тема 2.1. Образование энергетических зон в кристаллах Тема 2.2. Локальные энергетические уровни в кристаллах Тема 2.3. Эффективная масса электронов			
/Лек/	5	8	
/Пр/	5	2	
/Лаб/	5	4	
/СР/	5	7	
Раздел 3. Физические свойства твердых тел Тема 3.1. Тепловые свойства твердых тел Тема 3.2. Упругие свойства кристаллов			
/Лек/	5	4	
/Пр/	5	4	
/Лаб/	5	4	
/СР/	5	7	
Раздел 4. Электрические свойства и явления в твердых телах Тема 4.1. Свойства диэлектриков в статических полях. Тема 4.2. Сегнетоэлектрические кристаллы Тема 4.3. Полупроводники Тема 4.4. Металлы Тема 4.5. Сверхпроводимость твердых тел			
/Лек/	5	8	
/Пр/	5	2	
/Лаб/	5	4	
/СР/	5	9	
Раздел 5. Магнитные свойства твердых тел Тема 1. Диамагнетизм и парамагнетизм. Тема 2. Ферромагнетизм			
/Лек/	5	6	
/Пр/	5	4	
/Лаб/	5	2	
/СР/	5	9	
/Эк/	5	32	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В рамках внутренней системы оценки качества подготовки для текущего контроля и промежуточной аттестации в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся (очной формы обучения). При реализации образовательной программы в университете применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Для проведения аудиторной и внеаудиторной контактной работы используются технологии видеоконференцсвязи. Для проведения всех видов занятий используется электронная информационно-образовательная среда вуза. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. При реализации различных видов учебной работы по дисциплине используются следующие образовательные технологии: 1) лекции с использованием методов проблемного изложения материала; 2) лабораторные работы, проводятся с элементами научных исследований, сопоставляя наблюдаемые явления и эффекты с теоретическими выкладками; 3) практические занятия, проводятся с элементами проблемного обучения при решении учебных задач. При проведении занятий для пробуждения у обучающихся интереса и эффективного усвоения учебного материала используются методы активного обучения: • презентации с использованием различных вспомогательных средств: видео, слайдов, компьютеров; • мини-лекция: эффективная форма преподнесения теоретического материала; • обратная связь: позволяет выяснить реакцию участников на обсуждаемые темы, увидеть достоинства и недостатки

организации и проведения обучения, оценить результат.

При проведении интерактивных методов обучения преподаватель регулирует процесс и занимается общей организацией, готовит заранее необходимые задания и формулирует вопросы или темы для обсуждения в группах, дает консультации, контролирует время и порядок выполнения намеченного плана. Интерактивные методы обеспечивают высокую мотивацию, прочность знаний, творчество и фантазию, коммуникабельность, активную жизненную позицию обучающегося.

Проблемное обучение целесообразно осуществлять в следующих основных формах: элементы проблемного изложения в лекционном курсе; решение задач, содержание которых непосредственно связано с будущей специальностью обучающегося.

С целью организации самостоятельной работы обучающихся определены содержание, объем и формы учебного труда как в аудитории, так и вне учебного расписания.

При изучении дисциплины не предусмотрено участие обучающихся в проектной деятельности.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Перечень оценочных средств:

1. Собеседование (защита по лабораторной работе)

Пример вопросов к собеседованию по лабораторной работе

Тема лабораторной работы: "Исследование процесса намагничивания ферромагнетика и снятие петли магнитного гистерезиса"

1. Что называется магнитной проницаемостью?

2. Как классифицируют магнетики?

3. Что такое домены?

4. Почему значение μ для ферромагнетиков велико?

5. Что такое магнитный гистерезис?

2. Контрольная работа (представлен в ФОСе)

Вопросы к промежуточной аттестации

1. Закон Дюлонга и Пти. Сравнение с распределением Эйнштейна. График теплоемкости кристалла.

2. Теплоемкость кристалла по теории Дебая. Теплоемкость для 3-х, 2-х, 1-мерного кристалла.

3. Максимальная частота колебаний кристаллической решетки. Минимальная длина волны колебаний.

4. Функция распределения Ферми-Дирака. Электронная теплоемкость. Распределение электронов по энергиям.

5. Вырожденный электронный газ. Функция Ферми в окрестностях 0°K . Средняя энергия электрона.

6. Энергетический спектр электронов в металле. Распределение зон в металле.

7. Движение электронов в кристалле под действием внешнего поля. Эффективная масса электрона.

8. Классическая электронная теория металлов. Закон Ома и Джоуля –Ленца в дифференциальной форме.

9. Закон Видемана-Франца для электропроводности и теплопроводности металлов. Понятие о сверхпроводимости.

10. Электронная теория магнетизма. Гиромагнитное соотношение механического и магнитного момента М.Бора.

