



Факультет	Математики, физики и информатики	
Кафедра	Общей и теоретической физики	
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)	
Направленность (профиль)	«Физика» и «Математика»	
	Физика микромира	Б1.В.08

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого»
(ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л. Н. Толстого»)

УТВЕРЖДЕНА
на заседании Ученого совета университета
протокол № 8 от 31 августа 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «ФИЗИКА МИКРОМИРА»

Трудоемкость: 5 зачетных единиц

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная

И.о. заведующего кафедрой ОиТФ  А.П. Плотников

Декан ФМФиИ  И.Ю. Реброва

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий	5
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	8
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	8
6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	9
6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	10
6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	17
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
7.1. Основная литература	17
7.2. Дополнительная литература	17
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	18
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	18
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	19
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	20
12. Аннотация рабочей программы дисциплины	21
13. Лист регистрации изменений к рабочей программе дисциплины	23

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Достижение планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины.

Планируемые результаты освоения образовательной программы (код и название компетенции)	Планируемые результаты обучения	Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы
<p>готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов (ПК-1)</p>	<p>Выпускник знает: теоретические основы физических процессов, сущности физических явлений в микромире; основные понятия, определения, законы квантовой физики, физики конденсированного состояния, физики атомного ядра и элементарных частиц, место указанных разделов в системе физических наук, границы применимости; физические понятия, величины, теоремы и законы, связи между физическими величинами и соответствующие математические формулы;</p> <p>Умеет: корректно применять математический аппарат при изучении раздела физики; объяснять физическую сущность явлений и процессов в микромире, выявлять в них отдельные образовательные задачи; применять законы для решения практических и образовательных задач, анализировать полученные результаты; анализировать информацию, представленную в виде графической зависимости физических величин, диаграмм, рисунков, схем и т.д. применительно к образовательному процессу; работать с учебной и учебно-методической литературой по разделу; приобретать новые знания по разделу, используя современные информационные и коммуникационные технологии для поиска информации и сопровождения учебно-воспитательного процесса; выявлять, описывать и объяснять связи между понятиями, относящимися к различным разделам курса физики;</p> <p>Владеет и (или) имеет опыт деятельности: системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях данного раздела физики, необходимым математическим аппаратом, который используется при изучении раздела; навыками решения задач по разделу; основами методики решения физических задач (получение конечной аналитической формулы на основе законов физики; осуществление проверки конечной аналитической формулы; правильный расчет и представление численного результата); проведения физических экспериментов, применения статистических методов обработки экспериментальных данных и интерпретации результата,</p>	<p style="text-align: center;">В</p> <p>соответствии с учебным планом и планируемыми результатами освоения ОПОП</p>

в том числе с использованием информационных технологий; теоретического анализа результатов наблюдений и экспериментов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина «Физика микромира» относится к дисциплинам вариативной части дисциплин направления.

К началу изучения дисциплины студенты должны владеть:

- знаниями основополагающих физических понятий, закономерностей, законов и теорий, основных методов научного познания, используемых в физике, понятийным аппаратом по основным разделам математики; о технике проведения физического эксперимента; измерениях физических величин; погрешностях средств измерений; классификации погрешностей; методах статистического анализа случайных погрешностей; правилах математической обработки результатов физического эксперимента и представления результатов; правилах приближенных вычислений;

- умениями использовать физическую терминологию, символику, применять накопленные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни, пользоваться измерительными приборами, применять статистические методы обработки экспериментальных данных; моделировать реальные ситуации, исследовать построенные модели, интерпретировать полученный результат;

- навыками и (или) опытом деятельности решения физических задач; проведения простейших физических экспериментов, обработки экспериментальных данных и представления результата, в том числе с использованием информационных технологий.

При освоении дисциплины студенты опираются на знания и компетенции, полученные при изучении учебных предметов «Физика» (базовый уровень) предметной области «Естественные науки», «Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия» (базовый уровень) предметной области «Математика и информатика» основной образовательной программы среднего общего образования, дисциплин «Вводный курс физики», «Информационные технологии в образовании и основы математической обработки информации», освоенных дисциплин модулей «Общая и экспериментальная физика», «Математический анализ», «Теоретическая физика», «Алгебра и геометрия».

Дисциплина «Физика микромира» является основой для прохождения преддипломной практики, качественного выполнения выпускной квалификационной работы, подготовки и сдачи государственного экзамена.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем зачетных единиц / часов по формам обучения
Максимальная учебная нагрузка (всего)	5/180
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	72
в том числе:	
лекции,	36
в т.ч. в интерактивной форме	10
практические занятия,	32
в т.ч. в интерактивной форме	10
контрольные работы	4
Самостоятельная работа студента (всего)	72
в том числе:	
внеаудиторная самостоятельная работа по подготовке к лекционным занятиям	20
внеаудиторная самостоятельная работа по подготовке к лабораторным занятиям и защите отчета	24

Физика микромира	Б1.В.08
внеаудиторная самостоятельная работа при подготовке к практическим занятиям	20
подготовка к контрольной работе	4
выполнение заданий для самостоятельной работы в модульной объектно-ориентированной динамической учебной среде MOODLE	4
Контроль	36
Промежуточная аттестация в форме экзамена	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Наименование тем (разделов)	Количество академических или астрономических часов по видам учебных занятий			
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Другие виды учебных занятий	Самостоятельная работа обучающихся
Раздел 1. Элементы физики конденсированного состояния				
Тема 1.1. Структура твердых тел. Элементы кристаллографии	4	2		6
Тема 1.2. Дифракция в кристаллах и обратная решетка	4	2		6
Тема 1.3. Движение электрона в периодическом поле кристалла	2	2		6
Тема 1.4. Зонная теория твердых тел	4	2		8
Тема 1.5. Полупроводники	2	8		8
Тема 1.6. Сверхпроводимость	4	2		8
Раздел 2. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц				
Тема 2.1. Методы исследования в ядерной физике	4	2		6
Тема 2.2. Свойства атомных ядер	4	2		6
Тема 2.3. Ядерные модели	2	2		6
Тема 2.4. Ядерные превращения	2	6		6
Тема 2.5. Физика элементарных частиц	4	2		6
Контроль самостоятельной работы студентов			4	
Контроль			36	
ИТОГО	36	32	40	72

Раздел 1. Элементы физики конденсированного состояния
Тема 1.1. Структура твердых тел. Элементы кристаллографии
Идеальный кристалл. Кристаллическая решетка. Базис. Кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Векторы основных трансляций. Трансляционная симметрия. Точечная симметрия (оси вращения, плоскости зеркального отражения, инверсия). Плоские решетки Бравэ. Объемные решетки Бравэ. Ячейка Вигнера-Зейтца. Индексы Миллера.
Тема 1.2. Дифракция в кристаллах и обратная решетка
Экспериментальные методы исследования кристаллографической структуры. Методы получения рентгеновских волн соответствующей длины волны. Брегговское отражение. Закон Вульфа-Бреггов. Постановка Лауэ задачи о взаимодействии рентгеновских лучей с узлами кристаллической решетки. Вектор рассеяние (линейный отклик). Условие дифракции. Уравнение Лауэ. Обратная решетка. Соотношения между векторами прямой и обратной решетками. Новые условия дифракции. Построение Эвальда. Зона Бриллюэна в одномерном, двумерном и трехмерном случаях. Ячейка Вигнера-Зейтца и зона Бриллюэна. Структурный фактор базиса. Структурный фактор ГКЦ и ОЦК-решеток. Форм-фактор. Рассеивающая способность атома.

