

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Методические указания по выполнению практических работ

Направление подготовки 03.03.02 Физика
Направленность (профиль)
«Физика Земли и космоса»

**Ставрополь
2026**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВИДОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Тема 1: Классификация твердых тел по типам связи.

Тема 2: Тепловые колебания кристаллической решетки.

Тема 3: Основы зонной теории твердых тел

Тема 4: Статистика свободных носителей заряда в твердых телах

Тема 5: Неравновесные носители заряда в полупроводниках

Тема 6. Магнитные свойства твердых тел

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕМУ И ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность учебной дисциплины «Физика твердого тела» обусловлена необходимостью формирования у будущих специалистов теоретико-методологических компетенций, практических умений на которых базируется профессиональная деятельность в физике. В современных условиях важнейшим элементом подготовки бакалавров в области физики является формирование у них самостоятельности и культуры научного мышления, способности вести научную и профессиональную деятельность, навыков постановки целей, задач при решении проблемных ситуаций.

Целью лабораторных занятий

является формирование профессиональных компетенций бакалавра по направлению 03.03.02 Физика, обусловленных подготовкой специалистов, владеющих глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для выполнения научных исследований и прикладных работ в области физики твердого тела.

Основные задачи дисциплины:

- Принципы классификация твердых тел по типам связи.
- Исследование тепловых колебаний кристаллической решетки.
- Изучение основ зонной теории твердых тел.
- Определение статистики свободных носителей заряда в твердых телах.
- Поведение неравновесных носителей заряда в полупроводниках.
- Магнитные свойства твердых тел.

В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (в соответствии с образовательным стандартом):

ИД-1_{ПК-1}

способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов по тематике исследования

ИД-2_{ПК-1}

использует знания в области фундаментальной и прикладной физики для разработки методов нахождения решения поставленных профессиональных задач.

ИД-3_{ПК-1}

Способен адекватно применить математический инструментарий при формулировке моделирующих физический процесс уравнений.

ИД-4_{ПК-1}

Владеет методологией теоретического, математического и численного моделирования физических процессов, объектов и явлений с использованием как общепринятых методов теоретического и математического моделирования, стандартных пакетов

автоматизированного проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных методов и программ.

ИД-3ПК-3

Способен прогнозировать результаты и ставить цели и задачи разрабатываемого проекта;

ИД-4ПК-3

Способен к организации работ по созданию и реализации проекта, а также умеет контролировать выполнение работ исполнителями.

ИД-1ПК-4

Умеет проводить анализ состояния научно-технической проблемы и формулировать техническое задание.

ИД-2ПК-4

умеет применять методологический аппарат для решения фундаментальных и прикладных задач физики, формулировать требования к физическим характеристикам разрабатываемых вопросов, а также провести отбор профессионального лабораторного оборудования, необходимого для осуществления проектной деятельности.

ИД-3ПК-4

умеет выстроить стратегию достижения поставленных целей, цикла жизни проекта, возникающие риски.

Цель данного практикума – описание последовательности, основного содержания, методики выполнения лабораторных занятий по учебному курсу и (или) самостоятельной подготовки к ним. Занятия проводятся в форме лабораторной работы.

1.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Тема 1: Классификация твердых тел по типам связи.

Цель занятия:

1. Уяснить понятия: кристаллическая решетка Бравэ и решетка с базисом.
2. Уяснить систему обозначений Миллера для узлов, направлений и плоскостей в кристалле.
3. Знать основные виды связи в твердых телах.

Вопросы для обсуждения:

1. Кристаллическое состояние. Кристаллическая решетка.
2. Обозначение узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Индексы Миллера.
3. Классификация твердых тел по характеру сил связи. Виды связи структурных частиц

Темы для выполнения творческих проектов с использованием интерактивной доски и дискуссии:

1. Научная дискуссия на тему: «Металлические, ионные, ковалентные, молекулярные кристаллы».
2. Подготовить творческие проекты по теме: «Энергия связи кристаллической решетки».

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое узлы кристаллической решетки?
2. В чем заключается анизотропность монокристаллов?
3. Чем отличаются монокристаллы от поликристаллов?
4. Как можно классифицировать кристаллы?
5. Что называется решеткой Бравэ и решеткой с базисом?
6. Какие типы кристаллографических систем Вам известны?
7. Как определить индексы узла и индексы направления?
8. Как определить индексы плоскости?
9. Что такое ионная связь? ковалентная связь?
10. Дайте описание природы металлической и молекулярной связи.

Задание на самостоятельную работу

1. Повторить материал лекции № 1.
2. Уяснить понятия кристаллическая решетка, решетка Бравэ и решетка с базисом.
3. Знать порядок определения индексов узлов, направлений и плоскостей в кристалле.
4. Знать основные виды связи в твердых телах.

При изучении материала лекции проработать литературу.

Основная:

1. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела. Москва, Наука, 1978 г.
2. Конспект лекций.

Дополнительная:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 3. Молекулярная физика и термодинамика: Учебное пособие для втузов/ И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004. с. 129-136.

2. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие для втузов/ И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004. с. 179-181.
3. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. Учебное пособие для втузов. – М.: «Высшая школа», 1977. с. 4-30.

Тема 2: Тепловые колебания кристаллической решетки.

Цель занятия: Уяснить суть понятия фонона, а также теории теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю.

Вопросы для обсуждения:

1. Гармонические колебания кристаллической решетки. Нормальные моды. Спектр колебаний кристаллической решетки.
2. Акустические и оптические колебания.
3. Квантовая теория колебаний кристаллической решетки. Фононы.
4. Энергия и импульс фонона. Статистика фононов.
5. Зависимость концентрации фононов и энергии кристаллической решетки от температуры, температура Дебая.
6. Теплоемкость кристаллической решетки. Тепловое расширение твердых тел.

Темы для выполнения творческих проектов с использованием интерактивной доски и дискуссии:

1. Классическая и квантовая теории теплоемкости ТТ.
2. Квантовая теория колебаний кристаллической решетки. Фононы.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое нормальные моды колебаний?
2. В чем суть квантовой теории колебаний кристаллической решетки?
3. Что такое фононы?
4. Какой статистике подчиняются фононы?
5. Что такое температура Дебая?

Задание на самостоятельную работу

1. Повторить материал лекции № 2.
2. Уяснить суть квантовой теории колебаний кристаллической решетки.
3. Знать зависимость концентрации фононов и энергии кристаллической решетки от температуры.
4. Знать теорию Дебая теплоемкости ТТ.

При изучении материала лекции проработать литературу.

Основная:

1. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела. Москва, Наука, 1978 г.
2. Конспект лекций.

Дополнительная:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 3. Молекулярная физика и термодинамика: Учебное пособие для втузов/ И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004.

2. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие для втузов/ И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004.
3. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. Учебное пособие для втузов. – М.: «Высшая школа», 1977.

Тема 3: Основы зонной теории твердых тел

Цель занятия: Уяснить суть зонной теории твердых тел.

Вопросы для обсуждения:

1. Обобществление электронов в кристалле.
2. Энергетический спектр электронов в твердых телах.
3. Движение электронов в периодическом поле кристаллической решетки, эффективная масса электронов.
4. Деление твердых тел на диэлектрики, полупроводники и металлы. Собственные полупроводники.
5. Понятие о дырке. Примесные полупроводники.
6. Некристаллические твердые тела. Неупорядоченные системы. Ближний и дальний порядок.
7. Энергетические состояния электронов в неупорядоченных твердых телах. Плотность состояний. Локализация Андерсена. Переход Андерсена. Порог подвижности.

Проведение данного практического занятия в форме «пресс-конференции» предполагает выступление заранее подготовленных «студентов-экспертов» с краткими докладами по тем или иным вопросам темы. В конце своих выступлений они отвечают на вопросы, задаваемые по теме остальными студентами группы, вступают в дискуссию по анализируемым ими проблемам:

1. Зонная теория твердых тел.
2. Эффективная масса электронов.
3. Деление твердых тел на диэлектрики, полупроводники и металлы.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем проявляется обобществление электронов в кристалле?
2. В чем суть зонной теории твердых тел?
3. Что такое эффективная масса электрона?
4. В чем смысл деления твердых тел на диэлектрики, полупроводники и металлы в зонной теории?
5. Понятие дырки. Собственная и примесная проводимость полупроводников.

Задание на самостоятельную работу

1. Повторить материал лекции № 3.
2. Уяснить суть зонной теории твердых тел.
3. Знать смысл понятия эффективной массы электронов.
4. В чем механизм собственной и примесной проводимости полупроводников и ее зависимость от температуры.

При изучении материала лекции проработать литературу.

Основная:

1. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела. Москва, Наука, 1978 г.

2. Конспект лекций.

Дополнительная:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 3. Молекулярная физика и термодинамика: Учебное пособие для втузов/ И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004.

2. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие для втузов/ И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004.

3. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. Учебное пособие для втузов. – М.: «Высшая школа», 1977.

Тема 4: Статистика свободных носителей заряда в твердых телах

Цель занятия: уяснить особенности распределения Ферми – Дирака.

Вопросы для обсуждения:

1. Статистический подход к описанию микрочастиц. Распределение электронов по состояниям, функция плотности состояний.
2. Функции распределения Ферми-Дирака и Максвелла-Больцмана. Вырожденные и невырожденные коллективы частиц.
3. Статистика электронов в металлах. Уровень Ферми и его связь с концентрацией носителей в невырожденных полупроводниках.
4. Температурная зависимость концентрации свободных носителей заряда в полупроводниках.
5. Компенсированные полупроводники. Сильно легированные полупроводники. Закон действующих масс.

Примерные темы для написания рефератов:

1. Распределение электронов по состояниям.
2. Функции распределения Максвелла-Больцмана, Ферми-Дирака и Бозе – Эйнштейна.
3. Статистика электронов в металлах. Уровень Ферми.
4. Температурная зависимость концентрации свободных носителей заряда в полупроводниках.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем особенность распределения электронов в металле?
2. В чем отличие функций распределения Ферми-Дирака и Максвелла-Больцмана?
3. Что определяет уровень Ферми?
4. Какова температурная зависимость концентрации свободных носителей заряда в полупроводниках?
5. В чем смысл закона действующих масс.

Задание на самостоятельную работу

1. Повторить материал лекции № 4.
2. Уяснить суть зонной теории твердых тел.
3. Знать смысл понятия эффективной массы электронов.

4. В чем механизм собственной и примесной проводимости полупроводников и ее зависимость от температуры.

При изучении материала лекции проработать литературу.

Основная:

1. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела. Москва, Наука, 1978 г.
2. Конспект лекций.

Дополнительная:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 3. Молекулярная физика и термодинамика: Учебное пособие для втузов/ И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие для втузов/ И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004.
3. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. Учебное пособие для втузов. – М.: «Высшая школа», 1977.

Тема 5: Неравновесные носители заряда в полупроводниках

Цель занятия: уяснить смысл диффузионных и дрейфовых токов.

Вопросы для обсуждения:

1. Неравновесные носители заряда в полупроводниках.
2. Скорость генерации и скорость рекомбинации. Механизмы рекомбинации.
3. Диффузия и дрейф неравновесных носителей в полупроводниках.
4. Уравнение непрерывности.
5. Диффузионный и дрейфовый токи. Эффективный коэффициент диффузии.
6. Диффузионная длина. Диффузия в случае монополярной генерации. Дебаевская длина экранирования.

Примерные темы творческих проектов с использованием интерактивной доски:

1. Диффузия и дрейф неравновесных носителей в полупроводниках.
2. Вывод формулы Эйнштейна для коэффициента диффузии.
3. Дебаевская длина экранирования.

Вопросы для самоконтроля

1. Неравновесные носители заряда в полупроводниках.
2. Скорость генерации и скорость рекомбинации. Механизмы рекомбинации.
3. Диффузия и дрейф неравновесных носителей в полупроводниках.
4. Уравнение непрерывности.
5. Диффузионный и дрейфовый токи.
6. Диффузионная длина. Дебаевская длина экранирования.

Задание на самостоятельную работу

1. Повторить материал лекции № 5.
2. Формула Эйнштейна для коэффициента диффузии.
3. Знать смысл диффузионного и дрейфового тока.

4. В чем смысл понятия дебаевская длина экранирования.

При изучении материала лекции проработать литературу.

Основная:

1. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела. Москва, Наука, 1978 г.
2. Конспект лекций.

Дополнительная:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 3. Молекулярная физика и термодинамика: Учебное пособие для втузов/ И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие для втузов/ И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004.
3. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. Учебное пособие для втузов. – М.: «Высшая школа», 1977.

Тема 6. Магнитные свойства твердых тел

Цель занятия: уяснить природу парамагнетизма, диамагнетизма и ферромагнетизма.

Вопросы для обсуждения:

1. Магнитные моменты атомов и магнитные свойства твердых тел.
2. Природа диамагнетизма. Диамагнетизм свободного электронного газа. Уровни Ландау.
3. Парамагнетизм Паули.
4. Природа ферромагнетизма. Магнитное упорядочение. Спонтанная намагниченность.
5. Обменное взаимодействие.
6. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики. Доменная структура, механизмы намагничивания, гистерезис.

ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ДЛЯ НАПИСАНИЯ РЕФЕРАТОВ:

1. Природа парамагнетизма.
2. Природа диамагнетизма.
3. Природа ферромагнетизма.

Вопросы для самоконтроля

1. Объяснить образование магнитных моментов атомов и магнитные свойства твердых тел.
2. В чем природа диамагнетизма.
3. В чем природа парамагнетизма.
4. Природа ферромагнетизма. Магнитное упорядочение. Спонтанная намагниченность.
5. Обменное взаимодействие.
6. Доменная структура, механизмы намагничивания, гистерезис.

Задание на самостоятельную работу

1. Повторить материал лекции № 6.
2. Вывести формулу Ланжевена.
3. Объяснить природу гистерезиса намагничивания.

При изучении материала лекции проработать литературу.

Основная:

1. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела. Москва, Наука, 1978 г.
2. Конспект лекций.

Дополнительная:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 3. Молекулярная физика и термодинамика: Учебное пособие для втузов/ И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие для втузов/ И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2004.
3. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. Учебное пособие для втузов. – М.: «Высшая школа», 1977.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Методические указания для обучающихся по организации и проведению
самостоятельной работы**

Направление подготовки 03.03.02 Физика
Направленность (профиль)
«Физика Земли и космоса»

**Ставрополь
2026**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

**ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ
РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студента).

Самостоятельная работа студента является важным видом учебной и научной деятельности студента. Федеральным государственным образовательным стандартом предусматривается значительный объем времени из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу. В связи с этим, обучение включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования – подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

Самостоятельная работа студента предполагает, прежде всего, его научно-исследовательскую и практическую деятельность, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят к самостоятельному выполнению профессиональных задач. Конечной целью самостоятельной работы является организация самостоятельной познавательной деятельности, формирование умения самостоятельно анализировать информацию, выделять главное и второстепенное.

Основными формами самостоятельной работы студентов по дисциплине «Физика твердого тела» являются:

- Собеседование;
- самостоятельное изучение литературы;

– подготовка к зачету с оценкой.

Собеседование – форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя с бакалавром на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний бакалавра по определенному разделу, теме, проблеме и т. п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (в соответствии с образовательным стандартом):

ИД-1ПК-1

Способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов по тематике исследования.

ИД-2ПК-1

Использует знания в области фундаментальной и прикладной физики для разработки методов нахождения решения поставленных профессиональных задач.

ИД-3ПК-1

Способен адекватно применить математический инструментарий при формулировке моделирующих физических процесс уравнений.

ИД-4ПК-1

Владеет методологией теоретического, математического и численного моделирования физических процессов, объектов и явлений с использованием как общепринятых методов теоретического и математического моделирования, стандартных пакетов автоматизированного проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных методов и программ.

ИД-3ПК-3

Способен прогнозировать результаты и ставить цели и задачи разрабатываемого проекта;

ИД-4ПК-3

Способен к организации работ по созданию и реализации проекта, а также умеет контролировать выполнение работ исполнителями.

ИД-1ПК-4

Умеет проводить анализ состояния научно-технической проблемы и формулировать техническое задание.

ИД-2ПК-4

умеет применять методологический аппарат для решения фундаментальных и прикладных задач физики, формулировать требования к физическим характеристикам разрабатываемых вопросов, а также провести отбор профессионального лабораторного оборудования, необходимого для осуществления проектной деятельности.

ИД-ЗПК-4

умеет выстроить стратегию достижения поставленных целей, цикла жизни проекта, возникающие риски.

ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Время сдачи
Подготовка реферата по тематике «Классификация твердых тел по типам связи».	Реферат	Собеседование	Практическое занятие
Подготовка реферата по тематике «Тепловые колебания кристаллической решетки»	Реферат	Собеседование	Практическое занятие
Подготовка реферата по тематике «Основы зонной теории твердых тел».	Реферат	Собеседование	Практическое занятие
Подготовка реферата по тематике «Статистика свободных носителей заряда в твердых телах».	Реферат	Собеседование	Практическое занятие
Подготовка реферата по тематике «Неравновесные носители заряда в полупроводниках».	Реферат	Собеседование	Практическое занятие
Подготовка реферата по тематике «Магнитные свойства твердых тел».	Реферат	Собеседование	Практическое занятие
Самостоятельное изучение литературы	Конспект	Собеседование	Практическое занятие

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА, ПОДГОТОВКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Структура реферата включает в себя следующие элементы:
титульный лист;

- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы и источников;
- приложение.

Титульный лист – это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В оглавлении текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три–пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение к работе. Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава должна представлять собой законченное произведение. Её следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими, аргументированными выводами. Все приводимые в работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2–3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «заключение». Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается библиографический список использованной литературы, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др. Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 10 источников.

Объем реферата должен составлять не менее 24 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

Общие требования к оформлению реферата

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой односортной бумаги формата А4 (210×297 мм) через полтора интервала (размер шрифта – 14) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого – 10 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов является желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики, схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы

1. Перечень основной литературы

1. Морозов, Александр Игоревич Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] /А. И. Морозов -Долгопрудный: Интеллект, 2015.
2. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 296 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70766>.
3. Кульков, В.Г. Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90003>.
4. Гуртов, Валерий Алексеевич, Осауленко, Роман Николаевич Физика твердого тела для инженеров: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 210100 "Электроника и микроэлектроника", 223200 "Техническая физика" /В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко ; науч. ред. Л. А. Алешина Изд. 2-е, испр. и доп. -Москва: Техносфера, 2012.
5. Петров, Юрий Васильевич Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] /Ю. В. Петров -Долгопрудный: Интеллект, 2013.
6. Стрекалов Ю. А. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-00967-3, 500 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=363421>.
7. Мерер, Х. Диффузия в твердых телах [Текст] : [монография] / Х. Мерер; пер. с англ. под ред. Е. Б. Якимова, В. В. Аристова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 536 с. : ил. - Библиогр. В конце гл. - ISBN 978-5-91559-067-9.
8. Павлов, П. В. Физика твердого тела [Текст] : учебник для вузов / П. В. Павлов, А. Ф. Хохлов; Гос. ком. РФ по высш. образованию. - Нижний Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 1993. - 491 с.
9. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела. Москва, Наука, 1978 г.

2. Перечень дополнительной литературы

1. Г.И. Епифанов Физика твердого тела, "Высшая школа",1979.

2. Гаман В.И. Физика полупроводниковых приборов. Томск: НТЛ, 2000. – 426 с
3. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела: Учеб. пособие для студентов, обуч. по спец. "Физика". – М.: Высш. шк., 1985. –384 с.
4. В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников. Физика полупроводников, М., "Наука".
5. Г.И. Епифанов, Ю.А. Мома. Твердотельная электроника, ВШ,1986.
6. Шалимова К.В. Физика полупроводников. Учебное пособие для вузов. – М.: "Энергия", 1971. – 312 с.
7. Ржевкин К.С. Физические принципы действия полупроводниковых приборов. – М.:Изд-во МГУ, 1986. – 256 с.
8. С.Зи Физические основы полупроводниковых приборов Т.1,2,
9. Гусева М. Б., Дубинина Е. М. Физические основы твердотельной электроники. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 312 с.