11. Теория диамагнетизма. Явление прецессии. Ларморовская частота. поведение диамагнетиков в магнитном поле.

12. Теория парамагнетизма. Намагниченность, восприимчивость магнетиков. Точка Кюри для парамагнетиков.

13. Магнитное поле в веществе. Петля гистерезиса. Остаточная намагниченность и коэрцитивная сила.

14. Теплопроводность твердых тел. Уравнение Фурье. Уточнение закона Видемана-Франца. Понятие о фононах.

15. Ферромагнетизм. Антиферромагнетизм. Ферромагнетики. Свойства этих магнетиков. Понятие обменного интеграла.

16. Металлы и диэлектрики в зонной теории. Уровни энергии. Вырожденный газ.

17. Понятие о примесной проводимости полупроводников. Доноры, акцепторы. Энергетические уровни.

18. Контактная разность потенциалов. Двойной слой при контакте двух металлов.

19. Соединение металл-полупроводник. «Р-п»- переход. Связь с энергией Ферми.

20. Полупроводниковый диод и его характеристики. Работа диода в прямом и обратном направлении.

ФОС по дисциплине представлен в ПРИЛОЖЕНИИ к РПД.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л1.1	Гуртов В. А.	Физика твердого тела для инженеров [электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко ; науч. ред. Л.А. Алешина. - 560с., ,	М.: Техносфера, 2012. ,
Л1.2	Епифанов Г.И.	Физика твердого тела: учебное пособие для студентов втузов / Г. И. Епифанов, , ,	М.: Высшая школа, 1977,
Л1.3	Матухин В.Л.	Физика твердого тела: учебное пособие / В. Л. Матухин, В.Л.Ермаков, - 224с. , ,	СПб.: Лань, 2010. ,
Л1.4	Филимонова Н. И.	Физика конденсированного состояния : учебное пособие : / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева, – 136 с., ,	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016.,

7.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
--	---------------------	------------------------------	-------------------

Л2.1	Гордиенко А. Б.	Физика конденсированного состояния. Решение задач [электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Б. Гордиенко, А. В. Кособуцкий, Д. В. Корабельников. - 92с. ,	Кемерово : Кемеровск. гос. ун-т., 2011. . ,
Л2.2	Пейсахович Ю. Г.	Физика конденсированного состояния: фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков : учебное пособие: / Ю. Г. Пейсахович, Н. И. Филимонова; – 163 с. ,	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. ,
Л2.3	Сарина М. П.	Физика твердого тела : учебное пособие / М. П. Сарина ; Новосибирский государственный технический университет. - 107с. ,	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. ,
Л2.4	Корнилович А.А., Ознобихин В.И., Суханов И.И., Холявко В.Н.	Физика твердого тела : учебное пособие, – 71 с. ,	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. ,
Л2.5	Фомин Д.В.	Экспериментальные методы физики твердого тела : учебное пособие, – 187 с. ,	Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019.,

7.1.3 Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л3.1	Коноплев Ю.В.	Методы исследования материалов: лабораторный практикум, ,	Иваново: ИГТА, 2008.,
Л3.2	Комарова Т.А., Шевченко Ф.Е.	Лабораторный практикум по физике конденсированного состояния: учебное пособие, ,	Иваново: ИВГПУ, 2022.,

7.2. Электронные учебные издания и электронные образовательные ресурсы

E-learning Портал электронного образования ИВГПУ: <https://moodle.ivgpu.ru/>

7.3. Информационное обеспечение дисциплины

7.3.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

	Лицензионное программное обеспечение вуза: Microsoft Windows XP Professional (ли-цензия №42475881 от 13.07.2007), Microsoft Office Standart 2007 (лицензия №44711992 от 21.10.2008), Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия №64873126 от 03.06.2015). Свободно распространяемое: программный пакет Moodle, Mozilla Firefox, Google Chrome, Libre Office, Open Office, Foxit Reader, GIMP и другие.
--	--

7.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

7.3.2.1	ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн", https://biblioclub.ru
7.3.2.2	Информационная обучающая система по физике, http://www.physport.ogr/
7.3.2.3	ЭБС издательства "Лань", https://e.lanbook.com/
7.3.2.4	Электронная библиотека ИВГПУ, https://lib.ivgpu.ru/

8. МТО (ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ)

Для проведения занятий по дисциплине имеется:

- специализированная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором, экраном, меловой доской;
- специализированные лаборатории по курсу физики конденсированного состояния.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

по организации их самостоятельной работы и изложить те требования, которые будут предъявлены к обучающимся во время лекционных, практических и лабораторных занятий.

1. Лекционные занятия

При изучении лекционного материала обучающимся полезно руководствоваться следующими правилами.