Тема 1.3. Движение электрона в периодическом поле кристалла

Гамильтониан кристалла. Адиабатическое приближение. Самостоятельное поле. Одноэлектронное приближение. Уравнение Хартри-Фока. Нормировка на «ящик». Оператор трансляции. Собственные функции и собственные значения оператора трансляций. О коммутировании операторов гамильтона и трансляций. Уравнение Шредингера для кристалла. Волна Блоха. Квазиимпульс. Законы сохранения и симметрия. Приближенные методы определения закона дисперсии для кристалла.

Тема 1.4. Зонная теория твердых тел

Модель квазисвободного электрона. Теория возмущения: невырожденный и вырожденный случай. Закон дисперсии для свободного электрона и электрона в периодическом поле кристалла. Модель квазисвязанного электрона. Функция Ванье. Вывод закона дисперсии во втором приближении. Изменение уровней энергии электронов при сближении атомов и образовании кристалла. Зависимость для простой кубической решетки с учетом обменной энергии. Зонная структура металлов, полупроводников и диэлектриков. Уровень Ферми, поверхность Ферми, энергия Ферми.

Тема 1.5. Полупроводники

Собственные полупроводники. Определение концентрации электронов и дырок с учетом перехода от квантовой статистики к функции распределения Больцмана. Уровень Ферми. Зависимость удельной проводимости от температуры. Примесные полупроводники. Закон электронейтральности. Донорная и акцепторная примеси. Определение концентрации электронов и дырок в случае донорной и акцепторной примесей. Смещение уровня Ферми с возрастанием температуры. Температурная зависимость удельной проводимости в примесных полупроводниках. Неоднородные полупроводники, p-n- переход.

Тема 1.6. Сверхпроводимость

Экспериментальные факты. Изотопический эффект. Эффект Мейнснера. 1-е и 2-е уравнения Лондонов. Микроскопическая теория сверхпроводимости. Куперовские пары. Теория БКШ. Критическая температура и магнитное поле. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Квантование магнитного потока. Туннельный эффект в сверхпроводниках. Высокотемпературные сверхпроводники. Современные модели перехода вещества в сверхпроводящее состояние.

Раздел 2. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц

Тема 2.1. Методы исследования в ядерной физике

Масштабные уровни микромира. Фундаментальные взаимодействия, их основные свойства. Источники и детекторы частиц. Эксперименты по рассеянию частиц, классификация процессов рассеяния, распады. Кинематика рассеяния, распадов, реакция рождения. Эффективные сечения, закон распадных процессов.

Тема 2.2. Свойства атомных ядер

Состав ядра, заряд, размеры, спин, энергия связи, устойчивость ядер. Электромагнитные моменты ядер. Свойства ядерных сил. Обменный механизм ядерного взаимодействия. Нуклоны. Изоспиновый формализм. Изоспиновая инвариантность.

Тема 2.3. Ядерные модели

Капельная модель, модель ядерных оболочек. Магические числа. Понятие о коллективной, статистической, оптической, обобщенных моделях. Свойства ядерных сил.

Тема 2.4. Ядерные превращения

Типы превращений. Радиоактивность. Механизмы α - и β -распадов. Нейтрино, γ -излучение. Ядерные реакции, классификация, механизмы протекания. Деление тяжелых ядер. Цепная реакция. Реакции синтеза. Проблемы управляемого термоядерного синтеза. Ядерные реакторы.

Тема 2.5. Физика элементарных частиц

Понятие элементарности. Физика элементарных частиц. Классификация, характеристики: барионный, лептонный заряд. Странность, очарование, красота. Законы сохранения. Несохранение четности слабых взаимодействий. Восьмеричный формализм.

Тематика занятий семинарского типа

Тема 1.1	Практические занятия	2 ч.	Трансляционная симметрия. Точечная симметрия (оси вращения, плоскости зеркального отражения, инверсия)
Тема 1.2	Практические занятия	2 ч.	Ячейка Вигнера-Зейтца и зона Бриллюэна. Структурный фактор базиса. Структурный фактор ГКЦ и ОЦК-решеток. Форм-фактор
Тема 1.3	Практические занятия	2 ч.	Собственные функции и собственные значения оператора трансляций
Тема 1.4	Практические занятия	2 ч.	Закон дисперсии для свободного электрона и электрона в периодическом поле кристалла
Тема 1.5	Практические занятия	2 ч.	Определение концентрации электронов и дырок в случае донорной и акцепторной примесей
	Лабораторные работы	12 ч.	Изучение туннельного эффекта с помощью полупроводникового диода. Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника. Термоэлектричество. Эффект Зеебека
Тема 1.6	Практические занятия	2 ч.	Куперовские пары. Теория БКШ
Тема 2.1	Практические занятия	2 ч.	Эффективные сечения, закон распадных процессов
Тема 2.2	Практические занятия	2 ч.	Состав ядра, заряд, размеры, спин, энергия связи, устойчивость ядер
Тема 2.3	Практические занятия	2 ч.	Капельная модель, модель ядерных оболочек. Магические числа
Тема 2.4	Практические занятия	2 ч.	Ядерные реакции, классификация, механизмы протекания. Деление тяжелых ядер. Цепная реакция. Реакции синтеза
	Лабораторные работы	12 ч.	Определение мертвого времени и эффективности счетчика радиоактивных частиц Изучение ядерных реакций
Тема 2.5	Практические занятия	2 ч.	Законы сохранения. Несохранение четности слабых взаимодействий

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа обучающихся, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- самостоятельном изучении теоретического материала дисциплины с использованием лекционного материала, модульной объектно-ориентированной динамической учебной среды Moodle, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- выполнении домашних заданий;
- изучении теоретического материала к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовке к экзамену.

Комплект учебно-методического сопровождения дисциплины (опорные конспекты лекций, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, электронный вариант РПД), доступен студентам в ЭБС, в системе управления обучением MOODLE, из локальной сети ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л. Н. Толстого», Интернет-сайта университета из раздела «Электронное обучение» и может использоваться в процессе выполнения самостоятельной работы.

