

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: 02.06.2025 10:25:15 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322333	Рабочая программа дисциплины "Фазовые превращения в дисперсных системах" по направлению подготовки (специальности) 03.04.02 "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Фазовые превращения в дисперсных системах

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

Физика конденсированного состояния вещества

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2024

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

Челябинск 2024 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

Цель курса состоит в изучении студентами основных способов получения ультрадисперсных материалов, закономерностей твердофазного взаимодействия в ультрадисперсных системах, механизма и лимитирующих стадий процесса, влияния размера частиц и теплоты фазовых превращений на кинетику взаимодействия, а также современных методов исследования твердофазных реакций. Курс предназначен для студентов, специализирующихся в области физики конденсированного состояния вещества и физического материаловедения.

Конкретные задачи курса сводятся к следующему:

1. Рассмотрение методов получения нанокристаллических порошков.
2. Рассмотрение твердофазных реакций без изменения химического состава, их классификация.
3. Рассмотрение основных представлений теории твердофазного взаимодействия Вагнера. Кинетики и механизма твердофазных реакций присоединения, физических моделей твердофазного взаимодействия, лимитируемых диффузией, процессами на границе раздела фаз и зародышеобразованием.
4. Рассмотрение реакций самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.
5. Рассмотрение механически активированного состояния реагентов и его роли в твердофазных процессах.
6. Изучение влияния размерных эффектов в структуре малых частиц, влияния размера частиц на параметр решетки, температуру и скорость фазового превращения.
7. Рассмотрение влияния теплоты реакции на кинетику процесса.
8. Рассмотрение особенностей массопереноса в ультрадисперсных системах.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-2.1. Обладает знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте эксплуатации и технического обслуживания электронного оборудования.

ПК-2.2. Демонстрирует умение ставить научные задачи в области физики конденсированного состояния вещества и решать их с использованием современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта

ПК-2.3. Имеет практический опыт (навыки) проведения научно-исследовательских работ, опираясь на использование современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.06

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Курс тесно связан с такими дисциплинами как математический анализ, физика конденсированного состояния вещества, молекулярная физика

Образование кристаллов

Специальный физический практикум

Спецсеминар по научным направлениям

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

Физика фазовых переходов

Определение кристаллических структур

Преддипломная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Научно-исследовательская работа

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

ПК-2: Способность ставить научные задачи в области физики конденсированного состояния вещества и решать их с использованием современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта



**Знать:**

Для достижения ПК-2.1: современные методы получения нанокристаллических порошков, основные представления теории твердофазного взаимодействия, методы экспериментального исследования кинетики и механизма твердофазных реакций

**Уметь:**

Для достижения ПК-2.2: решать основные практические задачи по исследованию кинетики и механизма фазовых превращений в нанодисперсных системах, оценить влияние размера частиц на протекание фазовых превращений

**Владеть:**

Для достижения ПК-2.3: современными методами исследования и анализа фазовых превращений в дисперсных системах

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	<input type="checkbox"/> современные методы получения нанокристаллических порошков;
3.1.2	<input type="checkbox"/> основные представления теории твердофазного взаимодействия Вагнера;
3.1.3	<input type="checkbox"/> физические модели твердофазного взаимодействия в дисперсных системах, лимитируемого диффузией, процессами на границе раздела фаз и зародышеобразованием;
3.1.4	<input type="checkbox"/> методы экспериментального исследования кинетики и механизма твердофазных реакций;
3.1.5	<input type="checkbox"/> реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза;
3.1.6	<input type="checkbox"/> проявление размерного эффекта в структуре малых частиц, влияние размера частиц на скорость твердофазного взаимодействия;
3.1.7	<input type="checkbox"/> механически активированное состояние реагентов и его роль в твердофазных процессах.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	решать основные практические задачи по исследованию кинетики и механизма фазовых превращений в нанодисперсных системах, оценить влияние размера частиц на протекание фазовых превращений.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	современными методами исследования и анализа фазовых превращений в дисперсных системах.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость		3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	: 108	Виды контроля в семестрах: экзамены 1
в том числе	:	
аудиторные занятия	: 32	
самостоятельная работа	: 50,6	
часов на контроль	: 18	
контактная работа: 39,4		
ИКР: 7,4		

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
<b>Раздел 1. Методы получения нанокристаллических порошков</b>				
1.1	Введение. Нанодисперсное состояние - особое состояние твердого тела. Методы получения нанокристаллических порошков. Газофазный синтез. /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
1.2	Плазмохимический синтез. Осаждение из коллоидных растворов. Получение порошков путем термического разложения и восстановления. /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4



1.3	Получение нанопорошков путем механосинтеза, детонационного синтеза, электровзрыва. /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
1.4	Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона- Клаузиуса. Изменение энтропии, энтальпии и потенциала Гиббса при фазовом превращении. Методы исследования термодинамики твердофазных реакций. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
1.5	Методы получения нанокристаллических порошков. Твердофазные реакции без изменения химического состава. /Ср/	1	18	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 2. Твердофазные реакции без изменения химического состава</b>				
2.1	Классификация твердофазных реакций по Бюргеру. Классификация Эренфеста. Классификация Уббелоде. Монотропия и энантиотропия. Мартенситовые превращения. /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
2.2	Фазовые превращения при подводе тепловых форм энергии, превращения, индуцированные механически, ударным воздействием, облучением. Правило ступенчатых переходов Оствальда. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 3. Твердофазные реакции присоединения (А+Б = АБ)</b>				
3.1	Классификация твердофазных реакций по Будникову-Гистлингу. Примеры протекания реакций в смесях твердых веществ (общие замечания), «элементарные» стадии твердофазного процесса. /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
3.2	Основные представления теории твердофазного взаимодействия Вагнера. Механизм твердофазных реакций, методы исследования механизма реакции. /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
3.3	Кинетика твердофазных реакций, методы изучения кинетики твердофазных реакций. Формальное уравнение кинетики и способы определения его параметров. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
3.4	Диффузионные модели твердофазного взаимодействия Яндера, анти Яндера и Вагнера. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
3.5	Реакции, лимитируемые процессами на границе раздела фаз. Режим твердофазного взаимодействия. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
3.6	Реакции, лимитируемые зародышеобразованием. Режим твердофазного взаимодействия. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4



3.7	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
3.8	Твердофазные реакции присоединения. /Ср/	1	20	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 4. Размерные эффекты в структуре малых частиц</b>				
4.1	Экспериментальная проверка влияния размера частиц на параметр решетки и температуру фазового превращения. /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
4.2	Влияние размера частиц на температуру и скорость твердофазного взаимодействия. Локальный характер протекания твердофазного взаимодействия. Влияние теплоты реакции на кинетику процесса. /Лек/	1	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
4.3	Механически активированное состояние реагентов и его роль в твердофазных процессах. Методы механосинтеза высокодисперсных материалов. Применение механической активации порошков при получении керамических материалов. /Лек/	1	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
4.4	Механически активированное состояние реагентов и его роль в твердофазных процессах. Методы механосинтеза высокодисперсных материалов. Применение механической активации порошков при получении керамических материалов. /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4
4.5	Размерные эффекты в структуре малых частиц, влияние размера на процесс твердофазного взаимодействия. /Ср/	1	12,6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 5. Иная контактная работа</b>				
5.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	1	7,4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Включают базу данных вопросов для проведения промежуточной аттестации в письменной форме, а также список вопросов для проведения экзамена в устно-письменной форме

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

Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации представлены в Фондах оценочных средств

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

Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации представлены в Фондах оценочных средств

Перечень вопросов к экзамену

1. Методы получения нанокристаллических порошков. Газофазный синтез.



2. Плазмохимический синтез.
3. Получение нанокристаллических порошков осаждением из коллоидных растворов.
4. Получение порошков путем термического разложения и восстановления.
5. Получение нанокристаллических порошков механосинтезом, детонационным синтезом, электровзрывом.
6. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
7. Изменение энтропии, энтальпии и потенциала Гиббса при фазовом превращении.
8. Методы исследования термодинамики твердофазных реакций.
9. Твердофазные реакции без изменения химического состава. Классификация твердофазных реакций по Бюргеру.
10. Классификация Эренфеста и Уббеллоде.
11. Монотропия и энантиотропия.
12. Мартенситовые превращения.
13. Способы инициирования и предотвращения фазовых превращений без изменения химического состава (превращения при подводе тепловых форм энергии, превращения, индуцированные механически, ударным воздействием, облучение).
14. Правило ступенчатых переходов Оствальда.
15. Классификация твердофазных реакций по Будникову-Гистлингу.
16. Примеры протекания реакций в смесях твердых веществ (общие замечания), «элементарные» стадии твердофазного процесса.
17. Основные представления теории твердофазного взаимодействия Вагнера.
18. Механизм твердофазных реакций, методы исследования механизма реакции.
19. Кинетика твердофазных реакций, методы изучения кинетики твердофазных реакций.
20. Формальное уравнение кинетики и способы определения его параметров.
21. Физические модели твердофазного взаимодействия, диффузионные модели: Яндера, анти Яндера, Вагнера.
22. Модель реакции, лимитируемой процессами на границе раздела фаз. Кинетический и диффузионно-кинетический режим твердофазного взаимодействия.
23. Зародышеобразование как фактор, лимитирующий твердофазное взаимодействие. Критические размеры зародыша при гомогенном образовании, способы изменения критических размеров.
24. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
25. Механически активированное состояние реагентов и его роль в твердофазных процессах.
26. Размерные эффекты в структуре малых частиц (поверхность и избыточное давление, объемные изменения, влияние на температуру фазового превращения).
27. Экспериментальная проверка влияния размера частиц на параметр решетки и температуру фазового превращения (островковые пленки, сплошные пленки).
28. Влияние размера частиц на скорость твердофазного взаимодействия.
29. Локальный характер протекания твердофазного взаимодействия, влияние теплоты реакции на кинетику процесса.

