



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 твердого тела	Б1.В.ДВ.20.01

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 ТВЕРДОГО ТЕЛА»**

Трудоемкость: 3 зачетные единицы

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная

И.о. заведующего кафедрой _____

А.П. Плотников

Декан факультета _____

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	4
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	5
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	6
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	6
6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
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.....	7
6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	11
7.1. Основная литература	11
7.2. Дополнительная литература	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	12
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
12. Аннотация рабочей программы дисциплины	15
13. Лист регистрации изменений к рабочей программе дисциплины	16

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
способность использовать основы философских и социогуманитарных знаний для формирования научного мировоззрения (ОК-1)	<p>Выпускник знает: философские основы становления и развития квантовой теории и теории твердого тела;</p> <p>Умеет: выделять вклад квантовой теории и теории твердого тела в развитие философского знания и научной картины мира в целом;</p> <p>Владеет и (или) имеет опыт деятельности: анализа этапов становления квантовой теории и теории твердого тела для формирования научного мировоззрения</p>	Этапы формирования компетенции формируются в соответствии с учебным планом и основной образовательной программой
способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития для формирования патриотизма и гражданской позиции (ОК-2)	<p>Выпускник знает: основные этапы и условия становления и развития квантовой теории и теории твердого тела;</p> <p>Умеет: выявлять вклад ученых и инженеров XX века в развитие физики твердого тела для формирования гражданской позиции;</p> <p>Владеет и (или) имеет опыт деятельности: анализа деятельности ученых и инженеров XX века для формирования гражданской позиции</p>	Этапы формирования компетенции формируются в соответствии с учебным планом и основной образовательной программой
Способность осуществлять педагогическое сопровождение социализации и профессионального самоопределения обучающихся (ПК-5)	<p>Выпускник знает: основы физики конденсированного состояния, включающие описание механических, тепловых, электрических и магнитных и других свойств твердых тел, используемые в современной технике, для осуществления педагогического сопровождения социализации и профессионального самоопределения обучающихся;</p> <p>Умеет: объяснять протекание физических процессов в твердых телах с целью популяризации научных знаний и технических достижений среди обучающихся;</p> <p>Владеет и (или) имеет опыт деятельности: вычисления структурных, электронных, оптических и других характеристик твердых тел для объяснения протекания физических процессов в твердых телах, выявления связи с современными научными достижениями</p>	Этапы формирования компетенции формируются в соответствии с учебным планом и основной образовательной программой

со школьным курсом физики

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

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

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем зачетных единиц / часов по формам обучения
Максимальная учебная нагрузка (всего)	3/108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	22
в том числе:	
лекции, в т.ч. в интерактивной форме	8, 4
практические занятия, в т.ч. в интерактивной форме	12, 8
другие виды контактной работы	2
Самостоятельная работа студента (всего)	86
в том числе:	
внеаудиторная самостоятельная работа по подготовке к лекционным занятиям	30
внеаудиторная самостоятельная работа при подготовке к практическим занятиям	30
подготовка к контрольной работе	24
выполнение заданий для самостоятельной работы в системе управления обучением MOODLE	2
Промежуточная аттестация в форме зачета	

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
Тема 1. Кристалл	2	4		20
Тема2. Теория движения электронов в кристалле	2	2		20
Тема 3. Полупроводники	2	2		20
Тема4. Магнитные свойства вещества	2	4		26
Контроль самостоятельной работы студентов			2	
ИТОГО:	8	12	2	86

Тема 1. Кристалл

Описание структуры кристаллов. Дифракция в кристаллах и обратная решетка. Типы связей

в кристаллах. Фононы и колебания решетки.

Тема 2. Теория движения электронов в кристалле

Метод самосогласованного поля. Адиабатическое приближение. Уравнение Хартри-Фока.

Тема 3. Полупроводники

Собственная проводимость. Запрещенная зона. Закон действующих масс. Концентрация собственных носителей.

Тема 4. Магнитные свойства вещества

Диэлектрики. Парамагнетики. Ферромагнетики.