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям студентам доступны следующие учебно-методические ресурсы:

Разумовская И.В. Физика твердого тела: учебное пособие / И.В. Разумовская. – М.: Прометей, 2011. – Ч. 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки. – 64 с. – ISBN 978-5-4263-0032-3; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=108460>.

Байков Ю.А. Физика конденсированного состояния: учебное пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. – 3-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 296 с.: схем., табл., ил. – (Учебник для высшей школы). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9963-2960-1; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214636>.

Алтунин К.К. Теоретическая физика атомного ядра и элементарных частиц: учебно-методическое пособие / К.К. Алтунин. – 2-е изд. – М.: Директ-Медиа, 2014. – 71 с. – ISBN 978-5-4475-0321-5; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240556>.

Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц: учебное пособие / М.А. Михайлов. – М.: Прометей, 2013. – 25 с.: схем. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7042-2471-6; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437322>.

Краткий курс лекций по физике атомного ядра / Ю.Ф. Головнев, А.А. Тен. – Тула: Изд-во ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2011. – 101 с. URL: <http://rucont.ru/efd/146038>.

Фомин Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела: учебное пособие / Д.В. Фомин. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 186 с.: ил., схем., табл. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-2829-4; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259074>.

Гордиенко А.Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач: учебное пособие / А.Б. Гордиенко, А.В. Кособуцкий, Д.В. Корабельников. – 2-е изд., доп. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011. – 92 с. – ISBN 978-5-8353-1164-4; То же [Электронный ресурс]. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=232487.

Общая физика: молекулярная физика и термодинамика. Атомная, квантовая и ядерная физика. Физика твёрдого тела: лабораторный практикум / Ю.М. Головин, Ю.П. Ляшенко, В.Н. Холодилин, В.М. Поликарпов. – Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 96 с.: ил. – Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277709>.

Физика твердого тела: учебное пособие / А.А. Корнилович, В.И. Ознобихин, И.И. Суханов, В.Н. Холявко. – Новосибирск: НГТУ, 2012. – 71 с. – ISBN 978-5-7782-2160-4; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228969>.

Малышев Л.Г. Физика атома и ядра / Л.Г. Малышев, А.А. Повзнер. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 145 с.: ил., табл. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-1283-2; То же [Электронный ресурс]. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=276290.

Курс «Физика микромира». URL: <http://moodle.tsput.ru/course/view.php?id=16363>.

Лабораторный практикум. URL: http://tsput.ru/res/fizika/for_phys_9.htm.

Курсы лекций и практических занятий. URL: http://tsput.ru/res/fizika/for_phys_8.htm.

Материалы для подготовки к практическим занятиям. URL: http://tsput.ru/res/fizika/for_phys_7.htm.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы представлен в таблице пункта 1 рабочей программы.

Формирование компетенции «готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов» (ПК-1) осуществляется в 9 этапов. Первый этап формирования компетенции осуществляется в процессе освоения дисциплин «Математический анализ: теория функций одной переменной», «Алгебра и геометрия: аналитическая геометрия». Второй этап формирования компетенции осуществляется в процессе освоения дисциплин «Общая и экспериментальная физика: механика», «Алгебра и геометрия: алгебра». Третий этап формирования компетенции осуществляется в процессе освоения дисциплин «Общая и экспериментальная физика: молекулярная физика и термодинамика», «Алгебра и геометрия: теория чисел и многочлены». Четвертый этап формирования компетенции осуществляется в процессе освоения дисциплины «Общая и экспериментальная физика: электричество и магнетизм», а также в процессе прохождения практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности. Пятый этап формирования компетенции осуществляется в процессе освоения дисциплин «Методика обучения предметам: методика обучения математике», «Общая и экспериментальная физика: оптика». Шестой этап формирования компетенции осуществляется в процессе освоения дисциплины «Методика обучения предметам: методика обучения физике», а также в процессе прохождения практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности. Седьмой этап формирования компетенции осуществляется в процессе освоения дисциплины «Общая и экспериментальная физика: физика атома». Восьмой этап формирования компетенции осуществляется в процессе прохождения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Девятый этап формирования компетенции осуществляется в процессе освоения дисциплины «Физика микромира», а также в процессе прохождения педагогической практики.

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенция «готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов» (ПК-1).

Дескриптор компетенций	Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	теоретических основ физических процессов, сущности физических явлений в микромире; основных понятий, определений, законов квантовой физики, физики конденсированного состояния, физики атомного ядра и элементарных частиц, место указанных разделов в системе физических наук, границы применимости; физические понятия, величины, теоремы и законы, связи между физическими величинами и соответствующие математические формулы	Оценка «отлично» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 81 до 100 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 10 баллов). Оценка «хорошо» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 61 до 80 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 10 баллов).
умения	корректно применять математический аппарат при изучении разделов физики; объяснять физическую сущность явлений и процессов в микромире, выявлять в них отдельные образовательные задачи; применять законы для решения практических и образовательных задач, анализировать полученные результаты; анализировать информацию, представленную в виде графической	Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент в целом за

Физика микромира		Б1.В.08
	зависимости физических величин, диаграмм, рисунков, схем и т.д. применительно к образовательному процессу; работать с учебной и учебно-методической литературой по разделам; приобретать новые знания по разделам, используя современные информационные и коммуникационные технологии для поиска информации и сопровождения учебно-воспитательного процесса; выявлять, описывать и объяснять связи между понятиями, относящимися к различным разделам курса физики	семестр набрал от 41 до 60 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 10 баллов). Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент в целом за семестр набрал менее 41 балла (или на экзамене набрано менее 10 баллов)
Навыки и (или) опыт деятельности	владения системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях разделов физики, необходимым математическим аппаратом, который используется при изучении разделов; навыками решения задач по разделам; основами методики решения физических задач (получение конечной аналитической формулы на основе законов физики; осуществление проверки конечной аналитической формулы; правильный расчет и представление численного результата); проведения физических экспериментов, применения статистических методов обработки экспериментальных данных и интерпретации результата, в том числе с использованием информационных технологий; теоретического анализа результатов наблюдений и экспериментов	

Критерии оценивания компетенций формируются на основе балльно-рейтинговой системы с помощью всего комплекса методических материалов, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих данный этап формирования компетенций.

Баллы, набранные студентом в течение семестра	Баллы за промежуточную аттестацию (экзамен)	Общая сумма баллов за модуль в семестр	Отметка на экзамене
21 – 80	10 – 20	81 – 100	отлично
21 – 80	10 – 20	61 – 80	хорошо
21 – 80	10 – 20	41 – 60	удовлетворительно
0 – 20	0 – 20	0 – 40	неудовлетворительно

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Оценка знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности по дисциплине осуществляется при помощи следующих средств.

Типовые задания проверочной работы (тестирование)
Вариант 1

1. Сколько атомов приходится на базис объемно-центрированной кристаллической решетки?

