

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Белорусского государственного университета



А.Э. Толстик

08.

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 4102 /уч.

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:

- 1-31 04 01 Физика (по направлениям), направлению специальности
- 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность);
- 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий;
- 1-31 04 08 Компьютерная физика

Минск 2017 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательных стандартов ОСВО 1-31 04 01-2013, ОСВО 1-31 04 06-2013, ОСВО 1-31 04 07-2013, ОСВО 1-31 04 08-2013, утвержденных и введенных в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08. 2013 № 88; учебных планов № G31-072/уч., №G31ин-079/уч., №G31-087/уч., №G31-142/уч., №G31-143/уч., №G31-144/уч., №G31-160/уч., №G31-161/уч., №G31-162/уч., №G31-163/уч., №G31и-174/уч., №G31и-175/уч., №G31и-176/уч., №G31и-177/уч., №G31и-178/уч., №G31и-179/уч., №G31и-180/уч., утвержденных 30.05.2013.

СОСТАВИТЕЛИ:

И.Д. Феранчук – заведующий кафедрой теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

А.В. Леонов – доцент кафедры теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета (протокол № 8 от 02.06.2017 г.);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 08.06.2017 г.);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью учебной дисциплины является рассмотрение специальных и более сложных вопросов описания физических процессов в среде, которые не изучаются в курсах общей и теоретической физики. При освоении курса студенты должны получить более глубокое представление о связи между макроскопическими характеристиками, которые широко используются в оптике, рентгеноструктурном анализе, физике твердого тела и полупроводников, с микроскопическими параметрами атомов и молекул среды.

Задачи учебной дисциплины состоят в демонстрации эффективности общих принципов и методов теоретической физики при описании явлений, имеющих в настоящее время большое научное и прикладное значение при создании современных технологий. В курсе демонстрируется общность физических принципов, объединяющих различные по своим качественным особенностям явления, и рассмотрен ряд физических эффектов, в которых квантовые и когерентные свойства частиц проявляются в макроскопических масштабах.

Математической и методической базой курса являются все разделы цикла дисциплин теоретической физики, изученные студентами на предыдущих курсах, и, прежде всего, такие разделы, как «Квантовая механика» и «Термодинамика и статистическая физика».

В результате изучения учебной дисциплины «Физика конденсированных сред» студент должен:

- **знать** основные подходы и методы, которые используются в современной физике для описания наблюдаемых состояний и процессов в конденсированных средах на базе «первых принципов», исходя из микроскопических характеристик составляющих ее атомов и молекул, что позволяет устанавливать связь между различными физическими явлениями, которые составляют базовые основы современных прикладных технологий.

- **уметь** вычислять с микроскопической точки зрения такие характеристики конденсированных сред как показатель преломления различного вида излучений и частиц в таких средах, использовать различные приближения при описании системы многих тел в квантовой механике, описывать свойства электронной и ионной подсистем и основные параметры фазовых переходов в твердых телах.

- **владеть** навыками приближенного решения уравнения Шредингера для задачи многих тел, методами их использования для реальных систем в квантовой оптике, физике твердого тела и полупроводников, методикой построения модельных гамильтонианов, описывающих фазовые переходы к конденсированным средам.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Академические компетенции:

- Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- Владеть системным и сравнительным анализом.
- Владеть исследовательскими навыками.
- Уметь работать самостоятельно.
- Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- Владеть междисциплинарным подходом при решении различных проблем физики конденсированных сред.
- Иметь навыки, связанные с использованием различных приближений, использующихся при формировании новых технологий.
- Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы.

Профессиональные компетенции:

- Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики и математики, современных технологий и материалов, наноматериалов и нанотехнологий, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы.
- Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.
- Проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования.
- Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров оборудования и технологических процессов, эффективности разрабатываемых технологий.
- Владеть знаниями о структурной организации материи, о современных физических методах познания природы.
- Использовать концептуальные положения педагогики и методики преподавания физики и информатики, методики воспитательной работы, технические средства обучения.
- Применять психолого-педагогические знания, эффективные формы и методы обучения, новые технологии обучения.
- Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.
- Определять цели инноваций и способы их достижения.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины — 118, из них количество аудиторных часов — 50.