Тематика занятий семинарского типа

Тема 1	Практические занятия	4ч	Кристалл
Тема 2	Практические занятия	2ч	Теория движения электронов в кристалле
Тема 3	Практические занятия	2ч	Полупроводники
Тема 4.	Практические занятия	4ч	Магнитные свойства вещества

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 зачету.

Комплект учебно-методического сопровождения дисциплины (опорные конспекты лекций, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ, электронный вариант РПД), доступен студентам 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 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>.

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.

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>.

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

Этапы формирования компетенции формируются в соответствии с учебным планом и основной образовательной программой.

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

Компетенции «способность использовать основы философских и социогуманитарных знаний для формирования научного мировоззрения» (ОК-1), «способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития для формирования патриотизма и гражданской позиции» (ОК-2), «способность осуществлять педагогическое сопровождение социализации и профессионального самоопределения обучающихся» (ПК-5).

Дескриптор компетенций	Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	философских основ становления и развития квантовой теории и теории твердого тела; основных этапов и условий становления и развития квантовой теории и теории твердого тела; основ физики конденсированного состояния, включающих описание механических, тепловых, электрических и магнитных и других свойств твердых тел, используемых в современной технике, для осуществления педагогического сопровождения социализации и профессионального самоопределения обучающихся;	Отметка «зачтено» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 41 до 100 баллов (с учетом баллов, набранных на промежуточной аттестации (зачете)).
Умения	выделять вклад квантовой теории и теории твердого тела в развитие философского знания и научной картины мира в целом; выявлять вклад ученых и инженеров XX века в развитие физики твердого тела для формирования гражданской позиции; объяснять протекание физических процессов в твердых телах с целью популяризации научных знаний и технических достижений среди обучающихся;	Отметка «не зачтено» выставляется, если студент в целом за семестр набрал менее 41 балла (с учетом баллов, набранных на промежуточной аттестации (зачете)).
Навыки и (или) опыт деятельности	анализа этапов становления квантовой теории и теории твердого тела для формирования научного мировоззрения; анализа деятельности ученых и инженеров XX века для формирования гражданской позиции вычисления структурных, электронных, оптических и других характеристик твердых тел для объяснения протекания физических процессов в твердых телах, выявления связи с современными научными достижениями со школьным курсом физики	Отметка «зачтено» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 41 до 100 баллов (с учетом баллов, набранных на промежуточной аттестации (зачете)).

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 (зачет)	Общая сумма баллов за семестр	Отметка
21 – 80	0 – 20	41 – 100	Зачтено
0 – 20	0 – 20	0 – 40	Не зачтено

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

Типовые варианты индивидуальных домашних заданий

1. Определить число n узлов, приходящихся на одну элементарную ячейку в гранецентрированной кубической решетке.

2. Определить параметр a решетки и расстояние d между ближайшими соседними атомами кристалла кальция (решетка гранецентрированная кубической сингонии). Плотность ρ кристалла кальция равна $1.55 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

3. Написать индексы направления прямой, проходящей через узлы $[100]$, $[001]$ кубической примитивной решетки.

4. Написать индексы Миллера для плоскости, содержащей узлы с индексами $[200]$, $[010]$, $[001]$.

Типовые варианты срезовых контрольных работ

1. Вычислить постоянную a решетки кристалла бериллия, который представляет собой гексагональную структуру с плотной упаковкой. Параметр c решетки равен 0.359 нм . Плотность ρ кристалла бериллия равна $1.82 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

2. Система плоскостей в примитивной кубической решетке задана индексами Миллера (221) . Найти наименьшие отрезки, отсекаемые плоскостью на осях координат и изобразить эту плоскость графически.

3. Вычислить угол ϕ между нормальными к плоскостям (в кубической решетке), заданным индексами Миллера (111) и $(1 -1 1)$.

4. Найти плотность ρ кристалла неона (при 20 К), если известно, что решетка гранецентрированная кубической сингонии. Постоянная a решетки при той же температуре равна $0,452 \text{ нм}$.

