

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 07.04.2026 15:19:36 Уникальный программный ключ: 04c19ed8b1b9815b6c077448609a678808322523	Рабочая программа дисциплины "Лаборатории по физике конденсированного состояния" по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 "Физика" направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

**Рабочая программа дисциплины (модуля)\***  
 Лаборатории по физике конденсированного состояния

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

Физика

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Лаборатории по физике конденсированного состояния» совместно с курсами общей, теоретической физики и высшей математики составляют фундаментальную основу профессиональной подготовки бакалавров и служат базой для изучения последующих курсов специализации.

Курс лаборатории профиля способствует формированию естественно-научного мировоззрения бакалавров, их правильному представлению о взаимосвязи различных разделов естествознания.

Конкретные задачи курса сводятся к следующему:

1. Получение знаний о строении твердых тел, способах их описания, об их электронных, механических, магнитных и других свойствах.
2. Получение знаний об экспериментальных методах исследования структуры конденсированных веществ, их физико-химических свойствах.
3. Овладение практическими навыками описания конденсированных веществ.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

УК-2.1. Демонстрирует знание теоретических основ принятия решений в сфере управления проектами.

УК-2.2. Выявляет и анализирует различные способы решения задач в рамках цели проекта и аргументирует их выбор.

УК-2.3. Демонстрирует способность проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.

ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области физических наук; о способах планирования и организации исследований.

ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам.

ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки) в области физических наук: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.

ПК-2.1. Обладает знаниями о структуре и правилах оформления научных отчетов, обзоров и докладов в области физических наук

ПК-2.2. Умеет составлять и оформлять результаты научно-исследовательских работ, научные отчеты и доклады в области физических наук

ПК-2.3. Имеет практический опыт (навыки) составления и оформления научных отчетов и докладов; навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: К.М.02.ДВ.01.03

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Механика

Аналитическая геометрия

Линейная алгебра

Молекулярная физика

Векторный и тензорный анализ

Электричество и магнетизм

Математический анализ

Дифференциальные уравнения

Теоретическая механика

Оптика

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:



Физические свойства твердых тел

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная практика (преддипломная практика)

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений**

**Знать:**

Для достижения УК-2.1: основные понятия в области физики конденсированного состояния

**Уметь:**

Для достижения УК-2.2: решать основные практические задачи по исследованию структуры материалов

**Владеть:**

Для достижения УК-2.3: современными методами исследования структуры и свойств материалов

**ПК-1: Способен применять специализированные знания, полученные в области физических наук, при проведении научно-исследовательских работ**

**Знать:**

Для достижения ПК-1.1: терминологию в области тематики научно-исследовательской работы

**Уметь:**

Для достижения ПК-1.2: применять специализированные знания в области физики и химии твердого тела

**Владеть:**

Для достижения ПК-1.3: физико-химическими методами исследования свойств материалов, а также методами моделирования

**ПК-2: Способен использовать навыки составления и оформления научных отчетов, обзоров и докладов**

**Знать:**

Для достижения ПК-2.1: Основные методы исследования материалов, а также классификацию материалов

**Уметь:**

Для достижения ПК-2.2: Проводить комплексные исследования и испытания материалов

**Владеть:**

Для достижения ПК-2.3: Навыками проведения исследований свойств материалов

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**3.1 Знать:**

3.1.1 основные представления теории рассеяния рентгеновского излучения на совершенном и дефектном кристалле, газе и жидкости;

3.1.2 основные представления формирования контраста на изображении, формируемом методом рентгеновской топографии;

3.1.3 основные методы рентгеноструктурных исследований, технику проведения эксперимента и обработки полученных результатов;

3.1.4 природу рентгеновских лучей, их спектры, современные источники рентгеновского излучения для структурного анализа, детекторы рентгеновского излучения;

3.1.5 основные представления теории контраста на электронно-микроскопическом изображении, формируемом просвечивающим и растровым электронным микроскопом; основные методы и технику электронно-микроскопических исследований, принцип работы, особенности формирования изображения и возможности сканирующей зондовой микроскопии, принципы электронно-зондового микроанализа, технику проведения эксперимента и обработки полученных результатов.

**3.2 Уметь:**



- 3.2.1 решать основные практические задачи по исследованию структуры материалов методами рентгеноструктурного анализа, оценивать возможности и объем получаемой информации при применении рентгеновских методов исследования для решения конкретных задач современного материаловедения, физики конденсированного состояния и химии твердого тела; пользоваться современными методами обработки и анализа и физической информации, получаемой в ходе эксперимента; использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований.

**3.3 Владеть:**

- 3.3.1 современными методами рентгеноструктурных исследований, а также методами электронной и растровой микроскопии, зондовой микроскопии, физико-химическими методами исследования, обработки полученных экспериментальных результатов.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость	11 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 396	Виды контроля в семестрах: зачеты 5, 6, 7, 8 курсовые работы 6
в том числе :	
аудиторные занятия : 264	
самостоятельная работа : 126,2	
контактная работа: 269,8 ИКР: 5,8	

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
<b>Раздел 1. Лаборатория рентгеноструктурного анализа</b>				
1.1	Природа рентгеновского излучения. /Лаб/	5	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.8 Э1 Э2 Э3
1.2	Качественный рентгенофазовый анализ /Лаб/	5	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.8 Э1 Э2 Э3
1.3	Количественный рентгенофазовый анализ /Лаб/	6	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.8 Э1 Э2 Э3
1.4	Анализ рентгенограмм многофазных образцов /Лаб/	6	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.8 Э1 Э2 Э3



1.5	Индексирование рентгенограмм поликристаллических соединений кубической системы /Лаб/	7	14	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.8 Э1 Э2 Э3
1.6	Определение средних размеров ОКР и средних микродеформаций методом аппроксимации. /Лаб/	7	14	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.8 Э1 Э2 Э3
1.7	Рентгеноструктурный анализ /Ср/	5	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
1.8	Рентгеноструктурный анализ /Ср/	6	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
1.9	Рентгеноструктурный анализ /Ср/	7	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 2. Лаборатория электронной микроскопии</b>				
2.1	Конструкция и принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. /Лаб/	5	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.8 Э1 Э2 Э3
2.2	Режим работы в просвечивающем электронном микроскопе /Лаб/	5	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.8 Э1 Э2 Э3
2.3	Определение фазового состава дисперсных материалов методом электронографии /Лаб/	5	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.8 Э1 Э2 Э3
2.4	Применение метода реплик для исследования поверхности твердого тела. /Лаб/	5	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.8 Э1 Э2 Э3
2.5	Контраст при формировании изображения в растровом электронном микроскопе. /Лаб/	6	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.8 Э1 Э2 Э3



2.6	Методы препарирования объектов исследования для просвечивающей электронной микроскопии. /Лаб/	6	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.8 Э1 Э2 Э3
2.7	Юстировка просвечивающего электронного микроскопа. /Лаб/	6	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.8 Э1 Э2 Э3
2.8	Определение угла поворота изображения относительно дифракционной картины. /Лаб/	7	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.8 Э1 Э2 Э3
2.9	Введение в теорию контраста электронно-микроскопического изображения. /Лаб/	7	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.8 Э1 Э2 Э3
2.10	Устройство и принцип работы растрового электронного микроскопа. /Лаб/	7	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.8 Э1 Э2 Э3
2.11	Электронная сканирующая и растровая микроскопия /Ср/	5	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
2.12	Электронная сканирующая и растровая микроскопия /Ср/	6	11,8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
2.13	Зондовая микроскопия /Ср/	6	7	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
2.14	Электронная сканирующая и растровая микроскопия /Ср/	7	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.6 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 3. Лаборатория физико-химических методов</b>				
3.1	Поляризация диэлектриков в переменном электрическом поле. /Лаб/	5	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3
3.2	Твердые электролиты. Зонная структура твердых тел. /Лаб/	5	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3



3.3	Метод электронного парамагнитного резонанса. /Лаб/	6	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3
3.4	Термогравиметрический анализ процесса термоллиза твердых тел /Лаб/	6	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3
3.5	Ионная проводимость твердых оксидных электролитов /Лаб/	6	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3
3.6	Зонная структура кристаллов. /Лаб/	7	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3
3.7	Физико-химические методы криминалистической экспертизы /Лаб/	7	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3
3.8	Физико-химические методы исследования /Ср/	5	21,8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
3.9	Физико-химические методы исследования /Ср/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
3.10	Физико-химические методы исследования /Ср/	7	19,8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 4. Курсовая работа</b>				
4.1	Курсовая работа /ИКР/	6	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.5 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 5. Лаборатория материаловедения</b>				



5.1	Исследование дисперсного состава с помощью микроскопии /Лаб/	8	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.8 Э1 Э2 Э3
5.2	Влияние дисперсности на упруго-прочностные характеристики материала с применением испытательной машины МИ-20УМ /Лаб/	8	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.8 Э1 Э2 Э3
5.3	Определение дисперсных характеристик с помощью сендIMENTометра /Лаб/	8	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.8 Э1 Э2 Э3
5.4	Дилатометрические исследования фазовых превращений в материале /Лаб/	8	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.8 Э1 Э2 Э3
5.5	Определение микротвердости материалов /Лаб/	8	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.8 Э1 Э2 Э3
5.6	Металлографический микроскоп МЕТАМ ЛВ/РВ: устройство и принцип работы /Ср/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
5.7	Испытательная машина МИ-20М: устройство и принцип работы /Ср/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
5.8	Основной принцип работы микротвердометра. Определение физико-механических характеристик материала /Ср/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
5.9	Дилатометрия /Ср/	8	5,8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 6. Иная контактная работа</b>				
6.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	6	0,2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
6.2	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	5	0,2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
6.3	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	7	0,2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4



6.4	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	8	0,2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.6 Л3.7 Л3.8 Э1 Э2 Э3 Э4
-----	---	---	-----	---

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

отчеты по лабораторным работам, вопросы к зачету, курсовая работа

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Пример оформления отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа №\_\_

Название

Работу выполнил студент группы ФФ-.....,

Очной формы обучения,

Направление подготовки «Физика»

Иванов Иван Иванович

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Проверил:

Ф.И.О. преподавателя, должность

оценка

Цель работы: \_\_\_\_\_

Объекты исследования: \_\_\_\_\_

Методы исследования: \_\_\_\_\_

Краткая теория

В краткой теории излагаются теоретические основы, необходимые для выполнения лабораторной работы, обработке полученных результатов.

Результаты

Приводятся измерения, основные математические выкладки обработки данных, графическое представление результатов.

Выводы

Обсуждение и выводы по работе

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Студент сдает отчеты по каждой лабораторной работе в виде полученных результатов, обсуждений результатов и при этом отвечает на теоретический минимум по теме работы

### 6.4. Критерии оценивания

«Не зачтено» – не сданы отчеты по лабораторным работам, включающие в себя знание основных понятий, название и физический смысл величин, вид основных распределений и соотношений (без вывода), определяемых содержанием лабораторной работы.

«Зачтено» – твердое знание учебно-программного материала, грамотное его изложение, знание материала, полученного в ходе выполнения лабораторных работ.

Оценка за курсовую работу:



Оценка «Отлично» ставится в том случае если студент:

- обнаруживает верное понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий законов, теорий, а также правильное определение физических величин из единиц и способов измерения;
- правильно выполняет расчеты сопутствующие написанию курсовой работы;
- может устанавливать связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу дисциплины, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин.

Оценка «Хорошо» ставится, если ответ удовлетворяет основным требованиям на оценку «Отлично», но не использует план ответа, новые примеры, не применяет знания в новой ситуации, не использует связи с ранее изученным материалом и материалом, усвоенным другим дисциплинами.

Оценка «Удовлетворительно» ставится, если большая часть ответа удовлетворяет требованиям ответу на оценку «Хорошо», но в ответе обнаруживаются отдельные пробелы, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала. Студент умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении задач требующих преобразования формул.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится в том случае, если студент не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы либо не может ответить ни на один из поставленных вопросов.

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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
ЛП.1	Гольдаде В. А., Пинчук Л. С., Мышкин Н. К.	Физика конденсированного состояния: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93309">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93309</a> )	Минск : Белорусская наука, 2009	ЭБС
ЛП.2	Разумовская И. В.	Физика твердого тела: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=108460">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=108460</a> )	Москва : Прометей, 2011	ЭБС
ЛП.3	Павлов П. В., Хохлов А. Ф.	Физика твердого тела: учебник для студентов вузов	Москва : Высшая школа, 2000	
ЛП.4	Монина Л. Н.	Рентгенография. Качественный рентгенофазовый анализ: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=567437">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=567437</a> )	Тюмень : Тюменский государственный университет, 2016	ЭБС
ЛП.5	Тофпенец Р. Л., Анисович А. Г.	Кристаллография: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576475">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576475</a> )	Минск : Беларуская навука, 2019	ЭБС
ЛП.6	Лебухов В. И., Окара А. И., Павлюченкова Л. П., Окара А. И.	Физико-химические методы исследования: учебник для вузов ( <a href="https://e.lanbook.com/book/478199">https://e.lanbook.com/book/478199</a> )	Санкт- Петербург : Лань, 2025	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
ЛП.1	Жданов Г. С.	Физика твердого тела: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=475621">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=475621</a> )	Москва : Издательство МГУ, 1962	ЭБС
ЛП.2	Уманский Я. С.	Рентгенография металлов и полупроводников: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=475626">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=475626</a> )	Москва : Металлургия, 1969	ЭБС
ЛП.3	Киттель Ч., Гусев А. А.	Введение в физику твердого тела: [учебное руководство]	Москва: [Альянс], 2013	
ЛП.4	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: учебник для вузов	Москва : Металлургия, 1982	



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.5	Гинье А., Белов Н. В., Белова Е. Н.	Рентгенография кристаллов: теория и практика	Москва : Физматгиз, 1961	
Л2.6	Киттель Ч.	Введение в физику твердого тела: научная литература ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483361">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483361</a> )	Москва : Наука, 1978	ЭБС
<b>7.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л3.1	Лулицкая Ю. А., Таскаев С. В.	Метод избирательного травления для выявления дислокаций в кристаллах: методические рекомендации	Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета, 2014	
Л3.2	Фазлитдинова А. Г., Мамаев Н. А.	Индексирование рентгенограмм поликристаллических соединений кубической системы: методические указания к лабораторной работе	Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета, 2014	
Л3.3	Фазлитдинова А. Г., Мамаев Н. А.	Количественный рентгенофазовый анализ: методические указания к лабораторной работе	Челябинск : Издательство Челябинского государственного университета, 2014	
Л3.4	Фазлитдинова А. Г., Мамаев Н. А.	Природа рентгеновского излучения. Устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра: методические указания к лабораторной работе	Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета, 2014	
Л3.5	Лулицкая Ю. А., Таскаев С. В.	Зонная структура кристаллов. Экспериментальное определение ширины запрещенной зоны по спектру поглощения: методические рекомендации	Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета, 2014	
Л3.6	Лулицкая Ю. А.	Ионная проводимость твердых оксидных электролитов: методические рекомендации	Челябинск : Издательство Челябинского государственного университета, 2014	
Л3.7	Лулицкая Ю. А.	Термогравиметрический анализ процесса термолитиза твердых тел: методические рекомендации	Челябинск : Издательство Челябинского государственного университета, 2014	
Л3.8	Лулицкая Ю. А., Фазлитдинова А. Г., Ховайло В. В.	Диагностика структуры и свойств материалов: учебно-методическое пособие	Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета, 2017	
<b>7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				



Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт URL: <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>
Э4	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

WinDjView

LMS Moodle

Adobe Connect Acrobat

Ubuntu Linux

LibreOffice

OpenOffice

ПО Kaspersky

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.
2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <http://journals.aps.org/about> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный.
3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <http://link.springer.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины осуществляется в лабораторных аудиториях физического факультета, рассчитанных на 10-15 студентов (каждая лаборатория): лаборатория рентгеноструктурного анализа, лаборатория электронной и зондовой микроскопии, лаборатория фазовых превращений.

Для успешного освоения дисциплины аудитория должна быть снабжена научно-исследовательским оборудованием с компьютерным комплексом.

Используются электронный читальный зал научной библиотеки ЧелГУ (аудитория 206) и учебная лаборатория вычислительной физики кафедры теоретической физики (аудитория 222) для самостоятельной работы студента, оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

На кафедре физики конденсированного состояния имеются специализированные лаборатории:

Лаборатория рентгеноструктурного анализа №126, Центр коллективного пользования «Наукоемкие технологии»126 в, 126 г:

Рентгеновский дифрактометр ДРОН-3, рентгеновский порошковый дифрактометр Bruker D8 Advance, шаровая мельница FRITSCH, энерго-дисперсионный рентгеновский спектрометр ARL QUANT'X, компьютеры с специализированным программным обеспечением – 5 шт.,



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Лаборатории по физике конденсированного состояния" по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 "Физика" направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 14

Лаборатория электронной микроскопии №121, 123:

Электронный микроскоп УЭМВ-100К, вакуумный пост ВУП-4, сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6510LA, вакуумный пост ВУП-4, вакуумный пост JEOL JEC-3000FC, атомный силовой микроскоп Nanoeducator II, компьютеры с программным обеспечением – 2 шт.

Лаборатория фазовых превращений №131:

Дериватографы Q-1500, Q-1000, синхронный термический анализатор Netzsch STA 449 Jupiter, хроматограф, фотокалориметр, оптический микроскоп, муфельная печь Снол 10/11, мост переменного тока P5030, пресс гидравлический ППР-10, компьютеры с программным обеспечением – 2 шт.

Совместная с ИРЭ РАН (г.Москва) лаборатория «Физики магнитных явлений» № 101(4):

Установка плавильная электродуговая, Установка для измерения магнитокалорического эффекта, наос вакуумный 2НВР, криогенная система для автономной установки по измерению магнитокалорического эффекта, система вакуумизации для автоматизированной установки по измерению магнитокалорического эффекта, установка по ультратонкой нарезке сплавов, лабораторный вакуумный насос HVP8 (HUMM VAC США), компьютеры – 3 шт.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение содержания учебной дисциплины «Лаборатории по физике конденсированного состояния» осуществляется на лабораторных занятиях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов. Лабораторные занятия обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. Основными методами обучения являются информационно-объяснительный и проблемный. На занятиях излагается основное содержание тем программы, проводится анализ основных понятий и методов, рассматриваются примеры, проводятся лабораторные работы.

Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. При освоении материала не следует стремиться к механическому запоминанию приведенных определений, формулировок и положений, если требования к Вам прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Также рекомендуется равномерно распределять нагрузку самостоятельного обучения в течение семестра.

В освоении дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С



### **ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

