

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____

_____ 2026 г.

Физика твердого тела

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	ЕНИТБ (Естественных наук и техносферной безопасности)		
Учебный план	23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства		
Специализация	Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование		
Квалификация	инженер		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	64	Виды контроля в семестрах: зачет, 5 семестр	
в том числе:			
аудиторные занятия	30		
самостоятельная работа	34		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	14	14	14	14
Итого ауд.	30	30	30	30
Контактная работа	30	30	30	30
Сам. работа	34	34	34	34
Часы на контроль				
Итого	64	64	64	64

Программу составил(и):

Комарова Т.А., доцент, _____

Рецензент(ы):

Касьяненко Н.С., доцент, _____

Рабочая программа дисциплины

Физика твердого тела

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 11 августа 2020 г. N 935

составлена на основании учебного плана

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

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 МиРЭ Алёшин Р.Р. _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Цели:	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:	- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми бакалавру придется сталкиваться при создании или использовании новой техники и новых технологий; - освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач; - формирование у обучающихся основ естественнонаучной картины мира.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.04.03
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:
	1. Раздел 3. Испытания ПТСДСиО 2. Надежность механических систем

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ	
ДПК-1:Способность решать профессиональные задачи с помощью знаний, приобретенных в процессе формирования индивидуальной образовательной траектории	
ДПК-1.1. Проектировать индивидуальные образовательные маршруты для построения профессиональной карьеры и определять стратегию профессионального развития	
ДПК-1.2. Формирование творческого отношения к решению профессиональных задач	
ДПК-1.3. Формирование практических навыков в области информационно-коммуникационных технологий	
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 F21 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	2	
/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	6	
/Пр/	5	2	
/СР/	5	4	
Раздел 3. Физические свойства твердых тел Тема 3.1.Тепловые свойства твердых тел Тема 3.2.Упругие свойства кристаллов			
/Лек/	5	2	
/Пр/	5	4	
/СР/	5	8	
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	4	
/Пр/	5	4	
/СР/	5	8	
Раздел 5. Магнитные свойства твердых тел Тема 1. Диамагнетизм и парамагнетизм. Тема 2. Ферромагнетизм			
/Лек/	5	2	
/Пр/	5	2	
/СР/	5	10	
/За/	5	0	

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) 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.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

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.,

7.2. 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 Электронная библиотека ИВГПУ, <https://lib.ivgpu.ru/>

7.3.2.3 ЭБС издательства "Лань", <https://e.lanbook.com/>

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)

При изучении курса физики целесообразно дать обучающимся некоторые рекомендации по организации их самостоятельной работы и изложить те требования, которые будут предъявлены к студентам во время лекционных и практических занятий.

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 со-держание 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 препо-давателя на консультации или обратиться к рекомендуемой литературе.

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 обучающимся проработан.

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

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.