5. Определить относительную атомную массу A_r кристалла, если известно, что расстояние d между ближайшими соседними атомами равно $0,304 \text{ нм}$. Решетка объемно-центрированная кубической сингонии. Плотность ρ кристалла равна 534 кг/м^3

Тестирование «Физика твердого тела»

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

- 1.1. Один;
- 1.2. Два;
- 1.3. Восемь;
- 1.4. Девять;

2. Зона Бриллюэна - это:

- 2.1. Область в обратном пространстве кристалла, в пределах которой энергия не меняется;
- 2.2. 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;
- 2.3. Область в обратном пространстве кристалла, в пределах которой энергия меняется непрерывно;
- 2.4. Примитивная ячейка, обладающая полной симметрией решетки Браве;

3. Выражение для вектора трансляции:

3.1. $\vec{T} = n_1\vec{a}_1 + n_2\vec{a}_2 + n_3\vec{a}_3$;

3.2. $\vec{T} = n_1\vec{a}_1 + n_2\vec{a}_2$;

3.3. $\vec{T} = n_1\vec{a}_1 + n_2\vec{a}_2 + n_3\vec{a}_3$;

3.4. $\vec{T} = n_1\vec{a}_1 + n_2\vec{a}_2$;

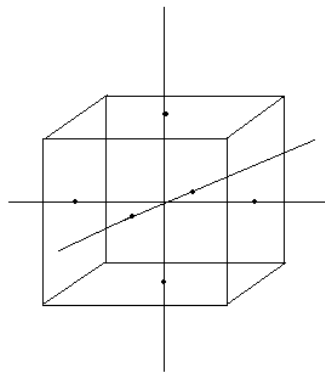
4. В кристалле не может существовать осей симметрии следующих порядков:

- 4.1. 2,5;
- 4.2. 3,5;
- 4.3. 5,7;
- 4.4. 6,7;

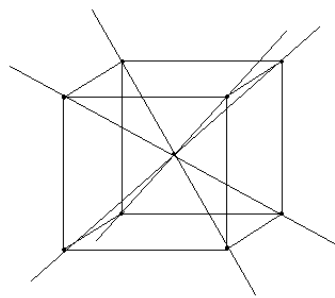
5. Как называется точечное симметричное преобразование в кристаллической решетке, которому соответствует поворот на угол π и последующее отражение в плоскости, перпендикулярной к оси поворота?

- 5.1. Зеркальное отражение;
- 5.2. Инверсия;
- 5.3. Поворот вокруг оси симметрии второго порядка;
- 5.4. Поворот вокруг оси симметрии 6-го порядка;

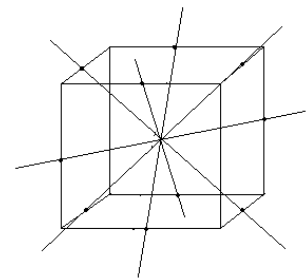
6. Укажите, на каком из рисунков проведены оси симметрии 3-го порядка:



6.1



6.2



6.3

7. Сколько существует пространственных решеток Браве?

- 7.1. 5;
- 7.2. 3;
- 7.3. 14;
- 7.4. 7;

8. Полупроводники:

- 8.1. При нормальных температурах проводят электрический ток, а при низких являются изоляторами;

- 8.2. Выталкивают из себя магнитное поле при низких температурах;
- 8.3. Проводят ток только в одном направлении;
- 8.4. При нормальных температурах являются изоляторами;

9. В сверхпроводниках типа свинца электроны связываются в куперовские пары
 - 9.1. Посредством обмена виртуальными фотонами;
 - 9.2. Посредством обмена виртуальными фононами;
 - 9.3. За счет магнитного взаимодействия электронных спинов;
 - 9.4. Посредством обмена парой экситонов;

10. Наличие легирующей донорной примеси в полупроводнике:
 - 10.1. Смещает уровень Ферми в сторону валентной зоны;
 - 10.2. Не изменяет положения уровня Ферми;
 - 10.3. Смещает уровень Ферми в сторону зоны проводимости;
 - 10.4. Увеличивает количество дырок в валентной зоне;

Примерные вопросы к зачету

1. История развития физики твердого тела как науки.
2. Язык кристаллографии.
3. Идеальный кристалл. Структурная единица. Элементарная ячейка. Базис.
4. Векторы примитивных трансляций. Примитивная ячейка. Вектор трансляции.
5. Набор параметров, необходимый для описания кристалла.
6. Точечная симметрия.
7. Оси вращения.
8. Плоскости зеркального отражения. Инверсия.
9. Двумерная решетка Бравэ.
10. Индексы Миллера.
11. Экспериментальные методы изучения кристаллической структуры.
12. Кристаллическая решетка и структура.
13. Взаимодействие рентгеновского излучения с кристаллом. Закон Брегга.
14. Линейный отклик. Фазовые множители. Вектор рассеяния.
15. Амплитуда рассеяния. Условия дифракции.
16. Уравнения Лауэ. Условие дифракции.
17. Обратная решетка.
18. Построение ячейки Вигнера-Зейтца и зоны Бриллюэна.
19. Построения Эвальда. Условия дифракции.
20. Зоны Бриллюэна. Условия дифракции.
21. Зоны Бриллюэна: одновременный, двумерный и трехмерный случаи.
22. Построения зоны Бриллюэна для ОЦК - решетки.
23. Структурный фактор базиса.
24. Расчет структурного фактора базиса для ОЦК-решетки.
25. Расчет структурного фактора базиса для ГЦК-решетки.
26. Форм-фактор.
27. Форм-фактор атома натрия.
28. Гамильтониан кристалла.
29. Уравнение Шредингера для кристалла.
30. Адиабатическое приближение.

31. Одноэлектронное приближение. Самосогласованное поле.
32. Уравнение Хартри.
33. Уравнение Хартри-Фока.
34. Движение электрона в периодическом поле кристалла. Вектор трансляции. Оператор трансляции.
35. Собственные значения и собственные функции оператора трансляции и оператора полной энергии для кристалла.
36. Функция Блоха. Условия Блоха.
37. Нормировка функции на «ящик». Циклические граничные условия.
38. Квазиимпульс.
39. Модель квазисвободного электрона (невырожденный случай).
40. Модель квазисвободного электрона (вырожденный случай).
41. Условия образования запрещенной зоны и расчет ее ширины.
42. Модель квазисвязанного электрона
43. Функции Ванье и условие Блоха.
44. Определение дисперсионного закона с использованием функции Ванье.
45. Металлы, полупроводники, диэлектрики: зонная структура, уровень Ферми.
46. Собственные полупроводники: расчет концентраций электронов и дырок.
47. Собственные полупроводники: положение уровни Ферми.
48. Собственные полупроводники: температурная зависимость сопротивления.
49. Примесные полупроводники: закон электронейтральности, расчет концентраций электронов и дырок.
50. Примесные полупроводники: температурная зависимость положения уровня Ферми.
51. Примесные полупроводники: температурная зависимость удельной проводимости.
52. Классификация веществ по магнитным параметрам.
53. Диамагнетики: расчет магнитной восприимчивости.

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

Описание балльно-рейтинговой системы по дисциплине

Описание балльно-рейтинговой системы по дисциплине

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

В течение семестра студентам необходимо выполнить 2 индивидуальных домашних задания, содержащих типовые задачи, решение которых разбирается на практических занятиях. Выполнение каждого индивидуального домашнего задания в установленный срок оценивается максимально в 8 баллов. При задержке сдачи индивидуального домашнего задания не более чем на 1 неделю работа оценивается максимально в 4 балла. При задержке сдачи индивидуального домашнего задания более чем на 1 неделю от установленного срока работа не оценивается.

По материалам лекций предусмотрено 2 проверочные работы (тестирование), выполнение которых максимально оценивается в 10 баллов.

Обязательной формой текущей аттестации знаний является срезовая контрольная работа. Максимальная оценка на контрольной работе может составить 20 баллов.

