



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра общей и экспериментальной физики



УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета

Н.М. Буднев

“20” марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

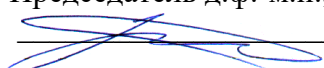
Наименование дисциплины (модуля) **Б1.В.05 Физика конденсированного состояния**

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

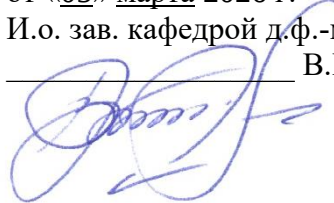
Направленность (профиль) подготовки **Электроника и нанoeлектроника**

Квалификация выпускника – **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК
физического факультета
Протокол № 53 от «17» марта 2026 г.
Председатель д.ф.-м.н., профессор
 Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 7
от «05» марта 2026 г.
И.о. зав. кафедрой д.ф.-м.н.
 В.П. Дресвянский

Иркутск 2026 г.

Содержание

I	Цели и задачи дисциплины (модуля).....	3
II	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.....	3
III	Требования к результатам освоения дисциплины.....	3
IV	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	4
4.1	Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов.....	4
4.2	План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	5
4.3	Содержание учебного материала.....	6
4.3.1	Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....	7
4.3.2	Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС).....	8
4.4	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	9
4.5	Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии).....	9
V	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	9
	а) перечень литературы.....	9
	б) периодические издания.....	9
	в) список авторских методических разработок.....	9
	г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	9
VI	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).....	10
6.1	Учебно-лабораторное оборудование.....	10
6.2	Программное обеспечение.....	10
6.3	Технические и электронные средства.....	10
VII	Образовательные технологии.....	11
VIII	Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.....	11

I. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой ФГОС по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника и предназначена для обеспечения курса «Физика конденсированного состояния», изучаемого студентами в течение пятого семестра.

Основная цель курса:

- дать студентам целостное, в рамках существующих естественнонаучных положений и современного развития физики конденсированного состояния представление о классификации конденсированного состояния вещества, его основных физических свойствах и областях применения веществ различного типа.

Для достижения данной цели были поставлены задачи:

- ознакомление студентов с основными типами веществ (диэлектрики, полупроводники, металлы) и их физическими характеристиками, присущими данному типу материала;
- ознакомление студентов с основными принципами формирования зонной структуры вещества и ее связь с физическими свойствами;
- освоение методов квантово-механического описания простейших квантовых систем.

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:

Дисциплина «Введение в физику конденсированного состояния» является дисциплиной профессионального цикла.

Методика преподавания направлена на системный подход к обучению и интеграцию дисциплин естественнонаучного цикла, т. к. при изучении курса используются разделы и темы следующих дисциплин: «Математический анализ», «Квантовая теория».

III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Курс «Физика конденсированного состояния», согласно положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования при подготовке бакалавра по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, позволяет студенту приобрести следующие компетенции:

- Способен использовать специализированные знания в области физики и физики конденсированного состояния для освоения профильных физических дисциплин (ПК-2).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2 Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик наноматериалов и наноструктур	ПК-2.1 Способен аргументированно выбирать эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик наноматериалов и наноструктур ПК-2.2 Способен реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик наноматериалов и наноструктур	Знает: - основные сведения о структуре кристаллов, основные постулаты и положения квантовой теории; - роль квантовой статистики в формировании зонной структуры твердого тела; - классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории. Умеет: - понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; - пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики. Владеет: - методами квантово-механического описания кристаллических твёрдых тел; - методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации.

I. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов,

в том числе 103 часа контактной работы, 7 час на экзамен.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 32 часов.

Из них 0 часов – практическая подготовка.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекции	Семинарские/ практические/ лабораторные занятия	Консульт ации		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1.Строение кристаллических твердых тел.	5	26	13	13	9	-	4	Опрос
2	Раздел 2.Колебания решётки.	5	24	12	12	8	-	4	Решение задач
3	Раздел 3.Электроны в идеальном кристалле.	5	26	13	13	9	-	4	Решение задач
4	Раздел 4. Магнитные свойства вещества.	5	23	11	12	8	-	3	Опрос
Экзамен		7	8				1		
КСР		8	8					8	Опрос
Итого часов			144		50	34	1	23	36

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
5	Разделы 1,2,3,4	Решение домашних задач и самостоятельное изучение тем.	В течение семестра	23	Задачи и упражнения	Из списка литературы.
7	Подготовка к экзамену	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	К концу семестра		Тест	Из списка литературы.
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				23		

4.3. Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Строение кристаллических твердых тел.

1.1 Элементы точечной и трансляционной симметрии; базис, кристаллические классы, сингонии и решетки Бравэ. Простые и сложные решетки, стехиометрические соотношения. Координационные числа.

1.2 Обозначения плоскостей и направлений, индексы Миллера. Обратная решетка. Электромагнитные волны, применяемые для изучения структуры кристаллов. Закон дифракции Брэгга - Вульфа. Условие дифракции и обратная решетка. Уравнения Лауэ.

2. Колебания решётки.

2.1 Упругие свойства кристаллов. Упругие волны. Частотный спектр.

2.2 Определение собственных частот колебаний из опытов по рассеянию фотонов и медленных нейтронов.

2.3 Тепловые колебания, фононы, тепловая энергия, термодинамические функции твердых тел.

2.4 Теплоемкости по Эйнштейну, Дебаю, закон Дюлонга-Пти.

3. Электроны в идеальном кристалле.

3.1 Модель свободных электронов. Уравнение Шредингера, волновые функции, уровни энергии и их заполнение, уровень Ферми при 0 К, функция распределения энергетических состояний по энергии, вероятность заполнения энергетических уровней (функция распределения Ферми-Дирака), функция распределения электронов по энергиям.

3.2 Теплоемкость вырожденного электронного газа. Понятие о зонной теории твердых тел. Зоны Бриллюэна. Сравнение зонной модели и модели свободных электронов. Распределение электронов по зонам. Проводники, полупроводники, диэлектрики. Представление эффективной массы электрона.

3.3 Волновая функция электрона, находящегося в периодическом потенциале кристалла. Теорема Блоха.

3.4 Точные дефекты кристаллической структуры и связанные с ними свойства. Линейные дефекты кристаллической структуры.

4. Магнитные свойства вещества.

4.1 Классификация веществ по магнитным свойствам. Обменное взаимодействие. Намагниченность и восприимчивость.

4.2 Ферромагнетики. Петля гистерезиса. Доменная структура.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формиру емые компетенц ии
			Всего часов	Из них практи ческая подго товка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	Строение кристаллических твердых тел.	Решение задач по теме раздела.	9	9	Опрос, контрольное задание	ПК-2
2.	Колебания решётки.	Решение задач по теме раздела.	8	8	Опрос, контрольное задание	ПК-2
4.	Электроны в идеальном кристалле.	Решение задач по теме раздела.	9	9	Опрос, контрольное задание	ПК-2
6.	Магнитные свойства вещества.	Решение задач по теме раздела.	8	8	Опрос, контрольное задание	ПК-2

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Электромагнитные волны, применяемые для изучения структуры кристаллов. Закон дифракции Брэгга - Вульфа. Условие дифракции и обратная решетка. Уравнения Лауэ.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка основной и дополнительной литературы.	4
2.	Тепловые колебания, фононы, тепловая энергия, термодинамические функции твердых тел.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка основной и дополнительной литературы.	4
4.	Понятие о зонной теории твердых тел. Зоны Бриллюэна. Сравнение зонной модели и модели свободных электронов. Распределение электронов по зонам. Проводники, полупроводники, диэлектрики.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка основной и дополнительной литературы.	4
6.	Петля гистерезиса. Доменная структура.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка основной и дополнительной литературы.	3
10.	Текущие консультации				
11.	Подготовка к экзамену			вся литература	

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации.

Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Теоретические знания, полученные студентами на практических занятиях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических заданий.

При выполнении практических заданий обращается особое внимание на выработку у

студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего отчета, разобравшись с теорией исследуемого явления.

Текущая работа над учебными материалами включает в себя систематизацию теоретического материала каждой практической работы, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания работы. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Границы между разными видами самостоятельных работ достаточно размыты, а сами виды работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

Закрепление всего изученного материала осуществляется на контрольной работе. Также может быть проведен опрос по всем темам курса. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих практических занятий.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

IV. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) перечень литературы

а) перечень литературы

1. Байков Ю.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс]: - ЭВК. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – (Учебник для высшей школы). – Режим доступа: ЭЧЗ «Библиотех». – Неогранич. доступ.
2. Аграфонов Ю.В. Физика конденсированного состояния вещества. Метод функций распределения [Электронный ресурс] : - Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. – Электрон. текстовые дан. – Иркутск: Изд-во НБ ИГУ, 2005
3. Валишев М.Г., Повзнер А.А. Курс общей физики [Электронный ресурс]. – 2010. Режим доступа: ЭБС «Издательство «Лань». – Неогранич. доступ.
4. Епифанов Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс]. – 2011. Режим доступа: ЭБС «Издательство «Лань». – Неогранич. доступ.

б) периодические издания

<http://perst.issp.ras.ru/Control/Inform/perst.htm>

в) список авторских методических разработок

г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы:

- Книгафонд - библиотека онлайн чтения. www.knigafund.ru
- ЭЧЗ «БИБЛИОТЕХ» <https://isu.bibliotech.ru/>
- ЭБС «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «РУКОНТ» <http://rucont.ru>
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)

V. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в учебной аудитории по расписанию. Лабораторное оборудование не предусмотрено.

На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу.

Имеются списки заданий и методическое руководство в электронном и печатном виде, в том числе в авторском учебном пособии.

6.2. Программное обеспечение:

Стандартные сервисы сети Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу

6.3. Технические и электронные средства:

Для проведения практических и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран и меловая доска. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power-Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор, переносной экран, ноутбук. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные подходы и исследования в области физики конденсированного состояния.

VI. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО, в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Интерактивные формы работы на учебных занятиях предусматривают активную позицию студентов при изучении материала, например, самостоятельно подготовить дополнение к теме и вынести его на обсуждение, провести дискуссию, включить элементы собственных научных исследований и сделать краткую презентацию своих выступлений на научных конференциях. Все это формирует способности при-

менять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в области исследований конденсированного состояния вещества.

На практических занятиях студенты используют авторские задачи. По материалам наблюдений они приобретают исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям, после получения базового образования и формируют компетенцию готовности выявить естественнонаучную сущность проблем, компетенцию готовности использовать методы теоретической и экспериментальной физики в профессиональной деятельности для изучения различных веществ.

Программа основана на использовании современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power-Point), проектных (мультимедиа, видео), дистанционные, научно-исследовательской направленности и т. п.

VII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

8.1.1. Оценочные средства для входного контроля

Проводится опрос на первом занятии.

8.1.2. Оценочные средства текущего контроля

Содержание учебного материала разделено на дидактические единицы (ДЕ) – предметные темы, подлежащие обязательному изучению и усвоению в процессе обучения. Учитывается промежуточная аттестация по итогам самостоятельной работы, предусмотренной программой курса.

Примерные тестовые задания по физике конденсированного состояния приведены в фондах оценочных средств.

8.1.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Опрос	Строение кристаллических твердых тел.	ПК-2
2.	Проверка решения домашней задачи	Колебания решётки.	ПК-2
4.	Проверка решения домашней задачи	Электроны в идеальном кристалле.	ПК-2
6.	Контрольная работа	Магнитные свойства вещества.	ПК-2

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению и профилю подготовки _____.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики ИГУ «05» марта 2026 г. Протокол № 7

И.о. зав. кафедрой _____ В.Н. Дресвянский

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и экспериментальной физики

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

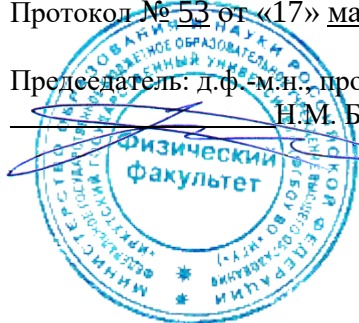
Наименование дисциплины (модуля) **Б1.В.05 Физика конденсированного состояния**

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) подготовки **Электроника и наноэлектроника**

Одобен
УМК физического факультета
Протокол № 53 от «17» марта 2026 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
Н.М. Буднев



Разработан в соответствии с приказом от 19
сентября 2017 г. № 927 об утверждении
федерального государственного образовательного
стандарта высшего образования - бакалавриат по
направлению подготовки 11.03.04 электроника и
наноэлектроника
с учетом требований проф. стандартов
40 - Сквозные виды профессиональной
деятельности в промышленности
40.104 - Специалист по измерению параметров и
модификации свойств наноматериалов и
наноструктур

Разработчик:

к.ф.-м.н., доцент Н.Л. Лазарева

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Наименование дисциплины (модуля) **Б1.В.05 Физика конденсированного состояния**

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

Направленность (профиль) подготовки **Электроника и нанoeлектроника**

1. Компетенции (индикаторы компетенций), формируемые в процессе изучения дисциплины (курс 4 семестр 7):

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2 Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик наноматериалов и наноструктур	ПК-2.1 Способен аргументированно выбирать эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик наноматериалов и наноструктур ПК-2.2 Способен реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик наноматериалов и наноструктур	Знает: - основные сведения о структуре кристаллов, основные постулаты и положения квантовой теории; - роль квантовой статистики в формировании зонной структуры твердого тела; - классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории. Умеет: - понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; - пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики. Владет: - методами квантово-механического описания кристаллических твёрдых тел; - методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации.

Текущий контроль

1.1. Программа оценивания контролируемой компетенции ПК-2

Тема или раздел дисциплины	Код индикатора компетенции	Планируемый результат	Критерий оценивания	Наименование ОС	
				ТК	ПА
Все разделы	ПК-2	Знает: - основные сведения о структуре кристаллов, основные постулаты и положения квантовой теории; - роль квантовой статистики в формировании зонной структуры твердого тела; - классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории. Умеет: - понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; - пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики. Владеет: - методами квантово-механического описания кристаллических твердых тел; - методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации.	См. «Тестовые задания»	собеседование, тестирование	Тест 1

3.3 Оценочные материалы (средства), обеспечивающие диагностику сформированности компетенций (или индикаторов компетенций), заявленных в рабочей программе дисциплины (модуля)

В этом разделе могут быть представлены зачётно-экзаменационные материалы, содержащие комплекты вопросов (заданий) для зачёта и экзаменационных билетов для экзамена, а также критерии формирования оценок. Решением кафедры в состав экзаменационных билетов для экзамена или заданий к зачёту вместо вопросов, задач/заданий, могут включаться тесты и иные КИМ, применение которых позволит оценить уровни сформированности компетенций у студентов.

Обратите внимание! Данный раздел содержит только тот материал, который используется автором при проведении промежуточной аттестации (зачет или экзамен) по дисциплине (модулю) и указан в его рабочей программе.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Иркутский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1
Основы научно-исследовательской деятельности
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

1. **Твёрдое тело.** Различные методы решения уравнения Шредингера для кристалла. Теория свободных электронов. Теория кристаллического поля.
2. **Межатомное взаимодействие. Основные типы связей в твёрдых телах.** Классификация твёрдых тел. Типы связи.
3. Покажите, что угол между любыми двумя линиями (связями), соединяющими узел решётки алмаза с его четырьмя ближайшими соседями, равен $\arccos(-1/3)=109^{\circ}28'$.

Педагогический работник _____ Н.Л. Лазарева
(подпись)

Заведующий кафедрой _____ В.П. Дресвянский
(подпись)

«17» марта 2026 г.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно отвечает на 3 вопроса;
- оценка «хорошо» - правильный ответ на 2 вопроса и общий ответ на 1 вопрос;
- оценка «удовлетворительно» - общий ответ на заданные вопросы, отсутствие конкретики при понимании механизмов, лежащих в основе;
- оценка «неудовлетворительно» - полное отсутствие понимания общих базовых механизмов.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Иркутский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

Вопросы для собеседования **Список экзаменационных тем**

1.1. **Кристаллические решётки.** Решётка Бравэ. Бесконечные решётки и конечные кристаллы. Координационное число. Прimitивная ячейка. Условная элементарная ячейка. Прimitивная ячейка Вигнера-Зейтца. Кристаллическая структура. Решётка с базисом.

1.2. **Обратная решётка.** Определение обратной решётки. Обратная решётка как решётка Бравэ. Решётка, обратная к обратной. Объём элементарной ячейки обратной решётки. Первая зона Бриллюэна. Атомные плоскости.

1.3. **Определение кристаллических структур с помощью дифракции рентгеновских лучей.** Формулировка Брэгга условия дифракции рентгеновских лучей на кристалле. Формулировка Лауэ условия дифракции рентгеновских лучей на кристалле. Эквивалентность формулировок Брэгга и Лауэ.

1.4. **Классификация решёток Бравэ и кристаллических структур.** Классификация решёток Бравэ. Кристаллографические точечные группы и пространственные группы.

2.1. **Атом.** Квантовая механика и атом водорода. Атом гелия. Периодическая система химических элементов.

3.1. **Молекула и твёрдое тело.**

3.2. **Молекула.** Молекула водорода. Другие молекулы. Теоретический подход к сложным молекулам.

3.3. **Твёрдое тело.** Электронная теория твёрдых тел. Металлический литий. Различные методы решения уравнения Шредингера для кристалла. Теория свободных электронов. Электроны связи. Теория кристаллического поля. Жидкости. Переходные и редкоземельные металлы.

4.1. **Межатомное взаимодействие.** Основные типы связей в твёрдых телах. Классификация твёрдых тел. Типы связи. Энергия связи. Молекулярные кристаллы. Ионные кристаллы. Ковалентные кристаллы. Металлы.

5.1. **Дефекты в твёрдых телах.** Классификация дефектов. Тепловые точечные дефекты.

Равновесная концентрация точечных дефектов. Тепловые дефекты в бинарных кристаллах. Радиационные дефекты. Дислокации. Контур и вектор Бюргерса. Напряжения, необходимые для образования дислокации в совершенном кристалле. Движение дислокаций. Напряжения, связанные с дислокациями; энергия дислокации. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами. Источники дислокаций. Дефекты упаковки и частичные дислокации. Границы зёрен.

6.1. Механические свойства твёрдых тел. Напряжённое и деформированное состояния твёрдых тел. Упругость; закон Гука для изотропных тел. Закон Гука для анизотропных тел. Пластические свойства кристаллических твёрдых тел. Хрупкое разрушение.

7.1. Колебания атомов кристаллической решётки. Одномерные колебания однородной струны. Упругие волны в монокристаллах. Колебания одноатомной линейной цепочки. Колебания одномерной решётки с базисом. Колебания атомов трёхмерной решётки.

Свойства твёрдых тел.

Темы рефератов:

9.2. Тепловые свойства твёрдых тел. Теплоёмкость твёрдых тел; закон Дюлонга-Пти. Теория теплоёмкости Эйнштейна. Теория теплоёмкости Дебая. Вывод формулы для теплоёмкости, исходя из представлений о фононах. Теплоёмкость металлов; учёт вклада свободных электронов. Тепловое расширение твёрдых тел. Теплопроводность твёрдых тел. Теплопроводность, обусловленная атомными колебаниями. Теплопроводность металлов; учёт вклада свободных электронов. Диффузия в твёрдых телах.

9.3. Электрические свойства твёрдых тел. Основные свойства металлов. Электропроводность металлов. Собственная проводимость полупроводников. Проводимость примесных полупроводников. Электропроводность диэлектриков. Свойства твёрдых тел в сильных электрических полях. Эффект Холла. Влияние поверхностных уровней на электрические свойства твёрдых тел.

9.4. Свойства диэлектриков. Поляризация диэлектриков; основные характеристики. Электронная упругая поляризация. Ионная упругая поляризация. Дипольная упругая поляризация. Особенности тепловой поляризации. Ионная тепловая поляризация. Связь между диэлектрической проницаемостью и поляризуемостью. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости. Сегнетоэлектрики. Диэлектрические потери.

9.5. Магнитные свойства твёрдых тел. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Диамагнетизм и парамагнетизм твёрдых тел. Ферромагнетизм; молекулярное поле Вейсса. Опыт Дорфмана. Обменное взаимодействие и его роль в возникновении ферромагнетизма. Спиновые волны. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Ферромагнитные домены. Магнитный резонанс.

9.6. Сверхпроводимость. Нулевое сопротивление. Температура сверхпроводящего перехода. Идеальный диамагнетизм. Критическое магнитное поле. Кристаллическая структура и изотопический эффект. Электронный вклад в теплоёмкость. Поглощение электромагнитного

излучения. Квантование магнитного потока. Эффекты Джозефсона. Высокотемпературная сверхпроводимость. Теория сверхпроводимости Ф. и Г. Лондонов. Теория Гинзбурга-Ландау. Притяжение между электронами. Куперовские пары. Теория Бардина-Купера-Шриффера.

9.7. **Оптические свойства твёрдых тел.** Виды взаимодействия света с твёрдым телом. Оптические константы. Поглощение света кристаллами. Рекомбинационное излучение в полупроводниках. Спонтанное и индуцированное излучение; твердотельные лазеры.

9.8. **Физические свойства аморфных твёрдых тел.** Структура аморфных твёрдых тел. Энергетический спектр некристаллических твёрдых тел. Аморфные полупроводники. Применение аморфных полупроводников. Аморфные диэлектрики. Аморфные металлы.

9.9. **Основы зонной теории твёрдых тел.** Классификация твёрдых тел по величине электропроводности. Уравнение Шрёдингера для твёрдого тела. Одноэлектронное приближение. Функции Блоха. Свойства волнового вектора электрона в кристалле; зоны Бриллюэна. Поверхность Ферми. Энергетический спектр электронов в кристалле; модель Кронига-Пенни. Заполнение зон электронами; металлы, диэлектрики, полупроводники. Эффективная масса электрона. Энергетические уровни примесных атомов в кристалле. Локализованные состояния, связанные с поверхностью.

Педагогический работник _____ Н.Л. Лазарева
(подпись)

Заведующий кафедрой _____ В.П. Дресвянский
(подпись)

«17» марта 2026 г.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно отвечает на 3 вопроса;
- оценка «хорошо» - правильный ответ на 2 вопроса и общий ответ на 1 вопрос;
- оценка «удовлетворительно» - общий ответ на заданные вопросы, отсутствие конкретики при понимании механизмов, лежащих в основе;
- оценка «неудовлетворительно» - полное отсутствие понимания общих базовых механизмов;
- оценка «зачтено» выставляется студенту, если дан ответ, достойный оценок «отлично»-«удовлетворительно»;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если дан ответ, достойный оценки «неудовлетворительно».