Форма получения высшего образования — очная, дневная,

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций, практических занятий и УСР. На лекции отводится 38 часов, на практические занятия — 8 часов, на УСР — 4 часа.

Занятия проводятся на 5-м курсе в 9-м семестре.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине — экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Микроскопическое определение показателя преломления.

Элементы квантовой теории рассеяния. Амплитуда и сечение рассеяния. Рассеяние на тонкой пластинке. Образование когерентной волны в среде. Физический смысл действительной и мнимой частей показателя преломления.

2. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом.

Диэлектрическая проницаемость кристаллов в рентгеновском диапазоне. Дифракция рентгеновского и гамма-излучения в кристаллах. Эффекты динамической теории дифракции. «Пленение» резонансного излучения в среде.

3. Основы нейтронно-оптических явлений

Отражение нейтронов и гамма-квантов от поверхности. Ловушка для холодных нейтронов. Вращение плоскости поляризации нейтронов. Сдвиг и уширение спектральных линий в среде. Когерентность высших порядков.

4. Основные приближения физики твердого тела.

Гамильтониан кристалла. Адиабатическое, гармоническое и одноэлектронное приближения. Трансляционная симметрия. Элементарная ячейка в прямом и обратном пространствах. Теорема Блоха, граничные условия, плотность состояний.

5. Описание ионной подсистемы кристалла.

Фононы в одномерном кристалле с простой и двухатомной решетках: классическая теория и квантование. Фононы в трёхмерном кристалле. Фонон-фононное и электрон-фононное взаимодействия. Экспериментальные исследования фононного спектра.

6. Описание электронной подсистемы кристалла и процессы переноса.

Качественный анализ структуры зонного спектра одноэлектронных состояний. Приближения слабой и сильной связи. Методы расчета зонного спектра для промежуточной связи. Локализованные состояния. Линейный отклик электронной системы. Формула Линдхарда. Экранирование и плазменные колебания. Ионизационные потери заряженных частиц в сплошной среде. Метод псевдофотонов. Излучение Вавилова-Черенкова.

7. Основы теории ферромагнетизма

Физические основы ферромагнетизма. Модель Гейзенберга. Модель Изинга. Энергия магнитной анизотропии. Домены. Гистерезис. Сегнето-электричество.

8. Физические основы сверхтекучести и сверхпроводимости

Вырожденный бозе-газ. Спектр возбуждений в модели Боголюбова. Условие сверхтекучести. Образование Куперовских пар. Физические основы сверхпроводимости. Эффект Мейсснера. Применения сверхпроводников.

Учебно-методическая карта дисциплины

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7		8	9
1	Микроскопическое определение показателя преломления для волн и частиц.	4					2	[1], [2]	Коллоквиум, тесты
2	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом	2						[1], [2]	
3	Основы нейтронно-оптических явлений	4						[1], [2]	
4	Основные приближения физики твердого тела	2					2	[3], [4]	Коллоквиум, тесты
5	Описание ионной подсистемы кристалла	8						[3], [4]	
6	Электронная подсистема кристалла и процессы переноса	10						[3], [4]	
7	Основы теории ферромагнетизма	6					2	[5]	Рефераты
8	Физические основы сверхтекучести и сверхпроводимости	2						[5]	
	Итого	40					6		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Ландау, Л.Д. Электродинамика сплошных сред / Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц // М.: Наука, 1982.— 618 с.
2. Займан, Дж. Принципы теории твердого тела / Дж.Займан // М.: Наука, 1985.— 412 с.
3. Барышевский, В.Г. Ядерная оптика поляризованных сред / В.Г.Барышевский // М.: Энергоатомиздат, 1995— 320 с.

Перечень дополнительной литературы

4. Давыдов, А.С. Теория твердого тела / А.С.Давыдов. // М.: Изд-во физ.-мат. лит., 1976 — 629 с.
5. Барышевский, В.Г. Каналирование, излучение и реакции в кристаллах при высоких энергиях / В.Г.Барышевский // Мн.: Изд-во БГУ, 1982.— 255 с.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Коллоквиумы
2. Тестовые задания
3. Реферативные работы

Рекомендуемые темы коллоквиумов

Тема коллоквиума №1: Микроскопическая теория взаимодействия частиц и излучения со средой.

