



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
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

апреля 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Наименование дисциплины (модуля)** Б1.В.ДВ.01.01 Методы исследования физики конденсированного состояния

**Направление подготовки** 03.03.02 Физика

**Направленность (профиль) подготовки** Физика материалов твердотельной электроники и фотоники

**Квалификация выпускника** - бакалавр

**Форма обучения** очная

Согласовано с УМК:  
физического факультета  
Протокол № 42 от «15» апреля 2024 г.

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

**Рекомендовано кафедрой:**  
общей и экспериментальной физики  
Протокол № 7 от «26» марта 2024 г.

**Зав.кафедрой** д.ф.-м.н.  
/ А.А. Гаврилюк

Иркутск 2024 г.

## Содержание

<b>I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):</b> .....	3
<b>II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО</b> .....	3
<b>III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	4
<b>IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	7
4.3. Содержание учебного материала .....	9
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) .....	10
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	12
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	12
<b>V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	12
6.1. УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:.....	13
6.2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:.....	13
6.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА: .....	13
<b>I. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	13
<b>II. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b> .....	14

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Целью дисциплины "Методы исследования физики конденсированного состояния" является обучение студентов методам экспериментального и теоретического исследования физических явлений в конденсированных средах. Дисциплина призвана развивать навыки анализа и интерпретации экспериментальных данных, а также углублять теоретические знания в области физики конденсированного состояния.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы исследования физики конденсированного состояния» входит в модуль **Б1.В.ДВ.01.01**, относящийся к вариативной части цикла Б1, элективные дисциплины, основной образовательной программы по направлению: **03.03.02 Физика, профиль “Физика конденсированного состояния”**. Данный спецкурс связан со спецкурсом по атомной и молекулярной спектроскопии, который является вводным курсом к этой дисциплине, а с другой стороны имеет самостоятельное значение для углубленного изучения современных методов и принципов лазерной спектроскопии.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- *Механика;*
- *Молекулярная физика;*
- *Электричество и магнетизм;*
- *Колебания и волны. Оптика;*
- *Атомная физика;*
- *Математический анализ;*
- *Аналитическая геометрия;*
- *Линейная алгебра;*
- *Векторный и тензорный анализ;*
- *Дифференциальные уравнения;*
- *Интегральные уравнения и вариационное исчисление;*
- *Теория функции комплексного переменного;*
- *Теоретическая механика;*
- *Квантовая механика.*

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- *Технологии искусственного интеллекта;*
- *Физика магнитных явлений;*
- *Физика диэлектриков.*

### III. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности) 03.03.02 Физика:

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2	ПК-2 Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	<p>Знать:</p> <p>Базовые основы научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа, в том числе 77 часов контактной работы, 8 часов на экзамен.

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

Из них 33 часа – 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)			Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.1 Основные понятия и определения	7	5	0	2	0		3	Экспресс-опрос
2	1.2 Особенности конденсированных сред	7	12	6	2	7		3	Экспресс-опрос. Собеседование
3	1.3 Классификация конденсированных сред	7	6	0	2	0		4	Экспресс-опрос. Собеседование

4	2.1 Кристаллическая структура вещества	7	8	2	2	2		4	Экспресс-опрос. Собеседование
5	2.2 Кристаллические дефекты и дислокации	7	9	3	2	3		4	Экспресс-опрос. Собеседование
6	2.3 Электронные и оптические свойства твердых тел	7	9	2	3	2		4	Экспресс-опрос. Собеседование
7	3.1 Рентгеновская дифрактометрия	7	8	3	2	3		3	Экспресс-опрос. Собеседование
8	3.2 Электронная микроскопия	7	5	0	2	0		3	Экспресс-опрос. Собеседование
9	3.3 Ядерный магнитный резонанс	7	2	0	2	0		0	Экспресс-опрос. Собеседование
10	3.4 Спектроскопия и спектрометрия	7	10	4	3	4		3	Экспресс-опрос. Собеседование
11	4.1 Законы термодинамики в конденсированных средах	7	6	0	2	0		4	Экспресс-опрос. Собеседование
12	4.2 Фазовые переходы и фазовые диаграммы	7	9	4	2	4		3	Экспресс-опрос. Собеседование
13	4.3 Диффузия и теплопроводность	7	8	3	2	3		3	Экспресс-опрос. Собеседование
14	5.1 Наноматериалы и нанотехнологии		12	7	2	7		3	
15	5.2 Сверхпроводимость	7	5	0	2	0		3	Экспресс-опрос. Собеседование
16	5.3 Квантовые жидкости	7	5	0	2	0		3	Экспресс-опрос. Собеседование
	экзамен	7	1				1		10
	<b>Итого часов</b>		<b>144</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>1</b>	<b>50</b>	<b>27</b>

#### 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.)		
7	1.1 Основные понятия и определения	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-4]
7	1.2 Особенности конденсированных сред	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-4]
7	1.3 Классификация конденсированных сред	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	4	Экспресс-опрос	[1-4]
7	2.1 Кристаллическая структура вещества	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	4	Экспресс-опрос	[1-4]
7	2.2 Кристаллические дефекты и дислокации	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	4	Экспресс-опрос	[1-4]
7	2.3 Электронные и оптические свойства твердых тел	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	4	Экспресс-опрос	[1-4]
7	3.1 Рентгеновская дифрактометрия	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-4]
7	3.2 Электронная микроскопия	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-4]
7	3.3 Ядерный магнитный резонанс	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	0	Экспресс-опрос	[1-4]
7	3.4 Спектроскопия и спектрометрия	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-4]

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
7	4.1 Законы термодинамики в конденсированных средах	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	4	Экспресс-опрос	[1-4]
7	4.2 Фазовые переходы и фазовые диаграммы	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-4]
7	4.3 Диффузия и теплопроводность	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-4]
7	5.1 Наноматериалы и нанотехнологии	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-4]
7	5.2 Сверхпроводимость	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-4]
7	5.3 Квантовые жидкости	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	3	Экспресс-опрос	[1-4]
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				50		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)				-		

### **4.3. Содержание учебного материала**

#### **Раздел 1. Введение в физику конденсированного состояния**

- 1.1 Основные понятия и определения
- 1.2 Особенности конденсированных сред
- 1.3 Классификация конденсированных сред

#### **Раздел 2. Теоретические основы физики конденсированного состояния**

- 2.1 Кристаллическая структура вещества
- 2.2 Кристаллические дефекты и дислокации
- 2.3 Электронные и оптические свойства твердых тел

#### **Раздел 3. Экспериментальные методы исследования**

- 3.1 Рентгеновская дифрактометрия
- 3.2 Электронная микроскопия
- 3.3 Ядерный магнитный резонанс
- 3.4 Спектроскопия и спектрометрия

#### **Раздел 4. Термодинамические и кинетические явления**

- 4.1 Законы термодинамики в конденсированных средах
- 4.2 Фазовые переходы и фазовые диаграммы
- 4.3 Диффузия и теплопроводность

#### **Раздел 5. Современные направления исследования**

- 5.1 Наноматериалы и нанотехнологии
- 5.2 Сверхпроводимость
- 5.3 Квантовые жидкости

### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			всего часов	из них практ. подг.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1	Особенности конденсированных сред	7	6	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-2
2	Раздел 2	Кристаллическая структура вещества Кристаллические дефекты и дислокации Электронные и оптические свойства твердых тел	7	7	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-2
3	Раздел 3	Рентгеновская дифрактометрия Спектроскопия и спектрометрия	7	7	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-2
4	Раздел 4	Фазовые переходы и фазовые диаграммы Диффузия и теплопроводность	7	7	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-2
5	Раздел 5	Нanomатериалы и нанотехнологии	7	7	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-2

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

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	1.1 Основные понятия и определения	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
2	1.2 Особенности конденсированных сред	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
3	1.3 Классификация конденсированных сред	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
4	2.1 Кристаллическая	Подготовка к аудиторным	ПК-2	ПК-2

	структура вещества	занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.		
5	2.2 Кристаллические дефекты и дислокации	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
6	2.3 Электронные и оптические свойства твердых тел	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
7	3.1 Рентгеновская дифрактометрия	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
8	3.2 Электронная микроскопия	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
9	3.3 Ядерный магнитный резонанс	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
10	3.4 Спектроскопия и спектрометрия	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
11	4.1 Законы термодинамики в конденсированных средах	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
12	4.2 Фазовые переходы и фазовые диаграммы	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
13	4.3 Диффузия и теплопроводность	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
14	5.1 Наноматериалы и нанотехнологии	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
15	5.2 Сверхпроводимость	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2

16	5.3 жидкости	Квантовые	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
----	-----------------	-----------	---	------	------

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа реализуется:

- 1) Непосредственно в процессе аудиторных занятий, при выполнении практических работ.
- 2) В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- 3) В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при подготовке к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, и при изучении научной и специальной учебной литературы.

Самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов также включает в себя подготовку к устным опросам по каждому из изучаемых разделов. Также самостоятельная работа подразумевает систематический подход к обучению, в соответствии с предложенным в разделе 4.1 графиком, что, в свою очередь, способствует получению зачета по данной дисциплине.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

### V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### а) перечень литературы

1. Байков Ю.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс]: - ЭВК. – М.: Бинوم. 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](http://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>)

### **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.

## **I. 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 применять 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: ин-формационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео), дистан-ционные, научно-исследовательской направленности и т. п.

## **II. 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 экзамена.

#### **Оценочные материалы для промежуточной аттестации:**

*Примерный список вопросов к экзамену:*

1. Объясните основные характеристики конденсированных сред и их отличия от газов и

жидкостей.

2. Что такое кристаллическая структура и какие типы кристаллических решеток существуют? Приведите примеры материалов с разными типами кристаллических структур.

3. Какие факторы влияют на электронные и оптические свойства твердых тел? Объясните влияние электронной структуры на электропроводность и оптические свойства материалов.

4. Какие методы используются для исследования кристаллической структуры вещества? Опишите принципы работы рентгеновской дифрактометрии.

5. Что такое ядерный магнитный резонанс (ЯМР) и какие информации он может предоставить о структуре и свойствах материалов?

6. Какие методы используются для исследования спектроскопии и спектрометрии в физике конденсированного состояния? Приведите примеры применения спектроскопии в исследованиях твердых тел.

7. Объясните законы термодинамики, связанные с конденсированными средами, и их применение к фазовым переходам и диффузии.

8. Что такое сверхпроводимость и какие основные явления связаны с этим эффектом? Приведите примеры сверхпроводников.

9. Какие современные направления исследования в физике конденсированного состояния существуют? Расскажите о наноматериалах, квантовых жидкостях и других актуальных областях.

10. В чем состоит ваш индивидуальный проект по данной дисциплине, и какие результаты и выводы вы получили в процессе его выполнения?

11. Какие основные методы определения теплопроводности материалов используются в исследованиях физики конденсированного состояния? Объясните принципы измерения теплопроводности.

12. Какие типы фазовых переходов существуют в конденсированных средах? Приведите примеры фазовых переходов и объясните их особенности.

13. Расскажите о методах исследования наноматериалов и их уникальных свойствах. Какие применения могут быть у наноматериалов?

14. Каким образом связана магнитная структура с электронной структурой в магнитных материалах? Опишите принципы работы магнитных методов исследования.

15. Какие физические явления лежат в основе явления ферроэлектричества и ферромагнетизма? Какие материалы обладают этими свойствами?

16. Объясните принцип работы туннельного микроскопа и его роль в исследованиях поверхности твердых тел.

17. Какие физические исследования могут быть проведены на границе раздела между двумя разными конденсированными средами (например, на границе металл-полупроводник)? Какие явления могут возникать на таких границах?

18. Какие методы исследования позволяют изучать динамические свойства конденсированных сред, такие как колебания и вибрации? Приведите примеры экспериментов в этой области.

19. В чем заключается понятие физики мягких веществ, и какие свойства таких материалов интересны для исследования?

20. Какие актуальные проблемы и вызовы стоят перед современной физикой конденсированного состояния? Какие перспективы исследований в этой области вы видите?

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

**Разработчик:**



\_\_\_\_\_ д.ф.-м.н. Дресвянский В.П.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики «26» марта 2024 г.

Протокол № 7

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

*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**

**по дисциплине Б1.В.ДВ.01.01 Методы исследования физики конденсированного**  
**состояния**  
**направления подготовки 03.03.02 Физика**  
**направленность (профиль) Физика материалов твердотельной электроники и**  
**фотоники**

Одобен  
УМК физического факультета  
Протокол № 42 от «15» апреля 2024 г.

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



Разработан в соответствии с приказом от 7 августа 2020 г. № 891 об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 физика с учетом требований проф. стандартов 40 - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности 40.011 - Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам

**Разработчик:**

д.ф.-м.н. Дресвянский В.П.

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**Наименование дисциплины (модуля)** Б1.В.ДВ.01.01 Методы исследования физики конденсированного состояния

**Направления подготовки** 03.03.02 Физика

**Направленности (профили) подготовки** Физика материалов твердотельной электроники и фотоники

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Форма обучения** очная

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2	ПК-2 Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	<p><b>Знать:</b>            Базовые основы научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p> <p><b>Уметь:</b>            проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p> <p><b>Владеть:</b>            Навыками исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p>

## 2. Текущий контроль

### 2.1. Программа оценивания контролируемой компетенции ПК-2

Тема или раздел дисциплины	Код индикатора компетенции	Планируемый результат	Критерий оценивания	Наименование ОС	
				ТК	ПА
Раздел 1-5	ПК - 2	<p>Базовые основы научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p> <p>Уметь: проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p> <p>Владеть: Навыками исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p>	См. «Тестовые задания»	собеседование, тестирование, экзамен	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**

**Дисциплина**

Направление подготовки

1. Расскажите о методах исследования наноматериалов и их уникальных свойствах.
2. Какие факторы влияют на электронные и оптические свойства твердых тел? Объясните влияние электронной структуры на электропроводность и оптические свойства материалов.
3. Какие актуальные проблемы и вызовы стоят перед современной физикой конденсированного состояния? Какие перспективы исследований в этой области вы видите?

Педагогический работник \_\_\_\_\_ В.П. Дресвянский

(подпись)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Гаврилюк

(подпись)

«26» марта 2024 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**

1. Объясните основные характеристики конденсированных сред и их отличия от газов и жидкостей.
2. Что такое кристаллическая структура и какие типы кристаллических решеток существуют? Приведите примеры материалов с разными типами кристаллических структур.
3. Какие факторы влияют на электронные и оптические свойства твердых тел? Объясните влияние электронной структуры на электропроводность и оптические свойства материалов.
4. Какие методы используются для исследования кристаллической структуры вещества? Опишите принципы работы рентгеновской дифрактометрии.
5. Что такое ядерный магнитный резонанс (ЯМР) и какие информации он может предоставить о структуре и свойствах материалов?
6. Какие методы используются для исследования спектроскопии и спектрометрии в физике конденсированного состояния? Приведите примеры применения спектроскопии в исследованиях твердых тел.
7. Объясните законы термодинамики, связанные с конденсированными средами, и их применение к фазовым переходам и диффузии.
8. Что такое сверхпроводимость и какие основные явления связаны с этим эффектом? Приведите примеры сверхпроводников.
9. Какие современные направления исследования в физике конденсированного состояния существуют?
10. Расскажите о наноматериалах, квантовых жидкостях и других актуальных областях.
11. Какие основные методы определения теплопроводности материалов используются в исследованиях физики конденсированного состояния? Объясните принципы измерения теплопроводности.

12. Какие типы фазовых переходов существуют в конденсированных средах? Приведите примеры фазовых переходов и объясните их особенности.

13. Расскажите о методах исследования наноматериалов и их уникальных свойствах. Какие применения могут быть у наноматериалов?

14. Каким образом связана магнитная структура с электронной структурой в магнитных материалах? Опишите принципы работы магнитных методов исследования.

15. Какие физические явления лежат в основе явления ферроэлектричества и ферромагнетизма? Какие материалы обладают этими свойствами?

16. Объясните принцип работы туннельного микроскопа и его роль в исследованиях поверхности твердых тел.

17. Какие физические исследования могут быть проведены на границе раздела между двумя разными конденсированными средами (например, на границе металл-полупроводник)? Какие явления могут возникать на таких границах?

18. Какие методы исследования позволяют изучать динамические свойства конденсированных сред, такие как колебания и вибрации? Приведите примеры экспериментов в этой области.

19. Какие актуальные проблемы и вызовы стоят перед современной физикой конденсированного состояния? Какие перспективы исследований в этой области вы видите?

Педагогический работник \_\_\_\_\_



(подпись)

В.П. Дресвянский

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

А.А. Гаврилюк

«26» марта 2024 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».

*Критерии оценивания теста:*

Отметка «5» ставится при правильном выполнении 90% заданий теста.

Отметка «4» ставится при правильном выполнении 60% заданий теста.

Отметка «3» ставится при правильном выполнении 35% заданий теста.

Отметка «2» ставится при правильном выполнении 15% заданий теста.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**

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

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

### Тест №1 (пример)

Тестовое комплексное задание для контроля знаний по дисциплине **Б1.О.01  
Управление исследовательской и проектной деятельностью**

#### *Инструкция:*

Прежде чем приступить к выполнению тестового задания, внимательно прочитайте вопросы. Если Вы затрудняетесь ответить на вопрос, переходите к следующему, но не забудьте вернуться к пропущенному заданию.

Время выполнения теста – 45 мин.

Каждый правильный ответ на вопрос блока А оценивается в 1 балл;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Б и В – 1,5 балла;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Г и Д – 2 балла.

#### **БЛОК А.**

*Выберите один правильный ответ и обведите его кружком:*

*Вопрос 1: Какой метод исследования позволяет изучать структуру кристаллических материалов?*

- Эффект Комптона
- ЯМР-спектроскопия
- Рентгеновская дифракция
- Масс-спектрометрия

*Вопрос 2: Какой прибор используется для проведения рентгеновской дифракции?*

- Электронный микроскоп
- Рентгеновский дифрактометр
- ЯМР-спектрометр
- Масс-спектрометр

*Вопрос 3: Какие типы излучения используются в методе ЯМР-спектроскопии?*

- Рентгеновские лучи
- Радиоволны и магнитное поле
- Ультрафиолетовое излучение

Гамма-лучи

Вопрос 4: Какие свойства исследуются при помощи метода ЯМР-спектроскопии?

