

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 14.04.2026 16:07:17 Уникальный идентификатор: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	стр. 1
--	--	--------

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Основы химии твердого тела

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Фундаментальная и прикладная химия

Присваиваемая квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии.

Форма обучения

Очная

Год(ы) набора

*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

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов основных представлений о взаимосвязи состава, строения и свойств твердых тел, об основных закономерностях протекания твердофазных превращений.

Задачами изучения дисциплины являются:

- освоение теоретических представлений о структуре и свойствах твердых тел;
- освоение современных методов исследования материалов;
- изучение методов синтеза твердых веществ.
- получение представления о применении твердых веществ.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов компетенции:

УК-6.3. Планирует результаты собственной деятельности с учетом необходимых ресурсов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.1.09

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Кристаллохимия

Физическая химия

Общая и неорганическая химия

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

Научно-исследовательская работа

Строение вещества

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

УК-6: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

Знать:

Способы совершенствования собственной деятельности;

Уметь:

Определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности;

Владеть:

Способностью определения и реализации приоритетов собственной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные законы и понятия физической, неорганической химии и кристаллохимии;
3.1.2	основные законы и понятия кристаллохимии;
3.1.3	основные понятия учения о реальных кристаллах;
3.1.4	основные понятия учения об идеальных и реальных кристаллах;
3.1.5	виды и характеристики химической связи и межмолекулярных взаимодействий;
3.1.6	основные модели описания твердофазных превращений;
3.1.7	теоретические основы физической химии и химии твердого тела;
3.1.8	основные понятия твердофазного синтеза;
3.1.9	основные методы исследования структуры и свойств твердых тел;
3.1.10	теоретические основы физических методов исследования;
3.1.11	основные понятия химического материаловедения.
3.2	Уметь:



3.2.1	использовать и применять законы и понятия кристаллохимии;
3.2.2	различать виды дефектов в кристаллах;
3.2.3	классифицировать дефекты;
3.2.4	использовать информационные базы данных и специальные справочники для описания химической связи;
3.2.5	планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности;
3.2.6	применять основные диффузионные модели для описания некоторых реакций;
3.2.7	решать типовые учебные задачи по основам химической кинетики;
3.2.8	выбирать оптимальные методы синтеза твердых тел;
3.2.9	выполнять стандартные действия по интерпретации данных исследований структуры твердых тел с учетом основных понятий и общих закономерностей, химии твердого тела;
3.2.10	выделять основные свойства твердофазных материалов, устанавливать связь, структура- свойства.
3.3 Владеть:	
3.3.1	с методикой описания кристаллических структур;
3.3.2	с методом Винка-Крегера;
3.3.3	описания свойств веществ на основе теории химической связи;
3.3.4	работы с методиками интерпретации данных различных методов;
3.3.5	с классификацией твердофазных материалов;
3.3.6	поиска и анализа научно-технической информации.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	З ЗЕТ
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 90 самостоятельная работа : 5,7 часов на контроль : 9 контактная работа: 93,3 ИКР: 3,3	Виды контроля в семестрах: экзамены 7

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
Раздел 1. Общие положения				
1.1	Введение. /Лек/	7	8	Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Общие отличия строения и свойств твердых веществ от газов и жидкостей. Классификация твердых веществ. Кристаллические твердые тела. /Пр/	7	4	Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.3	Введение. /Ср/	7	0,8	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 2. Строение твердых веществ				
2.1	Строение твердых веществ. /Лек/	7	8	Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Кристаллы с ионными и ковалентными решетками. Устойчивость кристаллических структур. /Пр/	7	4	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	Строение твердых веществ. /Ср/	7	0,8	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.4	Строение твердых веществ /ИКР/	7	0,1	



	Раздел 3. Реальная структура твердых тел.			
3.1	Реальная структура твердых тел /Лек/	7	10	Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Точечные дефекты. Дефектообразование и нестехиометрия кристаллов. Дефекты по Шоттки и Френкелю. Нейтральные и заряженные точечные дефекты. Квазихимический метод описания равновесия точечных дефектов /Пр/	7	4	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Дислокации в кристаллах, основные виды. Причины возникновения дислокаций. Движение дислокаций. Взаимодействие дислокаций /Пр/	7	4	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.4	Реальная структура твердых тел /Ср/	7	0,8	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.5	Реальная структура твердых тел /ИКР/	7	0,1	
	Раздел 4. Термодинамика твердофазных взаимодействий			
4.1	Термодинамика твердофазных взаимодействий /Лек/	7	8	Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Основные типы фазовых диаграмм двухкомпонентных систем /Пр/	7	8	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Термодинамика твердофазных взаимодействий /Ср/	7	0,8	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.4	Термодинамика твердофазных взаимодействий /ИКР/	7	0,1	
	Раздел 5. Кинетика твердофазных взаимодействий			
5.1	Кинетика твердофазных взаимодействий /Лек/	7	4	Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.2	Модели процессов, лимитируемых диффузионными и кинетическими стадиями. /Пр/	7	4	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.3	Кинетика твердофазных взаимодействий /Ср/	7	0,8	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.4	Кинетика твердофазных взаимодействий /ИКР/	7	1	
	Раздел 6. Методы синтеза твердых веществ			
6.1	Методы синтеза твердых веществ /Лек/	7	6	Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.2	Методы синтеза твердых веществ /Ср/	7	0,8	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.3	Методы синтеза твердых веществ /ИКР/	7	0,3	
	Раздел 7. Методы исследования твердых веществ			
7.1	Методы исследования твердых веществ /Лек/	7	6	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.2	Идентификация веществ по рентгенограммам, рентгенофазовый анализ. /Пр/	7	4	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.3	Методы исследования твердых веществ /Ср/	7	0,5	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.4	Методы исследования твердых веществ /ИКР/	7	0,1	
	Раздел 8. Твердофазные материалы			
8.1	Твердофазные материалы. /Лек/	7	4	Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.2	Виды и применение твердофазных материалов /Пр/	7	4	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.3	Твердофазные материалы. /Ср/	7	0,4	Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.4	Твердофазные материалы /ИКР/	7	1,6	
	Раздел 9. Экзамен			



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

Рабочая программа дисциплины "Основы химии твердого тела" по направлению подготовки (специальности)
04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная
химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 6

9.1

Экзамен /Экзамен/

7

9

Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Тест;

Задания открытого типа с развёрнутым ответом;

Задания открытого типа задачи.

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примерные варианты тестов:

Тест 1, вариант 1

- 1 Оксид магния принадлежит к структурному типу NaCl. Укажите тип координационных полиэдров, составляющих структуру MgO.
- 2 Охарактеризуйте точки А и Е2 приведенной фазовой диаграммы. (название, фазовый состав, компонентный состав, особенности). Сколько фаз существует в области II? Назовите их.
- 3 В структуре флюорита кальций (Координационное число = 8) образует кубическую ПШУ. а фтор занимает все тетраэдрические пустоты. Исследовать устойчивость данной структуры согласно правилу электростатической валентности Полинга.
- 4 Объясните, что означает запись: . Какие дефекты имелись до и после взаимодействия?
- 5 Сравните плотность идеального кристалла и твердого раствора вычитания:
 - а) плотности равны
 - б) плотность твердого раствора больше.
 - в) плотность твердого раствора меньше.
 - г) Зависит от растворенного компонента.
- 6 Перечислите и кратко охарактеризуйте известные Вам типы двумерных дефектов.
- 7 Взаимодействие двух краевых дислокаций с сонаправленными векторами Бюргерса приводит
 - а) к образованию цепочек точечных дефектов
 - б) к аннигиляции дислокаций
 - в) к образованию дислокационных стенок
- 8 При исследовании механизма реакции $A + B = AB$ методом свободной поверхности получили результат, изображенный на рис. Для исследования кинетики этой реакции брали смесь порошков компонентов причем размер частиц компонента А значительно превышал размер частиц компонента В. Какая из предложенных моделей наиболее предпочтительна для описания кинетики данной реакции
 - 1) Яндера. 2) анти-Яндера 3) Картера

Тест 2, вариант 1

- 1 Перечислите основные процессы, происходящие при механохимической активации
- 2 Определить межплоскостное расстояние соответствующее наиболее интенсивной линии на приведенной рентгенограмме. При съемке использовали трубку с медным анодом.
Элемент Длина волны характеристического излучения
Fe =1,94 А
Co =1,79 А
Cu =1,54 А
Mo =0.709 А
- 3 В чем основное преимущество выращивания монокристаллов методом Вернейля перед методом Чохральского.
- 4 Криохимический метод в ХТТ это:
 - 1) Метод твердофазного синтеза при низких температурах
 - 2) Метод гомогенизации реагентов
 - 3) Метод хранения неустойчивых веществ.
 - 4) Метод определения молярной массы неизвестного вещества.
- 5 Изобразите примерную дериватограмму соответствующую процессу:
Sn(тв) Sn(ж)
(Привести кривые DTA, TG, DTG).
- 6 Согласно теории пересыщения Рогинского источником активного состояния твердого тела (ТТ) являются:
 - 1) Неустойчивая структурная форма ТТ



2) Наличие неравновесных дефектов в ТТ

3) Примеси в ТТ

4) Дисперсность ТТ

5) Степень превращения ТТ

7 Кремний является ковалентным кристаллом со структурным типом алмаза. Каковы его основные свойства?

Температуры плавления (высокая или низкая)

Тип проводимости (электронный или ионный)

Механические свойства (твердость. пластичность)

8 Какой из методов позволяет определить химический состав вещества.

а) ДСК

б) РСА

в) ЭПР

г) РФЭС

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Часть 1. База заданий открытого типа с развёрнутым ответом и план ответа

Задание 1. Объект и предмет химии твердого тела (УК-6).

План ответа: Цели и задачи химии твердого тела. Основные направления развития. Особенности химии твердого тела.

Задание 2. Строение твердого тела. Структурные типы (УК-6).

План ответа: Общие отличия строения и свойств твердых веществ от газов и жидкостей. Классификация твердых веществ. Кристаллические твердые тела. Монокристаллическое, поликристаллическое и нанокристаллическое состояния твердых веществ. Строение кристаллических твердых веществ. Строение аморфных твердых тел. Стеклообразное состояние вещества.

Задание 3. Типы связей в твердом теле (УК-6)..

План ответа: Кристаллы с ионными и ковалентными решетками. Металлы и сплавы. Интерметаллические соединения. Кристаллы с участием водородных и Ван-дер-ваальсовых связей.

Задание 4. Стабильность кристаллических структур (УК-6).

План ответа: Устойчивость кристаллических структур. Правила Полинга.

Задание 5. Типы дефектов в кристаллах (УК-6).

План ответа: Совершенные и несовершенные кристаллы. Дефекты. Типы дефектов. Влияние дефектов на свойства твердых тел.

Задание 6. Точечные дефекты, их виды (УК-6).

План ответа: Дефектообразование и нестехиометрия кристаллов. Дефекты по Шоттки и Френкелю. Нейтральные и заряженные точечные дефекты. Взаимодействие точечных дефектов. Ассоциаты дефектов. Влияние точечных дефектов на свойства неорганических веществ.

Задание 7. Метод квазихимических уравнений (УК-6).

План ответа: Квазихимический метод описания равновесия точечных дефектов.

Задание 8. Линейные дефекты (УК-6).

План ответа: Дислокации в кристаллах, основные виды. Причины возникновения дислокаций. Движение дислокаций. Взаимодействие дислокаций. Влияние дислокаций на свойства кристаллов.

Задание 9. Двумерные и трехмерные дефекты (УК-6).

План ответа: Дефекты упаковки. Границы блоков и антифазные домены (границы). Поверхность кристалла. Включения поры, трещины.

Задание 10. Виды твердофазных взаимодействий и условия их протекания (УК-6).

План ответа: Теория твердофазных взаимодействий Вагнера. Термодинамические оценки возможности прохождения химических реакций с участием твердых тел. Термодинамические функции различных процессов с участием твердых тел.

Задание 11. Метод фазовых диаграмм (УК-6).

План ответа: Основы метода фазовых диаграмм, Правило фаз, правило рычага, Особые точки на диаграммах.

Задание 12. Особенности кинетики твердофазных реакций (УК-6).

План ответа: Общие закономерности скорости гетерогенных химических процессов с участием твердых тел. Элементарные кинетические стадии процессов. Роль массопереноса. Модели процессов, лимитируемых диффузионными и кинетическими стадиями.

Задание 13. Кинетические модели твердофазных превращений (УК-6).

План ответа: Основные кинетические модели твердофазных превращений. Модель Яндера, условия ее применимости. Недиффузионные кинетические модели.

Задание 14. Методы синтеза в химии твердого тела (УК-6).

План ответа: Синтез путем твердофазных реакций. Экспериментальное осуществление, роль температуры. Гидротермальные методы синтеза твердых веществ. Применение различных физических (ультразвукового, микроволнового и др.) воздействий при синтезе твердофазных веществ.

Задание 15. Химические методы гомогенизации исходной смеси (УК-6).

План ответа: Методы интенсификации твердофазных процессов: диспергирование исходных веществ, методы химической гомогенизации. Совместное осаждение компонентов из растворов. Криохимический синтез и распылительная сушка. Золь-гель процесс.

Задание 16. Методы получения монокристаллов (УК-6).