Примерный перечень заданий:

1. Вычислить в борновском приближении амплитуду рассеяния на потенциале нулевого радиуса.
2. Получить выражение для показателя преломления рентгеновского излучения и оценить его величину.
3. Получить условия на материал вещества и энергию частиц для создания ловушки для холодных нейтронов.

Тема коллоквиума №2: Основы квантовой теории твердого тела.

Примерный перечень заданий:

1. Описать схему приведенных и расширенных зон для одномерной периодической среды.
2. Вычисление температуры Дебая и ее конкретного значения для кристалла кремния.

3. Двухволновое приближение для одноэлектронных состояний в пределе слабой связи

Рекомендуемые темы тестовых заданий

1. Применения микроскопического определения показателя преломления
2. Теорема Блоха и ее следствия
3. Основные приближения квантовой теории твердого тела
4. Методы расчета зонного спектра

Рекомендуемые темы реферативных работ

1. Вычисление групповой скорости для рентгеновского излучения
2. Квазимагнитное поле, действующее на нейтроны
3. Методы ортогонализированных и присоединенных плоских волн
4. Методы экспериментального наблюдения квантового эффекта Холла

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов по курсу является предоставление студентам необходимой для работы информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной деятельности.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация:

- программа курса с указанием основной и дополнительной литературы;
- учебно-методические материалы;
- график консультаций преподавателя;
- вопросы для проведения экзамена;
- сроки проведения контрольных мероприятий по различным видам учебной деятельности:
 - коллоквиумов по изучаемому материалу;
 - тестовых заданий
 - реферативных работ
- для дополнительного развития творческих способностей одаренных студентов организуются:
 - студенческие научно-практические конференций, конкурсы;
 - студенческие олимпиады.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать тестовые задания по разделам дисциплины, коллоквиумы и реферативные работы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Коллоквиумы проводятся в письменной форме, на выполнение каждого коллоквиума отводится 45 мин. Коллоквиум №1 проводится в форме решения (исследования) задачи, состоящей из нескольких блоков. По согласованию с преподавателем разрешается использовать справочные, научные и учебные печатные издания. Каждый блок в соответствии с его сложностью оценивается от 1 до 3 баллов (максимальная сумма баллов за все блоки в коллоквиуме равна 10). Количество баллов за каждый блок выставляется в зависимости от правильности и полноты его решения. Нерешенный или решенный полностью неправильно блок оценивается в 0 баллов. Оценка за коллоквиум рассчитывается как сумма баллов, полученных за каждый блок задачи. Коллоквиум №2 проводится в форме ответа на два теоретических вопроса. При этом использование справочных, научных и учебных печатных изданий не разрешается. Каждый ответ оценивается в 5 баллов (максимальная сумма баллов за оба вопроса равна 10). Количество баллов за ответ на теоретический вопрос выставляется в зависимости от правильности и полноты его изложения. Отсутствие ответа, а также полностью неправильный ответ на теоретический вопрос оценивается в 0 баллов. Оценка за коллоквиум рассчитывается как сумма баллов, полученных за ответ на каждый теоретический вопрос.

Защита реферативных работ проводится в форме индивидуальных выступлений-презентаций с последующей дискуссией. Оценка рефератов проводится по десятибалльной шкале.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценок за коллоквиумы и реферат. При оценке текущей успеваемости 4 балла и более студенты допускаются к экзамену. При оценке ниже 4 баллов решением кафедры студенты не допускаются к экзамену, и им назначается срок выполнения контрольных мероприятий.

Итоговая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме экзамена. Экзаменационная оценка и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и экзаменационной оценки. Весовой коэффициент для оценки текущей успеваемости — 0,3; для экзаменационной оценки — 0,7.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Квантовая механика	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленной варианте (протокол №10 от 23.05.2016)
Термодинамика и статистическая физика	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленной варианте (протокол №10 от 23.05.2016)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
на 2018/2019 учебный год

№ № ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
теоретической физики астрофизики
(протокол № ____ от _____ 2018 г.)

Заведующий кафедрой
теоретической физики и астрофизики
д.ф.-м.н., профессор

_____ И.Д. Феранчук

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик