

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1159005	Физическая химия высокотемпературных неметаллических материалов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Технология высокотемпературных неметаллических конструкционных и функциональных изделий и наноматериалов	Код ОП 1. 18.04.01/33.07
Направление подготовки 1. Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 1. 18.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кашеев Иван Дмитриевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	химической технологии керамики и огнеупоров

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Физическая химия высокотемпературных неметаллических материалов**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль направлен на формирование профессиональных компетенций в области контроля технологического процесса производства и службы высокотемпературных неметаллических материалов. Дисциплина «Физическая химия дисперсных систем» направлена на формирование представления об особенностях поведения дисперсных частиц, в частности, обсуждаются термодинамические и кинетические факторы, стабилизации дисперсных систем, рассматриваются вопросы кинетики коагуляции коллоидов. Обсуждаются вопросы фазового разделения в силикатных системах. Приводятся элементарные сведения из термодинамики необратимых процессов. Дисциплина «Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы» направлена на формирование знаний по влиянию физико-химических процессов массопереноса на формирование макроструктуры и свойства изделий. Дисциплина «Нanomатериалы и нанотехнологии» направлена на формирование комплекса базовых знаний и умений, позволяющих ориентироваться в терминологии и направлениях нанотехнологии как совокупности технологических методов, применяемых для изучения, проектирования и производства материалов, устройств и систем, включая целенаправленный контроль и управление строением, химическим составом и взаимодействием составляющих их отдельных элементов нанодиапазона.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Нanomатериалы и нанотехнологии	3
2	Физическая химия дисперсных систем	4
3	Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы	3
ИТОГО по модулю:		10

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Методы и практика научных исследований2. Технология стекла3. Технология керамики4. Служба огнеупоров5. Строительные композиты на основе минеральных вяжущих веществ6. Технология материалов и изделий электронной техники

--	--

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Нanomатериалы и нанотехнологии	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</p>
Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p>

		<p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общинженерных наук</p> <p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p>
<p>Физическая химия дисперсных систем</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общинженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общинженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общинженерных наук</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Наноматериалы и нанотехнологии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Дружинин Константин Владеленович	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра химической технологии керамики и огнеупоров

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20220331-01 от 31.03.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Физико-химические свойства наноматериалов	Понятие размерного эффекта в наноматериалах. Кластеры и наночастицы. Термодинамика малых систем. Принципы самоорганизации. Понятия внутреннего и внешнего размерных эффектов. Дискретные состояния и зонная структура. Размерные эффекты и симметрия в квантовых структурах. Работа выхода, потенциал ионизации, ширина запрещенной зоны, электронная структура в наночастицах. Оптические спектры нанокластеров. Зависимость теплоемкости, параметров кристаллической решетки, температуры фазовых переходов от размеров частиц. Электрические свойства наноматериалов. Магнитные и ферромагнитные характеристики наноматериалов. Оптические характеристики наносред. Механические характеристики дисперсных сред. Химические свойства наноматериалов. Нанокатализ. Биологически активные свойства наноматериалов. Защита наноматериалов от внешних воздействий.
2	Методы аттестации наноматериалов	Наноинструменты. Микроскопические исследования. Сканирующая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Аналитическая электронная микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Мультифункциональная микроскопия. Лазерная сканирующая конфокальная микроскопия. Дифракционные методы: рентгенография, дифракция нейтронов. Рентгенофлуоресцентная спектроскопия. Масс-спектрометрия. Фотоэлектронная спектроскопия. Сравнительные возможности методов анализа размерных

		характеристик, элементного и фазового состава, изучения морфологии поверхности.
3	Технологические основы изделий нанoeлектроники	<p>Предпосылки перехода от микро- к нанoeлектронике. Кванторазмерные эффекты. Простейшие виды низкоразмерных объектов. Энергетический спектр электронов и плотность электронных состояний в низкоразмерных областях. Полупроводниковые сверхрешетки. Одноэлектронные устройства. Явления и устройства спинтроники. Устройства и принципы молекулярной электроники. Молекулы проводники и молекулы изоляторы. Молекулы – диоды. Молекулы – транзисторы. Молекулярные элементы памяти.</p> <p>Технологические подходы к изготовлению наноструктурных элементов. Формирование квантовых точек посредством эпитаксии. Использование массивов квантовых точек в приборных структурах. Оптическая нанолитография. Электронно-лучевая нанолитография. Рентгенолитография. Ионолитография. Импринт-литография. Зондовые нанотехнологии. Нанолитография на основе атомно-силовой микроскопии. Методы получения нанотрубок. Свойства нанотрубок. Применение нанотрубок в нанoeлектронике. Формирование нанопроволок. Нанотранзисторы. Нанофотоника. Устройства и перспективы развития молекулярной электроники.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Нanomатериалы и нанотехнологии

Электронные ресурсы (издания)

1. Гусев, А. И.; Нanomатериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859> (Электронное издание)
2. Елисеев, А. А.; Функциональные наноматериалы : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876> (Электронное издание)
3. ; Нanomатериалы: свойства и перспективные приложения : монография.; Научный мир, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468346> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Мальцев, П. П.; Нanomатериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мировые достижения за 2005 год : сборник.; Техносфера, Москва; 2006 (8 экз.)
2. Гусев, А. И.; Нanomатериалы, наноструктуры, нанотехнологии; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2009 (6 экз.)
3. Рыжонков, Д. И., Левина, В. В., Дзидзигури, Э. Л.; Нanomатериалы : учеб. пособие.; БИНОМ.

Лаборатория знаний, Москва; 2008 (6 экз.)

4. Звонарев, С. В., Шульгин, Б. В.; Функциональные и конструкционные наноматериалы : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 11.04.04 "Электроника и наноэлектроника" .; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.ximuk.ru>

Каталог изданий Свердловской электронной библиотеки по химии и технике. Режим доступа: <http://rushim.ru/books/physchemie/physchemie.htm>

Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Электроника. Радиотехника. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=1491

Поисковая система по химии CWM Global Search. Химико-технологический факультет СамГТУ . Режим доступа: <http://chem.samgtu.ru/node/79>

Алхимик. Сайт кафедры неорганической химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/>

Электронная справочно-информационная система «Химический ускоритель». Иркутский государственный университет. Режим доступа: <http://www.chem.isu.ru/leos/>

Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet . Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не используются

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наноматериалы и нанотехнологии

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физическая химия дисперсных систем

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Дружинин Константин Владеленович	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра химической технологии керамики и огнеупоров

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20220331-01 от 31.03.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Дисперсные системы	Классификация дисперсных систем. Дисперсность частиц и поверхностное натяжение
2	Устойчивость дисперсных систем	Термодинамическое рассмотрение. Кинетические факторы стабилизации пен и эмульсий
3	Кинетика коагуляции коллоидов	Теория быстрой кинетической коагуляции по Смолуховскому. Медленная перекинетическая коагуляция. ОртокINETическая коагуляция коллоидов
4	Кристаллизация в силикатных системах	Основы теории кристаллизации. Влияние твёрдых поверхностей на образование зародышей. Режимы процесса кристаллизации. Кинетика поверхностной кристаллизации. Кинетика объёмной кристаллизации. Получение ситаллов
5	Ликвация в силикатных системах	Стабильная и метастабильная ликвация. Термодинамика процессов ликвации. Энергия Гиббса идеального раствора. Биодальный и спинодальный механизмы распада. Влияние природы катионов на ликвацию силикатов. Методы изучения ликвации
6	Термодинамика необратимых процессов	Основные сведения термодинамики. Элементы термодинамики необратимых процессов. Метод Онзагера. Перенос тепла через барьер

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия дисперсных систем

Электронные ресурсы (издания)

1. Дерябин, В. А., Кулешов, Е. А.; Физическая химия дисперсных систем : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/66609.html> (Электронное издание)
2. Нестеров, А. А.; Дисперсные системы : учебное пособие.; Издательство Южного федерального университета, Ростов-на-Дону; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/87641.html> (Электронное издание)
3. Романков, П. Г.; Массообменные процессы химической технологии : учебное пособие.; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=99360> (Электронное издание)
4. Романков, П. Г.; Сушка во взвешенном состоянии: Теория, конструкция, расчет : монография.; Издательство "Химия", Ленинград; 1968; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233647> (Электронное издание)
5. Бретшнайдер, С., Романков, П. Г.; Свойства газов и жидкостей: инженерные методы расчета : практическое пособие.; Химия, Москва, Ленинград; 1966; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=449985> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Щукин, Е. Д., Перцов, А. В., Амелина, Е. А.; Коллоидная химия : учебник для студентов вузов по специальности "Химия" и направлению "Химия".; Высшая школа, Москва; 2004 (258 экз.)
2. Фролов, Ю. Г.; Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для вузов.; Альянс, Москва; 2004 (59 экз.)
3. Волокитин, Г. Г., Горленко, Н. П., Гузеев, В. В., Клопотов, А. А., Романов, Б. П., Козлов, Э. В.; Физико-химические основы строительного материаловедения : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению 653500 - "Стр-во".; АСВ, Москва; 2004 (7 экз.)
4. Шабанова, Н. А., Попов, В. В., Саркисов, П. Д.; Химия и технология нанодисперсных оксидов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Хим. технология неорган. веществ" и "Хим. технология тугоплавких неметал. и силикат. материалов".; Академкнига, Москва; 2007 (8 экз.)
5. Пивинский, Ю. Е.; Неформованные огнеупоры : [справочник]. Т. 1, кн. 1. Общие вопросы технологии; Теплотехник, Москва; 2004 (6 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не используются

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия дисперсных систем

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
--	--	--	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Процессы массопереноса в системах с
участием твердой фазы

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кащеев Иван Дмитриевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	Кафедра химической технологии керамики и огнеупоров

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20220331-01 от 31.03.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Понятие массопереноса вещества в неравновесных термодинамических системах из одной фазы в другую
2	Классификация массообменных процессов	Классификация массообменных процессов на основе закономерностей твердофазных процессов. Основы массопередачи. Механизм и движущая сила массообменных процессов. Основные законы массопередачи. Практические расчеты с использованием второго закона Фика.
3	Химическое взаимодействие твердой фазы с расплавом	Макрокинетика процессов растворения. Химическое взаимодействие твердого тела с жидкостью. Основные закономерности процесса растворения
4	Кинетика гетерогенных процессов	Лимитирующая стадия процессов в гетерогенных системах. Кинетическая и диффузионная области взаимодействия. Методы исследования процессов растворения, происходящих в диффузионной области. Влияние состава и свойств расплавов на процессы взаимодействия с твердой фазой. Влияние вязкости расплавов на взаимодействие с твердой фазой. Влияние температуры на вязкость расплава. Зонаобразование при спекании.
5	Процессы переноса вещества в гетерогенных системах, содержащих твердую фазу	Массоперенос в технологических процессах. Процессы массообмена на границе фаз «твердое – жидкое». Спекание твердых тел с участием жидкой фазы: спекание нереагирующей твердожидкой системы; спекание реагирующей твердожидкой системы. Процессы массопереноса при образовании клинкера. Процессы

		массопереноса при гидратации; взаимодействие стекла с водой. Кинетическая модель растворения. Массоперенос в твердофазных реакциях с участием газовой фазы.
--	--	---

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы

Электронные ресурсы (издания)

1. Тимакова, Е. В.; Физическая химия: химическая термодинамика : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576766> (Электронное издание)
2. Романков, П. Г.; Массообменные процессы химической технологии : учебное пособие.; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=99360> (Электронное издание)
3. Орлова, , А. М.; Химия силикатов : учебное пособие.; Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, Москва; 2010; <http://www.iprbookshop.ru/16384.html> (Электронное издание)
4. Гершанов, В. Ю.; Нелинейные нестационарные эффекты в процессах массопереноса : монография.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445310> (Электронное издание)
5. Бушуева, , Н. П.; Физическая химия силикатов : учебное пособие.; Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, Белгород; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/80451.html> (Электронное издание)
6. Рубцова, , В. Н.; Физическая химия силикатов : методические указания к лабораторным работам.; Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, Оренбург; 2008; <http://www.iprbookshop.ru/21695.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Кащеев, И. Д., Дерябин, В. А.; Полиморфизм в оксидных материалах; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001 (31 экз.)
2. Бобкова, Н. М., Силич, Л. М., Терещенко, И. М.; Сборник задач по физической химии силикатов и тугоплавких соединений : Учеб. пособие для вузов.; Университетское, Минск; 1990 (21 экз.)
3. Горшков, В. С., Савельев, В. Г., Федоров, Н. Ф.; Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений : учебник для вузов по специальности "Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов"; Высшая школа, Москва; 1988 (48 экз.)
4. , Пашенко, А. А.; Физическая химия силикатов : [учебник для вузов по специальности "Химическая технология вяжущих материалов", "Химическая технология керамики".; Высшая школа, Москва; 1986 (10 экз.)
5. Швыдкий, В. С., Дзюзер, В. Я., Ильичев, С. С.; Решение задач конвективного тепломассопереноса в

среде Flotran : [учеб. пособие].; АМБ, Екатеринбург; 2010 (11 экз.)

6. Телегин, А. С., Ярошенко, Ю. Г.; Тепломассоперенос : учебник для вузов.; Академкнига, Москва; 2002 (147 экз.)

7. Телегин, А. С.; Термодинамика и тепломассоперенос : [учебник для вузов по специальности "Теплотехника и автоматизация металлург. печей"].; Металлургия, Москва; 1980 (9 экз.)

8. Брюханов, О.Н.; Тепломассообмен : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Стр-во"; ИНФРА-М, Москва; 2012 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Научная электронная библиотека elibrary.ru

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:
<http://window.edu.ru/catalog>

Поисковая система Scholar Google. <http://scholar.google.com/>

Зональная научная библиотека УрФУ. <http://lib.urfu.ru/>

Поисковая система Scopus. <http://www.scopus.com/scopus/search/form.url>

Поисковая система Google. <http://www.google.com/>

Поисковая система Science direct. <http://www.sciencedirect.com/>

Информационно-справочная система «Термические Константы Веществ»
<http://www.chem.msu.su/rus/tkv/welcome.html>

База данных NIST о термодинамических и теплофизических свойствах индивидуальных веществ
<http://webbook.nist.gov/chemistry/>

База данных NIMS Materials database http://mits.nims.go.jp/db_top_eng.htm

Термодинамическая база данных для решения задач горения
<http://garfield.chem.elte.hu/Burcat/burcat.html>

База данных по свойствам водных растворов органических веществ
http://geopig.asu.edu/people/A_Plyasunov/Database_of_aqueous_organic_compounds.htm

База данных термодинамических констант чистых веществ NASA Thermo Build
<http://cea.grc.nasa.gov/>

MALT2 (Materials-oriented Little Thermodynamic Database for Personal Computers) -
www.kagaku.com/malt

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы

Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES