

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
1143591	Функциональные неорганические материалы

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Химия	Код ОП 1. 04.04.01/33.02
Направление подготовки 1. Химия	Код направления и уровня подготовки 1. 04.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гусева Анна Федоровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии
2	Кочетова Надежда Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Функциональные неорганические материалы

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль содержит дисциплины: «Композиционные материалы», «Структура и функциональные свойства неорганических соединений». Цель данного модуля – дать представление о современном состоянии материаловедения, о роли материалов в различных областях человеческой деятельности, показать важную роль взаимосвязи различных областей науки: химии, физики и технологии для решения материаловедческих проблем

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	Структура и функциональные свойства неорганических соединений	3
2	Композиционные материалы	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Дефектная структура и свойства функциональных материалов
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Транспортные процессы в твердых телах

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
Композиционные материалы	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов

<p>осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p> <p>Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
<p>ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p>
<p>ПК-1 - Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов решения научно-исследовательских задач в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения поставленных задач и прогнозирования результатов исследования, исходя из наличия материальных и временных ресурсов</p>
<p>ПК-2 - Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук</p>	<p>З-1 - Представлять возможности существующих поисковых систем и электронных библиотек, используемые для поиска химической, в том числе патентной информации</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с поисковыми системами, электронными библиотеками, базами данных по химии и смежным областям</p>
<p>ПК-3 - Способен на основе критического</p>	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных</p>

	<p>анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии или смежных науках</p> <p>У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов в своей профессиональной области</p> <p>П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с учетом практического применения результатов</p> <p>П-2 - Иметь опыт анализа полученных экспериментальных и/или теоретических результатов собственного исследования в сравнении с литературными данными</p>
	<p>ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач</p> <p>У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы целом, материально-технического сопровождения прикладных НИР и НИОКР</p>
<p>Структура и функциональные свойства неорганических соединений</p>	<p>ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p>

	<p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p> <p>Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
<p>ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p>
<p>ПК-1 - Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов решения научно-исследовательских задач в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения поставленных задач и прогнозирования результатов исследования, исходя из наличия материальных и временных ресурсов</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования НИР в целом и отдельных стадий НИР</p>
<p>ПК-2 - Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области</p>	<p>З-1 - Представлять возможности существующих поисковых систем и электронных библиотек, используемые для поиска химической, в том числе патентной информации</p>

	<p>химии и/или смежных наук</p>	<p>У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии и/или смежных наук</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с поисковыми системами, электронными библиотеками, базами данных по химии и смежным областям</p>
	<p>ПК-3 - Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии или смежных науках</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов анализа и систематизации результатов НИР и НИОКР</p> <p>У-2 - Систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализировать ее и сопоставлять с литературными данными</p> <p>П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с учетом практического применения результатов</p>
	<p>ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Структура и функциональные свойства
неорганических соединений

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Анимица Ирина Евгеньевна	доктор химических наук, доцент	Профессор	физической и неорганической химии
2	Кочетова Надежда Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии
3	Селезнева Надежда Владимировна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 8 от 26.04.2019 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Анимица Ирина Евгеньевна, Профессор, физической и неорганической химии
- Кочетова Надежда Александровна, Доцент, физической и неорганической химии
- Селезнева Надежда Владимировна, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

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	Принципы кристаллохимического дизайна. Прогностические подходы к получению новых неорганических соединений с заданными функциональными свойствами	<p>Факторы, обуславливающие формирование структур неорганических соединений: природа химической связи, координационные предпочтения, размерный фактор. Использование ионных радиусов для предсказания простейших структурных типов. Правила Полинга.</p> <p>Условия формирования структурного типа перовскита ABO₃ (влияние размерного фактора, температура и давления). Политипизм перовскитоподобных структур. Структуры двойного перовскита (криолит, эльпасолит), реализация различных типов упорядочения в катионной подрешетке. Перовскитоподобные фазы со структурным разупорядочением в подрешетке кислорода AnBnO_{3n-m}, структурный типа браунмиллерита A₂B₂O₅. Катионодефицитные перовскиты. Изо- и гетеровалентные замещения в перовскитоподобных структурах. Гомологические ряды, образуемые структурами срастания. Факторы, определяющие возможность образования структур срастания.</p> <p>Прогнозирование существования новых сложнооксидных фаз, структурные особенности которых будут обеспечивать формирование требуемых электротранспортных свойств. Примеры.</p>

2	<p>Специфика отклонения от стехиометрии и разупорядочения в сложных оксидах</p>	<p>Разупорядочение в сложнооксидных соединениях, зависимость от природы и энергетики химической связи. Собственное разупорядочение в сложных оксидах (на примере оксидов типа перовскита ABO_3). Гомо- и гетеровалентное допирование, специфические аспекты допирования сложных соединений. Сложные оксиды типа перовскита, допированные акцепторной примесью. Нарушение стехиометрического соотношения атомов металлов $A/B \neq 1$. Перовскитоподобные оксиды со структурным разупорядочением. Влияние парциального давления кислорода на равновесия дефектов в сложных оксидах.</p> <p>Особенности разупорядочения и допирования протонных проводников. Влияние парциального давления паров воды на равновесия дефектов в сложных оксидах типа перовскита. Сложные оксиды с примесным разупорядочением кислородной подрешетки. Сложные оксиды с собственным разупорядочением кислородной подрешетки.</p>
3	<p>Связь электротранспортных свойств с дефектной структурой вещества</p>	<p>Общие принципы связи электропроводности с дефектной структурой вещества (общая проводимость и парциальные проводимости, числа переноса носителей). Транспортные свойства, обусловленные взаимодействием ионной и электронной подсистем, на примерах ионных, электронных и протонных проводников.</p> <p>Подходы к разделению общей проводимости на парциальные вклады и определению чисел переноса носителей. Расчет ионных чисел переноса из экспериментальных данных по зависимости электропроводности от парциального давления кислорода. Экспериментальные методы определения чисел переноса (метод ЭДС, метод Тубандта, поляризационный метод). Примеры обработки экспериментальных данных.</p>
4	<p>Ионный перенос в твердых телах. Электролиты с анионной, катионной и протонной проводимостью</p>	<p>Ионный перенос в твердых телах. Феноменологическое описание. Теоретические модели ионного транспорта.</p> <p>Анионные проводники: фтор-ионные проводники; кислород-ионные проводники; ионные проводники со структурой флюорита; ионные проводники со структурой перовскита, браунмиллерита, пирохлора; материалы семейств LAMOX, BIMEVOX.</p> <p>Катионные проводники: Li-ионные проводники; Na-ионные проводники; материалы с проводимостью по мультивалентным катионам.</p> <p>Протонные проводники. Высокотемпературные протонные проводники со структурой перовскита. Механизмы миграции протонов в высокотемпературных протонных проводниках. Транспортные характеристики высокотемпературных протонных проводников с примесным разупорядочением. Перовскитоподобные протонные проводники со структурным разупорядочением кислородной подрешетки. Структурные особенности. Транспортные свойства. Процессы гидратации. Низкотемпературные протонные электролиты.</p>

		Суперпротонные электролиты. Композитные электролиты и композитный эффект.
5	Прикладные аспекты. Приборы и устройства	Концепция водородной энергетики. Материалы для водородной энергетики. Материалы для микроэлектроники. ХИТы. Сенсоры. Электрохимические конвертеры. Электролизеры. Твердооксидные топливные элементы.
6	Дифракция рентгеновского и нейтронного излучений на нанобъектах	Влияние размера областей когерентного рассеяния (ОКР) на полуширину рефлекса: характеристики дифрактометра и используемые оптические элементы; размер кристаллитов; микронапряжения; искажения решётки; ошибки упаковки; дислокации; антифазные домены; поверхностная релаксация; неомогенность химического состава твёрдых растворов; температурные факторы. Методы расчета параметров микроструктуры. Зависимость формы пика от несовершенства кристаллов (реальные кристаллы). Разделение вкладов от размера кристаллитов и микронапряжений. Метод Вильямсона-Холла. Применение полнопрофильных методов для расчетов микронапряжений и размерных эффектов. Анизотропия микронапряжений. Терморентгенография - методика осуществления рентгендифракционных исследований в широком интервале температур. Принципы термодифракционной химии. Методические приемы съемки экспериментальных данных in situ и результаты термических исследований теплового расширения и фазовых превращений. Программа VESTA для трехмерной визуализации структурных моделей, электронной плотности и морфологии кристаллов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура и функциональные свойства неорганических соединений

Электронные ресурсы (издания)

1. , Шустиков, А. А., Ханнинк, Р., Хилл, А.; Наноструктурные материалы : монография.; РИЦ Техносфера, Москва; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115678> (Электронное издание)
2. Елисеев, А. А.; Функциональные наноматериалы : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2010;

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Анимица, И. Е.; Протонный транспорт в сложных оксидах : [учебное пособие для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки 020100 "Химия", по специальности 020201 "Фундаментальная и прикладная химия"].; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (30 экз.)
2. Анимица, И. Е.; Материалы для водородной энергетики : учеб. пособие [для вузов].; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2009 (101 экз.)
3. Тарасова, Н. А., Тарасова, Н. А.; Методы катионного и анионного допирования кислородно-ионных и протонных проводников : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (5 экз.)
4. Иванов-Шиц, А. К., Мурин, И. В.; Ионика твердого тела : В 2 т. Т. 1. ; Издательство Санкт-Петербургского университета, Санкт-Петербург; 2000 (3 экз.)
5. Иванов-Шиц, А. К., Мурин, И. В.; Ионика твердого тела : в 2 т. Т. 2. ; Издательство Санкт-Петербургского университета, Санкт-Петербург; 2010 (5 экз.)
6. Чеботин, В. Н., Чеботин, В. Н.; Электрохимия твердых электролитов; Химия, Москва; 1978 (5 экз.)
7. Коровин, Н. В.; Топливные элементы и электрохимические энергоустановки; Издательство МЭИ, Москва; 2005 (9 экз.)
8. , Анимица, И. Е., Кочетова, Н. А., Нейман, А. Я.; Электрохимические методы исследования свойств материалов. Числа переноса носителей заряда и дифференциация проводимости на составляющие : метод. рук. по спец. курсу "Электрохимические методы исследования свойств материалов".; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2011 (100 экз.)
9. Анимица, И. Е.; Квазихимическое описание процессов дефектообразования в оксидах : [учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 04.03.02. 04.04.02 "Химия, физика и механика материалов", по специальности 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Springer Materials <https://materials.springer.com/>

Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>

ScienceDirect Freedom Collection <http://www.sciencedirect.com/>

eLibrary ООО Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

Wiley Journal Database <http://onlinelibrary.wiley.com/>

Журнал физической химии / Науч.-техн. упр. ВСНХ СССР .— М. ; Л. : Гос. изд-во, 1930- .— Ранее выходил как: Журнал русского физико-химического общества. Часть химическая .— В 1930-Т. 5, Вып. 2-3 (1934) является "Серией В" "Химического журнала" .— Основан в 1930 г. — Выходит ежемесячно .— ISSN 0044-4537 .— <URL:<https://dlib.eastview.com/browse/publication/79384>>.

Неорганические материалы : [журнал] / Акад. наук СССР .— М. : Наука, 1991- .— Заглавие: Т. 1 (1965)-27, № 6 (1991) Известия Академии наук СССР. Неорганические материалы ; Т. 27, № 7 (1991) - Неорганические материалы, ISSN 0002-337X .— Выходит ежемесячно .— ISSN 0002-337X .— <URL:<https://dlib.eastview.com/browse/publication/79441>>.

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура и функциональные свойства неорганических соединений

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA3 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 Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acadmс Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Композиционные материалы

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Алябышева Ирина Владимировна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и неорганической химии
2	Гусева Анна Федоровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 8 от 26.04.2019 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Алябышева Ирина Владимировна, Доцент, физической и неорганической химии
- Гусева Анна Федоровна, Доцент, физической и неорганической химии

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	Основные понятия. Историческая справка. Типы композитов. Классификации композиционных материалов. Преимущества композиционных материалов. Перспективы применения наноконпозиционных материалов.
2	Теория ионной проводимости	Модель пространственного заряда. Теория перколяции. Описание проводимости композитов. Уравнение смешения. Термодинамическое описание композитов.
3	Методы получения и аттестации композитов	Особенности получения композиционных и наноструктурированных композиционных материалов. Методы получения в твердой фазе, из раствора, из газовой фазы. Специфические методы получения композитов. Особенности исследования фазового состава, морфологии поверхности, электротранспортных свойств композитов.
4	Композиционные твердые электролиты	Функциональные композиционные материалы. Анионпроводящие электролиты. Катионпроводящие электролиты. Композиты на основе низкотемпературных и высокотемпературных протонных проводников.
5	Конструкционные композиционные материалы	Применение композиционных материалов в промышленности. Классификация конструкционных композиционных материалов. Композиты с полимерной матрицей. Стеклопластики. Керметы. Бетоны.

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Композиционные материалы

Электронные ресурсы (издания)

1. Анимица, И. Е.; Протонный транспорт в сложных оксидах : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275713> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Чеботин, В. Н., Чеботин, В. Н.; Электрохимия твердых электролитов; Химия, Москва; 1978 (5 экз.)
2. Чеботин, В. Н., Козлова, В. И., Михайлов, А. Я.; Физическая химия твердого тела; Химия, Москва; 1982 (23 экз.)
3. Иванов-Шиц, А. К., Мурин, И. В.; Ионика твердого тела : В 2 т. Т. 1. ; Издательство Санкт-Петербургского университета, Санкт-Петербург; 2000 (3 экз.)
4. Иванов-Шиц, А. К., Мурин, И. В.; Ионика твердого тела : в 2 т. Т. 2. ; Издательство Санкт-Петербургского университета, Санкт-Петербург; 2010 (5 экз.)
5. Анимица, И. Е.; Материалы для водородной энергетики : учеб. пособие [для вузов].; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2009 (101 экз.)
6. , Анимица, И. Е., Кочетова, Н. А., Нейман, А. Я.; Электрохимические методы исследования свойств материалов. Числа переноса носителей заряда и дифференциация проводимости на составляющие : метод. рук. по спец. курсу "Электрохимические методы исследования свойств материалов".; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2011 (100 экз.)
7. Кнотько, А. В.; Химия твердого тела : учеб. пособие для вузов.; Academia, Москва; 2006 (12 экз.)
8. Вест, А., Антони Р., Кауль, А. Р., Куценко, И. Б., Третьяков, Ю. Д.; Ч. 1 : теория и приложения.; Мир, Москва; 1988 (7 экз.)
9. Вест, А., Антони Р., Кауль, А. Р., Куценко, И. Б., Третьяков, Ю. Д.; Ч. 2 : теория и приложения.; Мир, Москва; 1988 (5 экз.)
10. Бокштейн, Б. С.; Диффузия атомов и ионов в твердых телах; МИСИС, Москва; 2005 (51 экз.)
11. Анимица, И. Е.; Протонный транспорт в сложных оксидах : [учебное пособие для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки 020100 "Химия", по специальности 020201 "Фундаментальная и прикладная химия"].; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (30 экз.)
12. Укше, Е. А.; Твердые электролиты; Наука, Москва; 1977 (4 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

базы данных, входящие в подписку УрФУ:

<http://elibrary.ru>

<http://e.lanbook.com>

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://www.scopus.com/>

<https://materials.springer.com/>

<https://link.springer.com/>

<http://apps.webofknowledge.com/>

периодические издания из числа имеющихся в электронном или бумажном виде:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7794>

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7802>

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7581>

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

1. eLibrary, ООО Научная электронная библиотека

<http://elibrary.ru>

2. ScienceDirect Freedom Collection, Elsevier

<http://www.sciencedirect.com/>

3. Scopus, Elsevier

<http://www.scopus.com/>

4. Springer Materials, Springer Nature

<https://materials.springer.com/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Композиционные материалы

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</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>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
3	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Не требуется</p>