- Необходимо составлять подробный конспект каждой лекции, записывая основные положения, математические выводы и обоснования, определения физических величин, формулировки законов, выполнять необходимые рисунки, графики, схемы.
- Конспект составляется в тетради на одной стороне листа (или на каждой странице оставляются большие поля) для того, чтобы можно было вносить необходимые дополнения из рекомендуемой литературы.
- Перед каждой следующей лекцией, перед практическим и лабораторным занятием необходима систематическая работа над конспектом лекции. Нужно выделить в каждой лекции определения и формулировки законов и запомнить их, уяснить физическое содержание изучаемого вопроса, приведенного доказательства или вывода формулы и обратить внимание на практическое применение физических явлений и законов.
- Если появятся некоторые вопросы, следует записать их, чтобы выяснить у преподавателя на консультации или обратиться к рекомендуемой литературе.

II. Практические занятия

Практические занятия имеют своей целью углубить понимание теории, осмыслить основные физические законы, научить применять их к решению конкретных задач. Эти цели могут быть достигнуты только при условии, что соответствующий материал по теме занятия студентом проработан.

На некоторых практических занятиях предусмотрена проверка уровня подготовленности обучающихся к занятию. Для этого обучающимся предлагаются варианты контрольных работ.

III. Лабораторные работы

Для подготовки к лабораторным работам каждый обучающийся должен получить в библиотеке методические указания к лабораторным работам по физике. В этих указаниях даны описания лабораторных работ, излагается методика выполнения экспериментальной и расчетной работы.

Каждая лабораторная работа включает в себя следующие этапы:

- проверка готовности к выполнению лабораторной работы;
- выполнение предусмотренных опытов, измерений и вычислений;
- подготовка письменного отчета;
- сдача зачета по предыдущей работе.

При подготовке к лабораторным работам обучающимся необходимо использовать конспекты лекций, рекомендуемые учебники и имеющиеся в библиотеке вуза методические указания, в которых, помимо теоретического введения, имеется методика теоретической и экспериментальной части работы.

Проверка готовности обучающихся к выполнению лабораторной работы осуществляется преподавателем в процессе устного собеседования. Неподготовленные обучающиеся к работе не допускаются и выполняют работу в специально отведенные часы.

Во время лабораторной работы все необходимые исходные данные и результаты измерений заносятся в журнал экспериментальной работы, который должен содержать название и номер работы, заранее подготовленные таблицы для внесения полученных результатов. Здесь же производятся все необходимые вычисления.

По каждой выполненной работе должен быть составлен отчет, включающий в себя:

- номер, название и цель работы;
- перечень используемых приборов и принадлежностей;
- схему установки;
- основные расчетные формулы;
- таблицу результатов измерений и вычисление;
- расчет погрешностей измерений;
- построение необходимых графиков;
- запись окончательного результата с учетом погрешностей и выводы.

Наиболее важным моментом самостоятельной работы является подготовка к промежуточной аттестации – экзамену. При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся;
- ☐ сведения, необходимые для ответа на них; внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- ☐ составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

К экзамену необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки освоить дисциплину в период экзаменационной сессии, как правило, показывают не слишком удовлетворительные результаты. В самом начале учебного курса познакомьтесь со следующей учебно-методической документацией:

- программой дисциплины;
- перечнем знаний и умений, которыми обучающийся должен владеть;
- тематическими планами лекций, практических занятий;
- контрольными мероприятиями;
- учебником, учебными пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами;
- перечнем вопросов для подготовки к зачету, экзамену.

После этого у вас должно сформироваться четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на лекциях, практических занятиях и лабораторных работах позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи экзамена.

10. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ООП ВО ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Преподавание дисциплины должно учитывать особенности познавательной деятельности и личностной особенности обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов (по возможности на лекциях, семинарах, лабораторных работах и т.д.). Учет особенностей обучающихся с инвалидностью в полной мере проявляется на предусмотренных для таких обучающихся индивидуальных консультациях по дисциплине.

Необходимо во время преподавания в общей группе учитывать реальные возможности лиц с ОВЗ и инвалидов. Коррекция методики преподавания для данной группы лиц возможна на индивидуальных занятиях. Преподаватель должен учитывать физиологические особенности обучаемого и разработать рекомендации и приемы выполнения поставленной задачи индивидуально. Возможен подбор индивидуального задания с коррекцией уровня сложности выполняемого задания.

Специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций, осуществляющих образовательную деятельность, и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Необходимо учитывать тот факт, что обучающиеся не всегда имеют физическую возможность посещать занятия. Поэтому целесообразно разрабатывать дистанционную информационную поддержку процесса обучения. Таким средством могут являться обучающие компьютерные фильмы по данной дисциплине, презентации, которые обучающийся может просматривать дома в комфортной среде и без лимита времени.

Обучающиеся из числа лиц с ОВЗ и инвалидов обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

При проведении занятий в компьютерных лабораториях целесообразно использовать проектор для наиболее удобного размещения обучающегося с ОВЗ при изложении материала занятия.