Светопреломление

Размеры частиц

Ядерные спины и химическая структура

Электропроводность

Вопрос 5: Какой метод исследования используется для изучения электронной структуры твердых тел?

Рентгеновская дифракция

ЯМР-спектроскопия

Эффект Комптона

УФ-фотоэмиссия

Вопрос 6: Что такое метод электронной спиновой резонансной (ESR) спектроскопии?

Метод исследования спиновых состояний электронов в образцах

Метод исследования электронной структуры кристаллов

Метод исследования ядерных спинов

Метод исследования оптических свойств материалов

Вопрос 7: Какой метод исследования позволяет изучать внутреннюю структуру биологических молекул и материалов?

Эффект Комптона

Рентгеновская дифракция

ЯМР-спектроскопия

Крио-электронная микроскопия

Вопрос 8: Какой метод исследования использует магнитные свойства для анализа состояния вещества?

Эффект Комптона

ЯМР-спектроскопия

Рентгеновская дифракция

Магнитометрия

Вопрос 9: Какой метод исследования использует эффект рассеяния света для анализа молекулярной структуры?

Рассеяние рентгеновских лучей

Эффект Комптона

ЯМР-спектроскопия

Инфракрасная спектроскопия

Вопрос 10: Какой метод исследования позволяет изучать магнитные свойства материалов при разных температурах?

- Рентгеновская дифракция
- Эффект Комптона
- ЯМР-спектроскопия
- Магнитная термобариметрия

*Вопрос 11: Какие параметры изучаются в методе эллипсометрии?*

- Изменение поляризации света и толщина пленок
- Рентгеновская дифракция и лепкая спектроскопия
- Температурное расширение и упругие свойства
- Ядерные спины и электронные уровни

*Вопрос 12: Какой метод исследования использует изменение частоты рассеянного света для изучения фононных возбуждений?*

- ЯМР-спектроскопия
- Рентгеновская дифракция
- Эффект Комптона
- Рамановская спектроскопия

*Вопрос 13: Какой метод исследования использует воздействие лазерного излучения для анализа поверхности материала?*

- Лазерная спектроскопия
- Рентгеновская дифракция
- Эффект Комптона
- ЯМР-спектроскопия

*Вопрос 14 (продолжение): Какой метод исследования используется для анализа магнитных свойств образцов при низких температурах?*

- ЯМР-спектроскопия
- Эффект Комптона
- Рентгеновская дифракция
- Суперпроводимость

*Вопрос 15: Какой метод исследования использует измерение упругих свойств материалов для определения их структуры и состава?*

- Эффект Комптона
- Упругая нейтронная дифракция
- ЯМР-спектроскопия
- Лазерная спектроскопия

*Вопрос 16: Какой метод исследования используется для анализа электронной структуры материалов при помощи фотоэмиссии?*

- Рентгеновская дифракция
- УФ-фотоэмиссия
- ЯМР-спектроскопия

Эффект Комптона

Вопрос 17: Какой метод исследования позволяет изучать электронные уровни материалов с высокой разрешающей способностью?

Эффект Комптона

Инфракрасная спектроскопия

ЯМР-спектроскопия

Масс-спектрометрия

Вопрос 18: Какой метод исследования использует рассеяние нейтронов для изучения структуры материалов?

Нейтронная дифракция

Рентгеновская дифракция

Эффект Комптона

ЯМР-спектроскопия

Вопрос 19: Какой метод исследования позволяет изучать теплопроводность материалов?

Эффект Комптона

ЯМР-спектроскопия

Рентгеновская дифракция

Метод лазерной фототермической спектроскопии

Вопрос 20: Какой метод исследования используется для анализа оптических свойств материалов?

Эффект Комптона

Рентгеновская дифракция

ЯМР-спектроскопия

Спектроскопия поглощения света

Педагогический работник \_\_\_\_\_

В.П. Дресвянский

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

А.А. Гаврилюк

«26» марта 2024 г.

*Критерии оценивания теста:*

Отметка «5» ставится при правильном выполнении 90% заданий теста.

Отметка «4» ставится при правильном выполнении 60% заданий теста.

Отметка «3» ставится при правильном выполнении 35% заданий теста.

Отметка «2» ставится при правильном выполнении 15% заданий теста.