- А. один;
- Б. два;
- В. восемь;
- Г. девять;

2. Зона Бриллюэна - это

- А. Область в обратном пространстве кристалла, в пределах которой энергия не меняется;
- Б. Область в прямом пространстве кристалла с центром в некоторой точке решетки Браве, которая лежит ближе к этой точке решетки, чем к какой-либо другой точке решетки;
- В. Область в обратном пространстве кристалла, в пределах которой энергия меняется непрерывно;
- Г. Примитивная ячейка, обладающая полной симметрией решетки Браве;

3. Выражение для вектора трансляции:

- А. $\vec{T} = n_1\vec{a} + n_2\vec{b} + n_3\vec{c}$;
- Б. $\vec{T} = n\vec{a} + n\vec{b} + n\vec{c}$;
- В. $\vec{T} = n_1\vec{a} - n_2\vec{b} - n_3\vec{c}$;
- Г. $\vec{T} = n_1\vec{a} - n_2\vec{b} + n_3\vec{c}$.

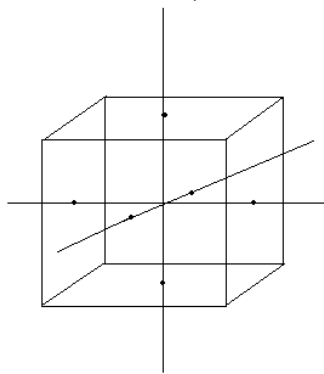
4. В кристалле не может существовать осей симметрии следующих порядков:

- А. 2,5;
- Б. 3,5;
- В. 5,7;
- Г. 6,7.

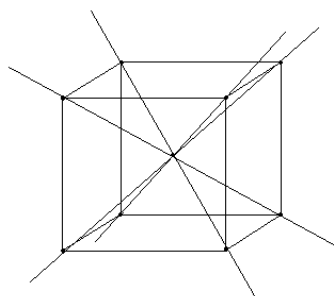
5. Как называется точечное симметричное преобразование в кристаллической решетке, которому соответствует поворот на угол π и последующее отражение в плоскости, перпендикулярной к оси поворота?

- А. Зеркальное отражение;
- Б. Инверсия;
- В. Поворот вокруг оси симметрии второго порядка;
- Г. Поворот вокруг оси симметрии 6-го порядка.

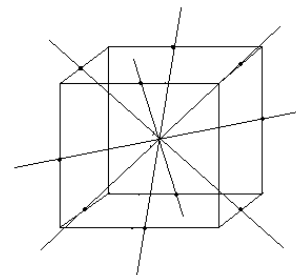
6. Укажите, на каком из рисунков проведены оси симметрии 3-го порядка



А



Б



В

7. Сколько существует пространственных решеток Браве?

- А. 5;
- Б. 3;
- В. 14;
- Г. 7.

8. Полупроводники

А. при нормальных температурах проводят электрический ток, а при низких являются изоляторами;

Б. выталкивают из себя магнитное поле при низких температурах;

В. проводят ток только в одном направлении;

- Г. При нормальных температурах являются изоляторами;
- 9. В сверхпроводниках типа свинца электроны связываются в куперовские пары
 - А. посредством обмена виртуальными фотонами;
 - Б. посредством обмена виртуальными фононами;
 - В. за счет магнитного взаимодействия электронных спинов;
 - Г. посредством обмена парой экситонов;
- 10. Наличие легирующей донорной примеси в полупроводнике
 - А. смещает уровень Ферми в сторону валентной зоны;
 - Б. не изменяет положения уровня Ферми;
 - В. смещает уровень Ферми в сторону зоны проводимости;
 - Г. увеличивает количество дырок в валентной зоне.

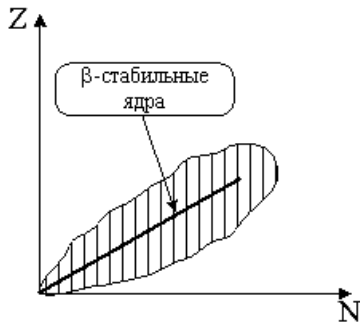
Вариант 1

7 Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц

1 Ядро. Элементарные частицы

Ф7.1.1-1

На рисунке показана область существования β -активных ядер. Прямая линия соответствует равновесным значениям Z_β , соответствующим β -стабильным ядрам. Здесь Z – порядковый номер элемента, а N – число нейтронов в ядре.



В области $Z < Z_\beta \dots$

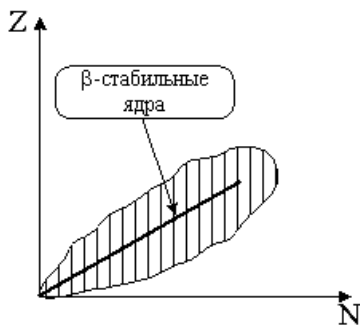
- 1: ядра обладают избытком нейтронов и β^+ -активны
- 2: ядра обладают избытком протонов и β^+ -активны
- 3: ядра обладают избытком нейтронов и β^- -активны*
- 4: ядра обладают избытком протонов и β^- -активны

Ядра, в которых происходит превращение нейтрона в протон, называются β^- -радиоактивными. Для области $Z < Z_\beta$ при постоянном количестве нейтронов число протонов (порядковый номер) меньше нормы, значит, ядра обладают избытком нейтронов, соответственно этот избыток должен превратиться в протоны. По определению такие ядра называются β^- -активными.

Ответ: 3.

Ф7.1.1-2

На рисунке показана область существования β -активных ядер. Прямая линия соответствует равновесным значениям Z_β , соответствующим β -стабильным ядрам. Здесь Z – порядковый номер элемента, а N – число нейтронов в ядре.



В области $Z > Z_\beta \dots$

- 1: ядра обладают избытком протонов и β^+ -активны*
- 2: ядра обладают избытком нейтронов и β^- -активны
- 3: ядра обладают избытком нейтронов и β^+ -активны
- 4: ядра обладают избытком протонов и β^- -активны

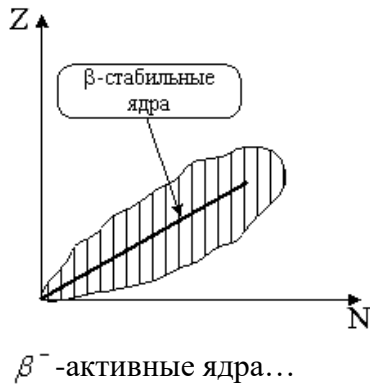
Ядра, в которых происходит превращение нейтрона в протон, называются β^- -радиоактивными. Для области $Z > Z_\beta$ при постоянном количестве нейтронов число протонов (порядковый номер)

больше нормы, значит, ядра обладают избытком протонов, соответственно этот избыток должен превратиться в нейтроны. Обратное определению такие ядра называются β^+ -активными.

Ответ: 1.

Ф7.1.1-3

На рисунке показана область существования β -активных ядер. Прямая линия соответствует равновесным значениям Z_β , соответствующим β -стабильным ядрам. Здесь Z – порядковый номер элемента, а N – число нейтронов в ядре.



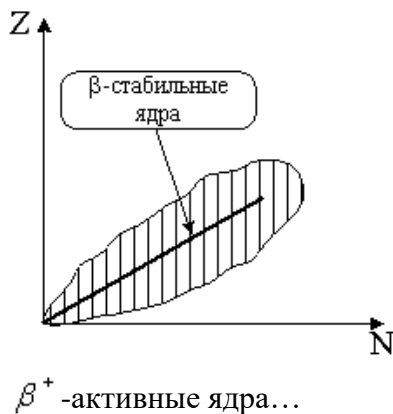
- 1: обладают избытком нейтронов и находятся в области $Z < Z_\beta^*$
- 2: обладают избытком протонов и находятся в области $Z < Z_\beta$
- 3: обладают избытком нейтронов и находятся в области $Z > Z_\beta$
- 4: обладают избытком протонов и находятся в области $Z > Z_\beta$

Ядра, в которых происходит превращение нейтрона в протон, называются β^- -радиоактивными. Для β^- -активных ядер характерно, что в них происходит превращение нейтрона в протон. Это означает, что при постоянном количестве нейтронов число протонов (порядковый номер) меньше нормы, ядра обладают избытком нейтронов. Это выполняется для области $Z < Z_\beta$.

Ответ: 1.

Ф7.1.1-4

На рисунке показана область существования β -активных ядер. Прямая линия соответствует равновесным значениям Z_β , соответствующим β -стабильным ядрам. Здесь Z – порядковый номер элемента, а N – число нейтронов в ядре.



- 1: обладают избытком протонов и находятся в области $Z > Z_\beta^*$
- 2: обладают избытком протонов и находятся в области $Z < Z_\beta$
- 3: обладают избытком нейтронов и находятся в области $Z > Z_\beta$
- 4: обладают избытком нейтронов и находятся в области $Z < Z_\beta$

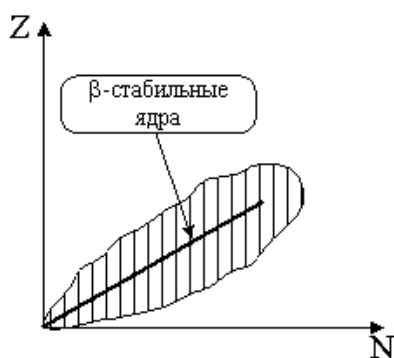
Ядра, в которых происходит превращение нейтрона в протон, называются β^- -радиоактивными. Для β^+ -активных ядер характерно, что в них происходит превращение протона в нейтрон. Это означает, что при постоянном количестве нейтронов число протонов (порядковый номер) больше нормы, ядра обладают избытком протонов. Это выполняется для области $Z > Z_\beta$.

Ответ: 1.

Ф7.1.1-5

На рисунке показана область существования β -активных ядер. Прямая линия соответствует равновесным значениям Z_β , соответствующим β -стабильным ядрам. Здесь Z – порядковый номер элемента, а N – число нейтронов в ядре.

- 1: обладают избытком протонов и находятся в области $Z > Z_\beta^*$
- 2: обладают избытком протонов и находятся в



области $Z < Z_{\beta}$
 3: обладают избытком нейтронов и находятся в области $Z > Z_{\beta}$
 4: обладают избытком нейтронов и находятся в области $Z < Z_{\beta}$

Ядра, нестабильные по отношению к e^{-} -захвату...

Ядра, в которых происходит превращение нейтрона в протон, называются β^{-} -радиоактивными. Ядра, нестабильные по отношению к e^{-} -захвату являются β^{+} -активными. Для β^{+} -активных ядер характерно, что в них происходит превращение протона в нейтрон. Это означает, что при постоянном количестве нейтронов число протонов (порядковый номер) больше нормы, ядра обладают избытком протонов. Это выполняется для области $Z > Z_{\beta}$.

Ответ: 1.

Ф7.1.2-1

Ядра с долгоживущим возбуждённым состоянием называют ...

- 1: изоспины
- 2: изотопы
- 3: изобары
- 4: изомеры*

Изотопический спин (изоспин) – одна из внутренних характеристик (квантовое число), определяющая число зарядовых состояний адронов.

Изотопы – разновидности атомов (и ядер) одного химического элемента с разным количеством нейтронов в ядре.

Изобары – нуклиды, имеющие одинаковое массовое число;

Изомерия атомных ядер – явление существования у ядер атомов метастабильных (изомерных) возбуждённых состояний с достаточно большим временем жизни.

Ответ: 4.

Ф7.1.3-1

Для нуклонов верными являются следующие утверждения:

- 1: масса протона много больше массы нейтрона
- 2: оба нуклона обладают отличными от нуля магнитными моментами*
- 3: спины нуклонов одинаковы*
- 4: оба нуклона нейтральны

Нуклоны – частицы, из которых построены атомные ядра. Нуклоны представлены протонами и нейтронами.

	масса	электрический заряд	спин
Нейтрон	939,6 МэВ	0	1/2 (фермион)
Протон	938,3 МэВ	+1	1/2 (фермион)

Магнитный момент – основная величина, характеризующая магнитные свойства вещества. Магнитный момент элементарных частиц (протонов и нейтронов) обусловлен существованием у них собственного механического момента – спина, то есть они обладают отличным от 0 магнитным моментом.

Ответы: 2,3.

Ф7.1.3-2

Из перечисленных ниже частиц считается нуклоном ...

- 1: фотон
- 2: электрон

3: мюон
4: нейтрон*

Нуклоны – частицы, из которых построены атомные ядра. Нуклоны представлены протонами и нейтронами.

Ответ: 4.