#### 6.4. Критерии оценивания

Оценка уровня освоения программы производится в ходе экзамена, проводимого в устно-письменной форме по темам аудиторных занятий, а также по темам, выносимым на СРС. Оценка «отлично» ставится при условии полного и глубокого освоения материала курса. Оценка «хорошо» ставится при условии освоения материала курса. Оценка «удовлетворительно» ставится в случае освоения студентом основных понятий в рамках материала курса. Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае отсутствия у студента базовых знаний по курсу в целом, либо по отдельным его частям.

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

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	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
Л1.2	Болдырев А. К.	Кристаллография: научная литература ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=230330">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=230330</a> )	Ленинград, Москва, Грозный, Новосибирск : ОНТИ НКТП СССР, 1934	ЭБС



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.3	Шейнкман А.И., Фотиев А.А.	Рост кристаллов ультрадисперсных оксидов	Свердловск: УрО АН СССР, 1991	
Л1.4	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
Л1.5	Бланк В. Д., Эстрин Э. И.	Фазовые превращения в твердых телах при высоком давлении: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457645">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457645</a> )	Москва : Физматлит, 2011	ЭБС
Л1.6	Свечникова Л.А., Темных В.И.	Структурные и фазовые превращения в металлах и сплавах: учебник ( <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=380553">http://znanium.com/catalog/document?id=380553</a> )	Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019	ЭБС

### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1		Наноматериалы: свойства и перспективные приложения: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=468346">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=468346</a> )	Москва : Научный мир, 2014	ЭБС
Л2.2	Третьяков Ю. Д.	Твердофазные реакции	Москва : Химия, 1978	
Л2.3	Гусев А. И.	Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии	Москва : Физматлит, 2007	
Л2.4	Доломатов М. Ю., Бахтизин Р. З., Доломатова М. М.	Физико-химия наночастиц: учебное пособие для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/518726">https://urait.ru/bcode/518726</a> )	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

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	Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. URL: <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
Э5	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

MS Office365

Adobe Reader

WinDjView

LibreOffice

LMS Moodle

Adobe Connect Acrobat

OpenOffice

Ubuntu Linux

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.



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

Рабочая программа дисциплины "Фазовые превращения в дисперсных системах" по направлению подготовки (специальности) 03.04.02 "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 9

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.
6. Презентация, иллюстрирующая самораспространяющийся высокотемпературный синтез в дисперсной системе, текст лекции «СВС процесс»;
7. Электронная копия книги: Химия синтеза сжиганием под ред. М. Коудзими. Москва. 2010.
8. Электронная копия книги: Концепция развития самораспространяющегося высокотемпературного синтеза как области научно-технического прогресса. Черноголовка. 2011.

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

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (экран, ноутбук, проектор, колонки).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (мультимедийные презентации).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Студенту следует равномерно в течение семестра распределять учебную нагрузку по проработке лекционного материала, самостоятельной работе по темам, выносимым на СРС.

При возникновении вопросов по темам, выносимым на СРС, следует обратиться за консультацией к преподавателю, ведущему лекционные занятия. В течение всего семестра при освоении курса использовать специальную литературу, имеющуюся в библиотеке ЧелГУ и на электронных носителях.

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 голо информационных технологий, предоставляемых

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»



Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EiBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

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

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся 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 к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется 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 направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом,



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

Рабочая программа дисциплины "Фазовые превращения в дисперсных системах" по направлению подготовки (специальности) 03.04.02 "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 11

задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления 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 технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. 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.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