План ответа: Выращивание из расплавов и растворов. Методы Чохральского и Бриджмена-Стокбаргера. Зонная плавка. Выращивание из газовой фазы. Газоплазменный метод Вернейля.

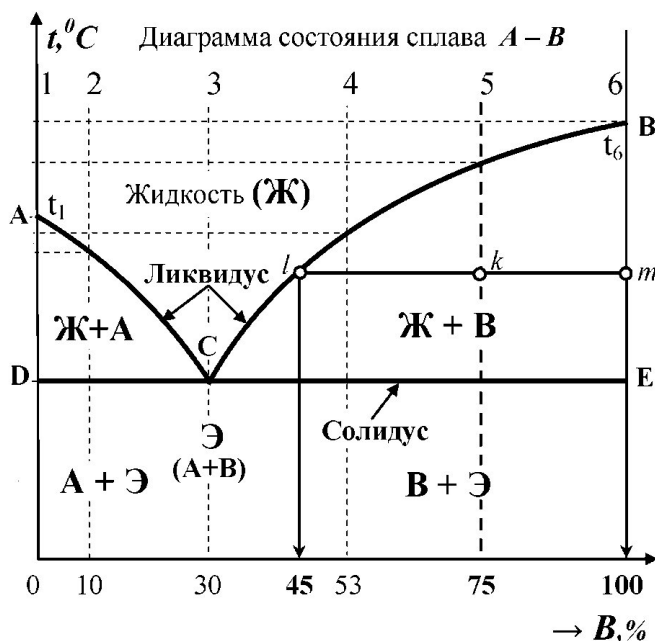
Задание 17. Дифракционные методы исследования твердых тел (УК-6).

План ответа: Метод порошка, научные основы и применение. Идентификация веществ по рентгенограммам, рентгенофазовый анализ. Общие представления о структурном анализе по порошковым данным. Рентгенографическое исследование монокристаллов.

Часть 2. База вопросов открытого типа: задачи.

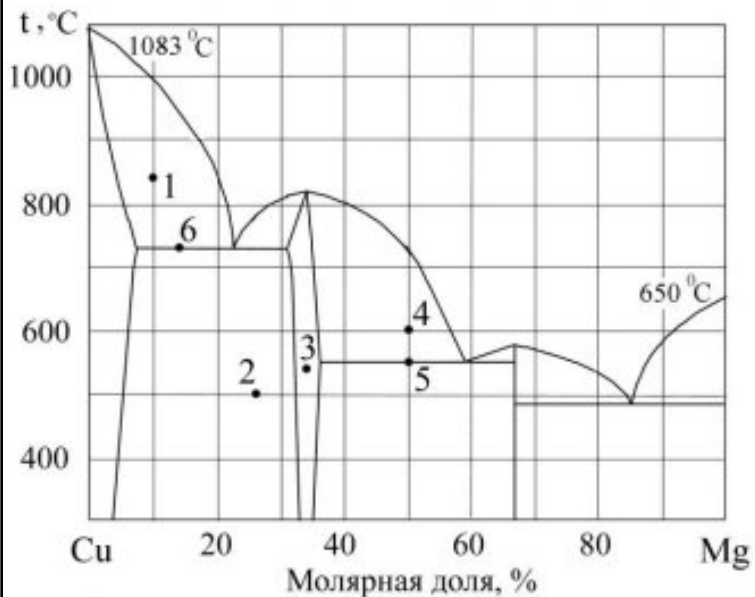
Задание 18. Найти энергию кристаллической решетки хлорида кальция, если известно: 243 кДж/моль (энергия связи Cl_2); 590 кДж/моль (энергия ионизации кальция); -349 кДж/моль (средство к электрону атома хлора); -795 кДж/моль (энтальпия образования хлорида кальция); 178 кДж/моль (энтальпия сублимации кальция) (УК-6).

Задание 19. Постройте кривые охлаждения для составов 0, 10, 30, 53, 75 и 100 % В, используя фазовую диаграмму сплава А-В (УК-6).

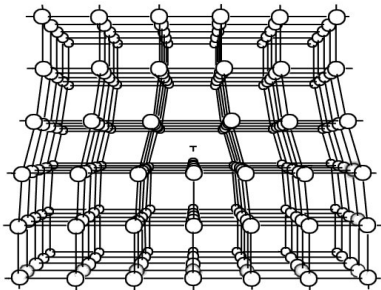


Задание 20. Напишите квазихимическое уравнение для $AgCl$, два дефекта – атом серебра в междоузлии и вакансия на месте серебра. (УК-6).

Задание 21. Для точки 2 на диаграмме Си-Mg найти следующие характеристики: исходный состав системы в ат. %, число фаз в точке, наименование фаз, состав каждой фазы в ат. %, относительное количество фаз от общей массы, температуры начала и конца кристаллизации, число степеней свободы системы, если число внешних факторов равно 1 (УК-6).



Задание 22. Построить контур Бюргенса. Куда направлен вектор Бюргенса? (УК-6)



Задание 23. Сплав олова со свинцом содержит 10% (масс.) олова. Найти массу эвтектики в 1 кг твердого сплава, если эвтектика включает 64% (масс.) олова? (УК-6)

Пример экзаменационного билета

Билет № 1

- 1 Виды дефектов в кристаллах.
 - 2 Активное состояние твердого тела (что такое, чем характеризуется, как достигается?)
 - 3 Объясните, что означает запись: .
 - 4 Керамический метод синтеза
 - 5
 - 6
- Описать точку E на фазовой диаграмме (название, свойства, состав).

Какой процесс соответствует приведенной дериватограмме.

1) Плавление

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»



- 2) Разложение с образованием газообразного продукта
- 3) Разложение с образованием твердых продуктов
- 4) Окисление с образованием газообразного продукта
- 5) Реакция типа $A(тв) + B(тв) \rightarrow C(тв)$

6.4. Критерии оценивания

Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по данной дисциплине представляет собой экзамен, который проводится в письменной форме по билетам.

Критерии оценки ответа на экзамене

Экзамен проводится в письменном виде. Состоит из 2 частей.

1 часть – студент отвечает на два вопроса из списка экзаменационных вопросов. Продолжительность – 30 минут.

Максимальное количество баллов за выполнение заданий – 8 баллов.

2 часть – студент решает три задачи из заданий открытого типа. Продолжительность – 30 минут.

Максимальное количество баллов за выполнение заданий – 12 баллов.

Максимальный балл – 20 баллов.

Итоговая оценка ставится по сумме баллов:

"отлично" - 18- 20 баллов;

"хорошо" - 16- 17 баллов;

"удовлетворительно" - 12- 15 баллов;

"неудовлетворительно" - менее 12 баллов.

Дополнительные материалы и оборудование

При выполнении заданий промежуточной аттестации экзаменуемый имеет право пользоваться:

- ~ таблицей химических элементов Д.И. Менделеева,
- ~ калькулятором,
- ~ таблицей растворимости,
- ~ справочниками физико-химических величин,
- ~ фазовыми диаграммами двухкомпонентных систем.

Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Ответ на вопросы 1 части (заданий открытого типа с развёрнутым ответом) оценивается от одного до четырех баллов:

4 балла ставится за полный, краткий и правильный ответ, материал изложен химически грамотным языком. Студент владеет терминологией и номенклатурой, имеет представление об особенностях твердофазных взаимодействий, умеет применять законы химии для объяснения конкретных явлений, умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать факты.

3 балла. Ответ полный и правильный, но допущены несущественные ошибки в терминологии.

2 балла. Студент ответил на вопрос, но при этом допущена существенная ошибка или ответ не полный.

1 балл. Студент ответил на вопрос, но не владеет химической терминологией и номенклатурой, допускает грубые ошибки в истолковании и употреблении химических понятий.

0 баллов. Студент не ответил на вопрос, либо ответ полностью неверный.

Ответ на задания 2 части (задания открытого типа: задачи) оценивается от одного до четырех баллов:

4 балла ставится за верно решенную задачу. Студент показал верную последовательность действий при решении, указал единицы измерений и получил верный ответ.

3 балла. Студент верно решил задачу, но пропустил при решении часть шагов, не указал единицы измерений величин.

2 балла. Студент неверно решил задачу, но при решении верно указал фундаментальные закономерности и законы.

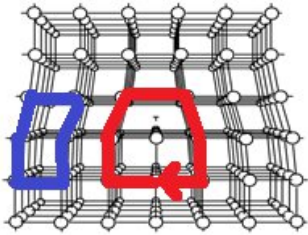
1 балл. Студент неверно решил задачу, но понимает, какую величину требуется найти. Не владеет необходимыми знаниями для решения задачи.

0 баллов. Студент не решил задачу, ответ полностью неверный.

Ключи и критерии к оцениванию заданий открытого типа: задачи

№ задания	Верный ответ	Критерии
18	Записано уравнение образования $CaCl_2$ $Ca(тв) + Cl_2(г) \rightarrow CaCl_2(тв), \Delta H_f^\circ = -795 \text{ кДж/моль}$ Процесс по стадиям Сублимация кальция $Ca(тв) \rightarrow Ca(г),$ $\Delta H_1 = +178 \text{ кДж/моль}$ Ионизация кальция $Ca(г) \rightarrow Ca^{2+}(г) + 2e^-,$	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки в стадиях реакции 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, отсутствует ряд стадий, перепутаны тепловые эффекты, перепутаны стадии 1 б – при решении не использован цикл

	$\Delta H_2 = +590$ кДж/моль Диссоциация хлора $\text{Cl}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{Cl}(\text{г})$, $\Delta H_3 = +243$ кДж/моль Сродство хлора к электрону $2\text{Cl}(\text{г}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{г})$, $\Delta H_4 = 2 \times (-349) = -698$ кДж/моль Образование кристаллической решётки $\text{Ca}_2(\text{г}) + 2\text{Cl}^-(\text{г}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{тв})$, $\Delta H_5 = -U$, где U — искомая энергия кристаллической решётки. Уравнение цикла Борна — Габера: Сумма энтальпий всех стадий равна энтальпии образования CaCl_2 : $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 = \Delta H_f^\circ$ Подставлены значения: $178 + 590 + 243 - 698 - U = -795$ $U = 1108$ кДж/моль	Борна-Габера 0 б – ответ полностью неверный
19	<p>Кривые охлаждения</p> <p>Содержание компонента $B, \%$</p> <p>Время, c</p>	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки в температурах перегибов на кривых охлаждения 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, отсутствуют плато на кривых охлаждения 1 б – при решении не использованы ключевые понятия: температуры фазовых переходов, эвтектики, перепутаны A и B 0 б – ответ полностью неверный
20	$\text{Ag}_{\text{Ag}}^x + \text{Cl}_{\text{Cl}}^x = \text{Ag}_i^+ + \text{V}_{\text{Ag}}'$	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки в зарядах и межстрочных индексах 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, перепутаны левая и правая часть уравнений, отсутствуют подстрочные или надстрочные индексы 1 б – при решении не использованы обозначения Винка-Крегера 0 б – ответ полностью неверный
21	Для точки 2. Исходный состав системы в ат. % Mg: 2 Число фаз в точке: 2 Наименование фаз: α и γ Состав каждой фазы в ат. % Mg: $\alpha=6$ и $\gamma=32$ Относительное количество фаз от общей массы: $\alpha/\text{общ.} = 27\%$ и $\gamma/\text{общ.} = 73\%$ Температуры начала и конца кристаллизации, °C: 780 и 722 Число степеней свободы системы, если число внешних факторов равно 1: 1.	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки при нахождении 1-2 параметров 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, определено другое число фаз, перепутаны температуры начала и конца кристаллизации 1 б – при решении не использована фазовая диаграмма 0 б – ответ полностью неверный
22	Выбран фрагмент элементарной ячейки без дефекта, построен контур. Для построения использованы 6	4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки при построении

	<p>шагов. Выбран фрагмент элементарной ячейки с дефектом, построен контур. Для построения использованы 7 шагов. 7ой шаг обозначен вектором – это вектор Бюргенса, вектор сдвига.</p> 	<p>контура либо не построен контур для фрагмента элементарной ячейки без дефекта. 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, не найден вектор Бюргенса, контуры не замкнуты 1 б – при решении не использована элементарная ячейка 0 б – ответ полностью неверный</p>
23	<p>Составлено уравнение по массе олова:</p> <p>олово в исходном сплаве = олово в эвтектике + олово в остаточном растворе.</p> $0,1=0,64 \cdot m_{эвт} + 0 \cdot (1 - m_{эвт})$ <p><i>(остаточный раствор не содержит олова — упрощение для эвтектической системы)</i></p> $m_{эвт} = 0,15625 \text{ кг}$	<p>4 б – совпадение с верным ответом 3 б – допущены ошибки в математических расчетах 2 б – при решении допущены грубые ошибки, например, не использована эвтектика, не использован состав системы 1 б – при решении не использованы данные фазовой диаграммы Sn-Pb 0 б – ответ полностью неверный</p>

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

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Ковалев И. Н., Белая Е. А., Викторов В. В.	Физические методы исследования в химии твердого тела: учебно-методическое пособие	Челябинск: [Издательство ЮУрГГПУ], 2017	
Л2.2	Мелихов И. В.	Физико-химическая эволюция твердого вещества	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, [2014]	
Л2.3	Третьяков Ю. Д.	Твердофазные реакции	Москва: Химия, 1978	
Л2.4	Кнотько А. В., Пресняков И. А., Третьяков Ю. Д.	Химия твердого тела: учебное пособие	Москва: Академия, 2006	

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: http://e.lanbook.com/ .			
Э2	Юрайт [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: https://biblio-online.ru			
Э3	Znanium.com [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: http://znanium.com/ .			
Э4	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp .			



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

Рабочая программа дисциплины "Основы химии твердого тела" по направлению подготовки (специальности)
04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная
химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 9

Э5 Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс] : объединенный электронный каталог фондов
русских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>.

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная
библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст :
электронный.

2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) :
объединенный электронный каталог фондов русских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из
читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.

3. Президентская библиотека (<https://www.prlib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная
библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – СанктПетербург, 2009 – . – URL:
<https://www.prlib.ru/>. – Текст : электронный.

4. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база
данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

5. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. –
Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

6. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск,
1992.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:

Основное оборудование: учебная мебель, доска ученическая обычная, настенная, учебно-наглядные пособия
(Периодическая таблица Д.И. Менделеева, Мультимедийная презентация), мультимедийное интерактивное оборудование:
мультимедийный проектор, экран с электроприводом, акустическая система.

2. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых консультаций,
индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации

Основное оборудование: учебная мебель, доска ученическая обычная, настенная, мультимедийный комплекс
аудитория № 304

Основное оборудование: специализированная эргономичная мебель для работы за компьютером. Автоматизированные
рабочие места на 11 обучающихся, 1 преподавателя. 12 ПК с лицензионным программ-ным обеспечением.
Магнитно-маркерная доска. Интерактивная доска SMARTBoard 660 диагональ 64"/162/6см. Проектор INFOCUS IN 36.
Акустиче-ская система 2.0 Sven SPS-678.

Программное обеспечение: MS Windows XP Profes-sional SP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные.

Партия № РС545926 от 20.12.2007г.

MS Office 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г.

MS Windows 7 Professional. Лицензии бессрочные.

Лицензия № 48382516 от 10.11.2010г.

MS Office 2010. Лицензии бессрочные. Лицензия № 48382516 от 10.11.2010г.

MS Windows 10. Лицензии бессрочные.

Гос. Контракт № АЭ-44/57/18 от 30.10.2018г.

MS Office 2016. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № АЭ-44/57/18 от 30.10.2018г.

Основное оборудование: учебная мебель, доска ученическая обычная, настенная, мультимедийное интерактивное
оборудование: мультимедийный проектор, экран с электроприводом, акустическая система.

3. Помещение для самостоятельной работы

3.1 Читальный зал № 1



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

Рабочая программа дисциплины "Основы химии твердого тела" по направлению подготовки (специальности)
04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная
химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 10

Основное оборудование: Количество посадочных мест – 50. 5 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД. Учебная мебель, кондиционер.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 10 Pro. (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18)

Microsoft Office 2016 Pro (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18)

КонсультантПлюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения пра-вовой информации)

ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный дого-вор № 1013/К-2773 от 11.12.2018г.)

3.2. Информационно-библиографический отдел

Основное оборудование: количество посадочных мест – 24. Учебная мебель, 7 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД.

Программное обеспечение: Microsoft Windows Pro-fessional 7 Russian Academic OPEN No Level (СВТ (ОАО ЦЕНТР) 18.02.10. Номер лицензии 46536280)

Microsoft Windows Professional 7 Russian Academic OPEN No Level (Договор № АЭ-61/10)

Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Aca-demic OPEN 1 License No Level (Договор № АЭ-23/12, номер лицензии 60411804)

КонсультантПлюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации)

НЭБ (Договор № 101/НЭБ/2810 от 20.02.2018)

ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2018г.)

3.3 аудитория № 304

Основное оборудование: специализированная эргономичная мебель для работы за компьютером. Автоматизированные рабочие места на 11 обучающихся, 1 преподавателя. 12 ПК с лицензионным программным обеспечением. Магнитно-маркерная доска. Интерактивная доска SMARTBoard 660 диагональ 64"/162/6см. Проектор INFOCUS IN 36. Акустическая система 2.0 Sven SPS-678.

Программное обеспечение: MS Windows XP Profes-sional SP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные.

Партия № РС545926 от 20.12.2007г.

MS Office 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г.

MS Windows 7 Professional. Лицензии бессрочные.

Лицензия № 48382516 от 10.11.2010г.

MS Office 2010. Лицензии бессрочные. Лицензия № 48382516 от 10.11.2010г.

MS Windows 10. Лицензии бессрочные.

Гос. Контракт № АЭ-44/57/18 от 30.10.2018г.

MS Office 2016. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № АЭ-44/57/18 от 30.10.2018г.

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

Дисциплина «Основы химии твердого тела» относится к общепрофессиональному блоку дисциплин и призвана формировать у студентов основные знания и навыки необходимые для понимания сущности химических процессов в твердом теле, формировать естественно-научное мировоззрение. Основные этапы изучения данного курса приведены в соответствие с структурой химической науки: изучение основ строения твердых тел, ознакомление с основными закономерностями протекания химических реакций, ознакомление с основными методами исследования твердых веществ, применение твердофазных материалов в человеческой деятельности.

В формировании у студентов знаний, умений и навыков существенное значение имеет теоретическое обучение, основная цель которого дать обучаемым знания, которые позволили бы им осуществить практическое обучение, т.е. обеспечить базу для получения практических умений и навыков. Теоретические знания студенты получают при проведении теоретических видов занятий или при самостоятельном изучении теоретических вопросов. При этом наиболее характерным для теоретических видов занятий являются: целевая установка на изучение нового теоретического материала. Обучение проводится в учебных аудиториях, обеспечивающих возможность иллюстрации учебного материала

Обучение дисциплине «Основы химии твердого тела» осуществляется посредством чтения лекций, а также самостоятельной работой студентов.

В ходе изучения дисциплины применяется как вид теоретического занятия - самостоятельная работа студентов. Роль преподавателя при этом заключается в организации самостоятельной работы студентов, в обучении их методам



самостоятельного изучения вопросов теории. Эта организация заключается в определении задания, сроков исполнения, осуществлении контроля и оценке результатов изучения учебного материала.

Основными видами самостоятельной работы являются: работа с печатными источниками информации (конспектом, книгой, документами), работа с компьютерными автоматизированными курсами обучения и с интернет-ресурсами. При изучении дисциплины основную долю отводимого на самостоятельную работу времени занимает работа с конспектом лекций и другой печатной информацией. При этом роль преподавателя заключается в обучении студентов осуществлению поиска и подборе необходимой литературы, если она не задана, как эффективно ее читать и находить основные положения, выделить главный материал, составлять схемы, таблицы, отражающие содержание прочитанного текста.

Особое значение имеет наличие у выпускников навыков и умений самостоятельно получать знания из различных источников информации, систематизировать и анализировать полученную информацию. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через подготовку к лабораторным, семинарским, практическим занятиям. При этом самостоятельная работа студента играет важную роль в ходе всего учебного процесса. При изучении дисциплины основную долю отводимого на самостоятельную работу времени занимает работа с конспектом лекций, учебниками, учебными пособиями и методическими указаниями. А потому студентам необходимо оптимально использовать времени, отведенное на самостоятельную работу.

Целесообразно посвящать до получаса в день изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для лучшего и полного усвоения материала учебной дисциплины рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, тексты лекций, а также электронные ресурсы, имеющиеся в системе ЭБС, доступ к которым обеспечен в читальных залах университета. Теоретический материал курса становится более понятным, если дополнительно студентом изучаются книги, учебники по данной учебной дисциплине. Полезно использовать несколько учебников, рекомендованных преподавателем.

При изучении химических дисциплин настоятельно рекомендуется «не заучивать» материал, а добиться максимального понимания изучаемой темы дисциплины. При изучении теоретического материала необходимо многократно писать на черновике формулы, реакции и графики до полного их запоминания.

Основными видами самостоятельной работы являются: работа с бумажными источниками информации (конспектом, книгой, методическими указаниями), работа с компьютерными автоматизированными курсами обучения. При изучении дисциплины основную долю отводимого на самостоятельную работу времени занимает работа с конспектом лекций, учебниками, учебными пособиями и методическими указаниями. При этом роль преподавателя заключается в обучении студентов осуществлению поиска необходимой литературы, выборе основного материала.

Организуя самостоятельное изучение теории, преподаватель должен четко разъяснить задание (цель изучения материала, содержание задания, способы выполнения и приемы самоконтроля). Следует указать, на каких вопросах следует остановиться более подробно, какой материал необходимо выучить, а с каким только ознакомиться. Это помогает студентам успешнее изучить требуемый материал, плодотворно использовать отведенное время. Задание должно соответствовать целям обучения. При организации самостоятельной работы необходимо в процессе консультирования помогать студентам овладеть всеми приемами самостоятельной работы, способствовать повышению ее качества.

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.).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

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 к помощи 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.