Примерные вопросы к экзамену

Раздел 1

1. Идеальный кристалл (структурная единица, элементарная ячейка, базис – примеры).
2. Кристаллическая структура (кристаллическая решетка, базис, векторы примитивных трансляций – примеры, элементарные и примитивные ячейки).
3. Вектор трансляции (оператор трансляции, собственные функции и собственные значения оператора трансляции, коммутация оператора трансляции с операторами U , T_k , H).
4. Точечная группа симметрии (основной вектор, плоскость зеркального отражения, инверсия – примеры).
5. Двумерные решетки Бравэ (типы, элементарная симметрия, условные обозначения).
6. Индексы Миллера (ориентация плоскости в пространстве, естественные координаты, индексы Миллера – примеры).
7. Взаимодействие рентгеновского излучения с кристаллом (вывод закона Брегга, две формы записи закона, условие дифракции, условие интерференции).
8. Схема взаимодействия излучения с кристаллом (вектор $\vec{\rho}_{hkr}$, фазовые множители, вектор рассеяния).
9. Вывод формулы для амплитуды рассеяния (дискретный и непрерывный случаи).
10. Условие дифракции (случаи A_{\max} и A_{\min} для кристалла с M^3 узлов).
11. Уравнение Лауэ (условие дифракции).
12. Обратная решетка (вывод формул, прямая и обратная решетки, реальное пространство и пространство Фурье).
13. Построение Эвальда (линейный отклик, правила отбора, геометрическая интерпретация).
14. Зоны Бриллюэна (вывод из условий дифракции, построение зон в одномерном, двумерном и трехмерном случае, ячейка Вигнера-Зейтца и зона Бриллюэна).
15. Структурный фактор базиса (вывод, пример).
16. Форм-фактор (причины рассеяния излучения атомом, вывод).
17. Уравнение Шредингера для кристалла (гамильтониан, волновые функции, приближения).
18. Адиабатическое приближение (запись полного гамильтониана для кристалла, анализ каждого вида энергии, операторы которых входят в уравнение Шредингера).
19. Одноэлектронное приближение в решении уравнения Шредингера для кристалла (введение самосогласованного поля, изменение структуры уравнения Шредингера, переход к одноэлектронным уравнениям, вид самосогласованного поля).
20. Уравнение Хартри (полная запись и анализ).
21. Уравнение Хартри-Фока (уточнение Фока, определители Слэтера).
22. Движение электронов в периодическом поле кристалла (уравнение Шредингера, учет трансляционной симметрии, гамильтониан, собственные функции).
23. Квазиимпульс (учет симметрии кристалла, отличие и сходство с импульсом, закон сохранения квазиимпульса).
24. Нормировка на «ящик» (нормировка в случае дискретного и непрерывного спектров, циклические граничные условия, вид спектра волнового вектора, нормировка блоховских функций).
25. Описание состояния электрона в кристалле (функция Блоха, определение ее аналитического вида).
26. Определение закона дисперсии для электронов в кристалле (модель квазисвободного электрона).
27. Расчет дисперсии в приближении теории возмущения («0»-приближение, волновые функции, возмущения, матричные элементы, «1»-приближение, работа выхода по Зоммерфельду, вырождение).

28. Теория возмущения в случае вырождения (учет свойств собственных функций, вывод векового уравнения и его решение, дисперсионная кривая на границах зоны Бриллюэна в одномерном случае).
29. Зонный спектр проводников, полупроводников и диэлектриков (энергетические схемы, переход от атома к молекуле и кристаллу).
30. Собственные полупроводники (плотность тока, определение концентрации электронов и дырок, функции распределения, определение положения уровня Ферми).
31. Температурная зависимость проводимости собственных полупроводников (вывод формулы и ее графическое решение).
32. Примесные полупроводники (расчет концентрации электронов и дырок на донорных и акцепторных уровнях).
33. Уровень Ферми в примесных полупроводниках, его температурная зависимость.
34. Температурная зависимость удельной проводимости примесных полупроводников.
35. Изотопический эффект в сверхпроводниках.
36. Эффект Мейснера.
37. Второе уравнение Лондонов (вывод).
38. Анализ эффекта Мейснера через уравнение Лондонов.
39. Вывод первого уравнения Лондонов.
40. Сверхпроводники первого и второго рода.
41. Взаимодействие электронов с кристаллической решеткой. Куперовские пары.
42. Анализ перехода вещества в сверхпроводящее состояние (фермионы, бозоны, энергетическая щель, отделяющая нормальное состояние от сверхпроводящего).
43. Квантовая жидкость и макроскопическое квантование.
44. Квазичастица.
45. Диамагнетики.
46. Парамагнетики.
47. Ферромагнетики.
48. Магнитные свойства вещества.

Раздел 2

1. Атомный и ядерный уровни. Фундаментальные взаимодействия.
2. Опыты по рассеянию частиц, классификация процессов (распада) рассеяния. Распады.
3. Кинематика распадов, реакции рождения, упругого рассеяния. Эффективные сечения. Закон распадных процессов.
4. Ускорители. Современные детекторы частиц. Коллайдеры.
5. Состав ядра, заряд, массовое число. Понятие о формализме изоспина.
6. Энергия связи, устойчивость ядер. Электромагнитные моменты. Спин, его связь со статистикой. Формы и радиусы ядер.
7. Капельная модель, модель ядерных оболочек. Магические числа. Понятие о коллективной, статистической, оптической, обобщенных моделях.
8. Свойства ядерных сил.
9. Радиоактивность. Механизмы α - и β -распадов. Нейтрино, промежуточные бозоны, γ -излучение.
10. Ядерные реакции, классификация, механизмы протекания.
11. Деление тяжелых ядер. Цепная реакция. Реакторы.
12. Реакция синтеза. Проблемы управляемого термоядерного синтеза, пути решения.
13. «Зоопарк» элементарных частиц, характеристики. Барионный, лептонный заряды. Странность, очарование, красота.
14. Законы сохранения в физике частиц.
15. Восьмеричный формализм.
16. Модель кварков. Мезоны и адроны.
17. Электрослабое взаимодействие. Сильное взаимодействие. Единые теории.
18. Современные взгляды на структуру материи. Физический вакуум. Фундаментальные проблемы физики.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Описание балльно-рейтинговой системы по дисциплине

Итоговая рейтинговая оценка по дисциплине «Физика микромира» складывается из следующих составляющих.

По материалам лекций предусмотрено тестирование, выполнение всех заданий оценивается максимально до 24 баллов.

Выполнение лабораторных работ оценивается максимально до 16 баллов.

Обязательной формой текущей аттестации знаний являются две срезовые контрольные работы. Максимальная оценка на каждой контрольной работе может составить 15 баллов.

Активность студентов на занятиях поощряется дополнительными баллами в размере от 0,5 до 5 за весь курс, при условии не превышения максимального суммарного значения.

На экзамене ответ студента может быть максимально оценен в 30 баллов.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература

1. Разумовская И.В. Физика твердого тела: учебное пособие / И.В. Разумовская. – М.: Прометей, 2011. – Ч. 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки. – 64 с. – ISBN 978-5-4263-0032-3; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=108460>.

2. Байков Ю.А. Физика конденсированного состояния: учебное пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. – 3-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 296 с.: схем., табл., ил. – (Учебник для высшей школы). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9963-2960-1; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214636>.

3. Алтунин К.К. Теоретическая физика атомного ядра и элементарных частиц: учебно-методическое пособие / К.К. Алтунин. – 2-е изд. – М.: Директ-Медиа, 2014. – 71 с. – ISBN 978-5-4475-0321-5; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240556>.

4. Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц: учебное пособие / М.А. Михайлов. – М.: Прометей, 2013. – 25 с.: схем. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7042-2471-6; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437322>.

5. Краткий курс лекций по физике атомного ядра / Ю.Ф. Головнев, А.А. Тен. – Тула: Изд-во ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2011. – 101 с. URL: <http://rucont.ru/efd/146038>.