Самостоятельная работа студента включает в себя выполнение индивидуальных заданий, оцениваемых максимально в 30 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.

Студентам, желающим повысить свой рейтинг, предлагаются задания повышенной сложности (творческие задания), которые максимально могут быть оценены в 5 баллов, при условии выполнения всех обязательных заданий в курсе и не превышения максимального суммарного значения.

На зачете ответ студента может быть максимально оценен в 20 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>.

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. 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>.

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

1. Базы данных НОБИ-центра ТГПУ им. Л.Н. Толстого. URL: <http://irbis.tsput.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://tsput.ru/res/3.php>.
6. Информационные ресурсы по физике на Интернет-сайте ТГПУ им. Л.Н. Толстого URL: <http://tsput.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.tsput.ru>.
8. Система тестирования Indigo Software Technologies (Интернет-сайт тестирования ТГПУ им. Л.Н. Толстого) <http://indigo.tsput.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 «Физика твердого тела» направлена на формирование у обучающихся способности осуществлять педагогическое сопровождение социализации и профессионального самоопределения обучающихся. В результате освоения дисциплины должны быть сформированы навыки грамотного использования научного языка с целью углубления физико-математического образования обучающихся; обобщения знаний, полученных при изучении естественных наук с целью формирования естественнонаучного мировоззрения обучающихся, готовности и способности к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, научного типа мышления обучающихся; решения задач по физике твердого тела. 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 по дисциплине используются информационные технологии, охватывающие ресурсы (компьютеры, программное обеспечение и

сети), необходимые для управления информацией (создание, хранение, управление, передача и поиск информации):

- технические средства: компьютерная техника и средства связи (ноутбук, проектор, экран, USB-накопители и т.п.);
- коммуникационные средства (проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты, личного кабинета студента и преподавателя, видеотрансляций);
- организационно-методическое обеспечение (электронные учебные и учебно-методические материалы, компьютерное тестирование, использование электронных мультимедийных презентаций при проведении лекционных и практических занятий);
- программное обеспечение (Microsoft Office (Excel, Power Point, Word и т.д.), Skype, поисковые системы, электронная почта и т.п.);
- среда электронного обучения ТГПУ им. Л.Н. Толстого <http://moodle.tsput.ru>.

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 и промежуточной аттестации 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 должны быть сформированы следующие компетенции: способность использовать основы философских и социогуманитарных знаний для формирования научного мировоззрения (ОК-1); способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития для формирования патриотизма и гражданской позиции (ОК-2); способность осуществлять педагогическое сопровождение социализации и профессионального самоопределения обучающихся (ПК-5).

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести:

знания философских основ становления и развития квантовой теории и теории твердого тела; основных этапов и условий становления и развития квантовой теории и теории твердого тела; основ физики конденсированного состояния, включающих описание механических, тепловых, электрических и магнитных и других свойств твердых тел, используемых в современной технике, для осуществления педагогического сопровождения социализации и профессионального самоопределения обучающихся;

умения выделять вклад квантовой теории и теории твердого тела в развитие философского знания и научной картины мира в целом; выявлять вклад ученых и инженеров XX века в развитие физики твердого тела для формирования гражданской позиции; объяснять протекание физических процессов в твердых телах с целью популяризации научных знаний и технических достижений среди обучающихся;

навыки и(или) опыт деятельности анализа этапов становления квантовой теории и теории твердого тела для формирования научного мировоззрения; анализа деятельности ученых и инженеров XX века для формирования гражданской позиции; вычисления структурных, электронных, оптических и других характеристик твердых тел для объяснения протекания физических процессов в твердых телах, выявления связи с современными научными достижениями со школьным курсом физики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП.

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

3. Объем дисциплины 3 зачетные единицы.

4. Образовательный процесс осуществляется на русском языке.

5. Разработчики: Головнев Ю.Ф., проф. кафедры общей и теоретической физики, д-р физ.-мат. наук, проф.

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.

Разработчик:

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