7.2. Дополнительная литература

1. Фомин Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела : учебное пособие / Д.В. Фомин. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 186 с.: ил., схем., табл. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-2829-4; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259074>.

2. Гордиенко А.Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач: учебное пособие / А.Б. Гордиенко, А.В. Кособуцкий, Д.В. Корабельников. – 2-е изд., доп. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011. – 92 с. – ISBN 978-5-8353-1164-4; То же [Электронный ресурс]. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=232487.

3. Общая физика: молекулярная физика и термодинамика. Атомная, квантовая и ядерная физика. Физика твёрдого тела: лабораторный практикум / Ю.М. Головин, Ю.П. Ляшенко, В.Н. Холодили, В.М. Поликарпов. – Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 96 с.: ил. – Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277709>.

4. Физика твердого тела: учебное пособие / А.А. Корнилович, В.И. Ознобихин, И.И. Суханов, В.Н. Холявко. – Новосибирск: НГТУ, 2012. – 71 с. – ISBN 978-5-7782-2160-4; То же

[Электронный ресурс]. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228969>.

5. Малышев Л.Г. Физика атома и ядра / Л.Г. Малышев, А.А. Повзнер. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 145 с.: ил., табл. – Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7996-1283-2; То же [Электронный ресурс]. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=276290.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Базы данных НОБИ-центра ТГПУ им. Л.Н. Толстого. URL: <http://irbis.tspu.ru>.
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». URL: <http://biblioclub.ru>.
3. Издательство «Лань». Электронная библиотечная система. URL: <http://e.lanbook.com>.
4. Национальный цифровой ресурс Руконт – межотраслевая электронная библиотека (ЭБС). URL: <http://www.rucont.ru>.
5. Информационные ресурсы по физике на Интернет-сайте ТГПУ им. Л.Н. Толстого URL: <http://tspu.ru/res/3.php>.
6. Информационные ресурсы по физике на Интернет-сайте ТГПУ им. Л.Н. Толстого URL: <http://tspu.ru/res/fizika/index.htm>.
7. Обучающая среда на платформе Moodle (Интернет-сайт поддержки электронного обучения в ТГПУ им. Л.Н. Толстого). URL: <http://moodle.tspu.ru>.
8. Система тестирования Indigo Software Technologies (Интернет-сайт тестирования ТГПУ им. Л.Н. Толстого) URL: <http://indigo.tspu.ru>.
9. Единый портал Интернет-тестирования в сфере образования URL: <http://www.i-exam.ru>.
10. Интернет-сайт поиска научно-технической информации Microsoft. URL: <http://academic.research.microsoft.com>.
11. Интернет-сайт поиска научно-технической информации KnowMade. URL: <http://www.freefullpdf.com>.
12. Интернет-сайт поиска научно-технической информации Google. URL: <https://scholar.google.ru>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование у обучающихся готовности реализовывать образовательные программы по учебному предмету «Физика» в соответствии с требованиями образовательных стандартов. В результате освоения дисциплины должны быть сформированы навыки использования системы знаний о фундаментальных физических законах и теориях квантовой физики, физики конденсированного состояния, физики атомного ядра и элементарных частиц; решения задач по разделам физики; методики решения практических и образовательных физических задач. Обучающиеся должны осознавать необходимость изучения дисциплины «Физика микромира» как основу для прохождения преддипломной практики, качественного выполнения выпускной квалификационной работы, подготовки и сдачи государственного экзамена.

К началу изучения дисциплины обучающимся необходимо:

– ознакомиться с нормативной правовой базой, устанавливающей требования к реализации ОПОП направления, используя современные профессиональные базы данных и/или информационные справочные системы и/или внутривузовское сетевое окружение;

– получить индивидуальные логин и пароль для доступа в электронную информационно-образовательную среду ТГПУ им. Л.Н. Толстого (доступ в систему Moodle и личный кабинет обучающегося ТГПУ им. Л.Н. Толстого в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»);

– ознакомиться с настоящими методическими указаниями для обучающихся по освоению дисциплины; перечнем основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины; перечнем ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», необходимых для освоения дисциплины; перечнем учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине; методическими материалами, определяющими процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Подготовка студентов к практическим занятиям направлена на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальных умений у обучающихся: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

В процессе освоения дисциплины обучающимся необходимо посещать учебные занятия, выполнять задания, предусмотренные настоящей рабочей программой; самостоятельно использовать основную, при необходимости дополнительную учебную литературу, необходимую для освоения дисциплины; ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины; учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. Также в процессе освоения дисциплины обучающимся не реже чем раз в неделю отслеживать текущую информацию, при необходимости размещаемую в системе Moodle.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

При осуществлении образовательного процесса используется следующее лицензионное программное обеспечение:

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
2. Программное обеспечение Microsoft Office XP Professional Win32 Russian– Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
3. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.
4. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г.
5. Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
6. Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
7. Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 1894-150512-101810 от 12-05-2015 г.

Технология работы в системе тестирования Indigo Software Technologies – <http://indigo.tsput.ru> (Интернет-сайт тестирования ТГПУ им. Л.Н. Толстого)

Обучающимся обеспечен доступ к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.
2. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>.
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.

4. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» <http://www.ict.edu.ru>.

5. Среда электронного обучения ТГПУ им. Л.Н. Толстого <http://moodle.tsput.ru>.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа представляют собой специальные помещения, оборудованные рабочими местами обучающихся, учебной (или интерактивной) доской, мультимедийной техникой, предоставляющей возможность использования информационных технологий (представления презентаций, видеодемонстраций и т.д.), демонстрационным столом для использования демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, например:

– уч. корп. № 3, ауд. 98,

оборудование: мультимедийный проектор, экран, ноутбук, интерактивный планшет, набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий;

– уч. корп. № 3, ауд. 93,

оборудование: мультимедийный проектор, экран, используемый ноутбук хранится в уч. корп. № 3, ауд. 92 (помещение кафедры) используемый набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий хранится в уч. корп. № 3, ауд. 88а.

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, включают в себя лаборатории, оборудованные в том числе рабочими местами обучающихся и учебными досками, например:

– «Квантовая физика», уч. корп. № 3, ауд. 95,

1. Изучение спектра атома водорода.

Оборудование: оптическая скамья, спектрометр, лампы ртутная, неоновая и водородная, блок питания.

2. Проверка соотношения неопределенностей Гейзенберга.

Оборудование: оптическая скамья, лазер, микрометрическая щель, экран, линейка.

3. Изучение туннельного эффекта с помощью полупроводникового диода.

Оборудование: Блок-схема, блок питания, вольтметр, миллиамперметр (ФКЛ-5).

4. Изучение опыта Франка-Герца.

Оборудование: установка для изучения опыта Франка-Герца ЛКР-1И, осциллограф, блок питания.

5. Термоэлектричество. Эффект Зеебека.

Оборудование: Блок-схема, блок питания, милливольтметр (ФЭЛ-17).

6. Изучение зависимости сопротивления полупроводника от температуры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника.

Оборудование: Блок-схема с электропечью и Si-, Ge-, Se-образцами, блок питания (ФКЛ-10).

Для проведения практических занятий могут быть задействованы как учебные аудитории для проведения лекционного типа, так и лаборатории.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся представляют собой специальные помещения, оснащенные компьютерной техникой, имеющей доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной информационно-образовательной среде ТГПУ им. Л.Н. Толстого, внутривузовскому сетевому окружению, например:

компьютерный класс, уч. корп. № 3, ауд. 108,

оборудование: 11 ПК.

12. АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Планируемые результаты обучения при освоении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины у студента должна быть сформирована следующая компетенция: готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов (ПК-1).

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести:

знания теоретических основ физических процессов, сущности физических явлений в микромире; основных понятий, определений, законов квантовой физики, физики конденсированного состояния, физики атомного ядра и элементарных частиц, место указанных разделов в системе физических наук, границы применимости; физические понятия, величины, теоремы и законы, связи между физическими величинами и соответствующие математические формулы;

умения корректно применять математический аппарат при изучении разделов физики; объяснять физическую сущность явлений и процессов в микромире, выявлять в них отдельные образовательные задачи; применять законы для решения практических и образовательных задач, анализировать полученные результаты; анализировать информацию, представленную в виде графической зависимости физических величин, диаграмм, рисунков, схем и т.д. применительно к образовательному процессу; работать с учебной и учебно-методической литературой по разделам; приобретать новые знания по разделам, используя современные информационные и коммуникационные технологии для поиска информации и сопровождения учебно-воспитательного процесса; выявлять, описывать и объяснять связи между понятиями, относящимися к различным разделам курса физики;

навыки и(или) опыт деятельности владения системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях разделов физики, необходимым математическим аппаратом, который используется при изучении разделов; навыками решения задач по разделам; основами методики решения физических задач (получение конечной аналитической формулы на основе законов физики; осуществление проверки конечной аналитической формулы; правильный расчет и представление численного результата); проведения физических экспериментов, применения статистических методов обработки экспериментальных данных и интерпретации результата, в том числе с использованием информационных технологий; теоретического анализа результатов наблюдений и экспериментов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина «Физика микромира» относится к дисциплинам вариативной части дисциплин направления. К началу изучения дисциплины студенты должны владеть: знаниями основополагающих физических понятий, закономерностей, законов и теорий, основных методов научного познания, используемых в физике, понятийным аппаратом по основным разделам математики; о технике проведения физического эксперимента; измерениях физических величин; погрешностях средств измерений; классификации погрешностей; методах статистического анализа случайных погрешностей; правилах математической обработки результатов физического эксперимента и представления результатов; правилах приближенных вычислений; умениями использовать физическую терминологию, символику, применять накопленные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни, пользоваться измерительными приборами, применять статистические методы обработки экспериментальных данных; моделировать реальные ситуации, исследовать построенные модели, интерпретировать полученный результат; навыками и (или) опытом деятельности решения физических задач; проведения простейших физических экспериментов, обработки экспериментальных данных и представления результата, в том числе с использованием информационных технологий. При освоении дисциплины студенты опираются на знания и компетенции, полученные при изучении учебных предметов «Физика» (базовый уровень) предметной области «Естественные науки», «Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия» (базовый уровень) предметной области «Математика и информатика» основной образовательной программы среднего общего образования, дисциплин «Вводный курс

физики», «Информационные технологии в образовании и основы математической обработки информации», освоенных дисциплин модулей «Общая и экспериментальная физика», «Математический анализ», «Теоретическая физика», «Алгебра и геометрия».

Дисциплина «Физика микромира» является основой для прохождения преддипломной практики, качественного выполнения выпускной квалификационной работы, подготовки и сдачи государственного экзамена.

3. Объем дисциплины 5 зачетных единиц.

4. Образовательный процесс осуществляется на русском языке.

5. Разработчики: Головнев Ю.Ф., проф. кафедры общей и теоретической физики, д-р физ.-мат. наук, проф.; Нургулеев Д.А., доц. кафедры общей и теоретической физики, канд. физ.-мат. наук.

13. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**2016-2017 учебный год**

В рабочую программу дисциплины внесены изменения в части обновления состава необходимого комплекта лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ обучающимся.

Изменения к рабочей программе дисциплины утверждены на заседании Ученого совета университета, протокол № 2 от 16 февраля 2017 г.

2017-2018 учебный год**Обновлен состав необходимого комплекта лицензионного программного обеспечения.**

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
2. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 года.
3. Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian - контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 года.
4. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.
5. Программное обеспечение Microsoft Office 2013 Professional - контракт № 405535 от 2 ноября 2015 года, контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г.
6. Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
7. Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
8. Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 17E0-170518-102844-823-690 от 18-05-2017 г.

Обновлен состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ обучающимся.

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.
2. Официальный интернет-портал базы данных правовой информации <http://pravo.gov.ru>.
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.
4. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» <http://www.ict.edu.ru>.
5. Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://webofscience.com>.
6. Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН) <http://neicon.ru>.
7. Базы данных издательства Springer <https://link.springer.com>.

Изменения к рабочей программе дисциплины утверждены на заседании Ученого совета университета, протокол № 8 от 31 августа 2017 г.

2018-2019 учебный год

Обновлен состав необходимого комплекта лицензионного программного обеспечения.

1. Операционная система ROSA Enterprise Linux Desktop № RL00450-1-110518-01 - RL00450-1-110518-17 от 11 мая 2018 г.
2. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
3. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.
4. Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian - контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.
5. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.
6. Программное обеспечение Microsoft Office 2013 Professional - контракт № 405535 от 2 ноября 2015 года, контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г.
7. Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
8. Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
9. Комплексная система антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 17E0-170518-102844-823-690 от 18-05-2017 г.

Обновлен состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ обучающимся.

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.
2. Официальный интернет-портал базы данных правовой информации <http://pravo.gov.ru>.
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.
4. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» <http://www.ict.edu.ru>.
5. Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://webofscience.com>.
6. Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН) <http://neicon.ru>.
7. Базы данных издательства Springer <https://link.springer.com>.

Изменения к рабочей программе дисциплины утверждены на заседании Ученого совета университета, протокол № 7 от 30 августа 2018 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Разработчики:

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень	Ученое звание	Должность
Головнев Юрий Филиппович	доктор физико- математи- ческих наук	профессор	профессор кафедры общей и теоретичес- кой физики
Нургулеев Дамир Абдулганович	кандидат физико- математи- ческих наук		доцент кафедры общей и теоретичес- кой физики