

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт естественных наук и математики
Химико-технологический институт



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры Неорганическая химия	Код ПА 1.4.1.
Группа специальностей Химические науки	Код 1.4.
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение
1	Анимица Ирина Евгеньевна	д.х.н., доцент	профессор	Кафедра физической и неорганической химии Института естественных наук и математики
2	Гусева Анна Федоровна	к.х.н., доцент	доцент	Кафедра физической и неорганической химии Института естественных наук и математики
3	Кочетова Надежда Александровна	к.х.н.	доцент	Кафедра физической и неорганической химии Института естественных наук и математики

Рекомендовано:


Учебно-методическим советом института естественных наук и математики

Председатель учебно-методического совета ИЕНиМ
Протокол № 5 от 17.05.2022 г.

 Е.С. Буянова

Учебно-методическим советом химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 6 от 30.05.2022 г.

 А.Б. Даринцева

Согласовано:

Начальник ОПНПК

 Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Специальная дисциплина «Неорганическая химия» способствует освоению основных профессиональных компетенций и их компонентов и направлена на углубленное изучение базовых разделов неорганической химии: современных теоретических представлений о периодичности, химической связи и строении вещества, физических и химических свойствах и методах синтеза основных классов неорганических веществ, в том числе, в наносостоянии.

1.2. Язык реализации дисциплины - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина «Неорганическая химия» относится к базовой части программы аспирантуры, направлена на подготовку к сдаче кандидатского минимума.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- современные теоретические представления о периодичности;
- современные теоретические представления о химической связи и строении вещества;
- физические и химические свойства основных классов неорганических веществ, в том числе, в наносостоянии;
- методы синтеза основных классов неорганических веществ, в том числе, в наносостоянии

Уметь:

- давать рекомендации на основании проведенных исследований;
- разрабатывать оптимальную схему получения материалов или с учетом требуемых функциональных характеристик, структурных и термодинамических особенностей материала;
- выбирать и анализировать научную литературу для избранного направления исследований, формулировать задачи работы на основе анализа литературы;
- выбирать или самостоятельно составить методику исследования нового материала;
- использовать специализированное программное обеспечение и современные информационные технологии;
- систематизировать полученные теоретические и опытные данные, обобщать полученные знания и представлять полученные результаты в форме научных публикаций;

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- системой фундаментальных химических понятий;
- навыками работы с научной литературой и базами данных с целью определения направления исследования и решения специализированных задач;
- навыками научной коммуникации;
- методами синтеза основных классов неорганических веществ, в том числе, в наносостоянии;
- навыками выбора методов исследования для изучения физических и химических свойств основных классов неорганических веществ, в том числе, в наносостоянии;
- принципами организации эксперимента по получению и изучению функциональных свойств материалов.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	0	0	0
4.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	1	104
5.	Промежуточная аттестация	Экзамен	1	Экзамен, 18
6.	Общий объем по учебному плану, час.	108	5	108
7.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Периодический закон Д.И. Менделеева. Развитие учения о периодичности. <i>Самостоятельная работа аспиранта, 10 часов.</i>	<p>Развитие понятия "химический элемент" на основе теоретических представлений о строении атомов, изотопии, превращении элементарных частиц и ядер атомов, радиоактивности и взаимной связи между зарядом ядра и его массой. Три этапа в развитии периодического закона: химический, физический и математический. Квантово-химическое обоснование периодичности.</p> <p>Границы периодической системы. Развитие представлений о структуре нижней границы периодической системы. Проблема единой классификации атомов и элементарных частиц. Представления о верхней границе периодической системы. Перспективы открытия новых элементов.</p> <p>Явление вторичной периодичности. Современные представления о полных и неполных химических аналогах. Идеальная периодическая система.</p> <p>"Количественная интерпретация" периодического закона и структуры периодической системы: физическая, математическая. Связь между учениями о слоистой структуре ядер атомов элементов и структурой периодической системы, представления о дефекте масс атомов, упаковочном эффекте. Гомо- и гетеронуклоны.</p>
2	Современные представления о	Энергетические характеристики атомов и ионов. Соотношение энергий связи электронов, атомов и

<p>ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ. <i>Лекции 2 часа;</i> <i>самостоятельная работа</i> <i>аспиранта, 18 часов.</i></p>	<p>молекул. Потенциал ионизации. Эффективные заряды атомов, представления Слейтера. Сродство к электрону. Различие энергетических характеристик атомов и ионов в свободном и связанном (молекула, кристалл, стекло) состоянии. Понятие электроотрицательности, его физический смысл и эволюция. Орбитальная электроотрицательность. Электроотрицательность по Малликену. Термохимическая электроотрицательность по Полингу.</p> <p>Типы связи. Ковалентная, ионная, металлическая, ван-дер-ваальсова связь. Соотношение энергий. Энергия переноса заряда. Резонансная энергия. Поляризуемость атомов и ионов.</p> <p>Химическая связь в комплексных соединениях. Теория электростатической связи. Коэффициент экранирования. Метод валентных связей. Типы гибридизации. Теория кристаллического поля. Условия изменения энергии d-электронов центрального комплексообразователя в окта-, тетраэдрических комплексах. Соотношение между величинами энергии расщепления d-орбиталей, окта- и тетраэдрических комплексных ионов. Ионы металлов в комплексах с высоким и низким спином. Определение энергии расщепления d-орбиталей по спектрам поглощения комплексных соединений. Влияние кристаллического поля лигандов на физико-химические свойства соединений d-элементов. Эффект Яна-Теллера.</p> <p>Конденсированное состояние вещества. Энергия фазовых переходов. Соотношение между энергиями атомизации, разрыва молекул на атомы и энергиями фазовых переходов (сублимация, испарение, плавление, модификационные переходы), его смысл. Методы расчета и оценки энергии связей. Степень ионности связи, ее оценка по Полингу, Филлипсу, Брауну-Шэннону. Особенности металлической связи как ненаправленной ковалентной. Элементы зонной теории конденсированных тел. Особенности зонной модели для тел периодического и непериодического строения (кристаллы, стекла, расплавы).</p> <p>Размерные характеристики атомов, ионов, молекул. Орбитальный радиус, металлический радиус, ковалентный радиус, ван-дер-ваальсов радиус; их физическая суть. Радиус иона, причины неопределенности понятия и размерных характеристик. Системы радиусов ионов. Эффект Фаянса: стабилизация анионов в кристаллическом поле.</p> <p>Полиэдрическое описание строения и структуры простых и сложных соединений. Правила Полинга для ионных и ковалентных структур, их современное обоснование. Расчет силы связи (связевой</p>
--	--

		<p>валентности, валентного усилия связи, порядка и кратности связи). Расчет числа атомов металлов, связанных с одним электроотрицательным атомом. Уточнение структур, расчет длин связей, оценка степени ковалентности. Двойная структурообразующая функция металлов. Изо-, мезо-, и гетеродесмические структуры по Эвансу.</p> <p>Энергия связи атомов в конденсированных средах. Оценка величин энергии связи по Бацанову, Резицкому, Зюлковскому-Джембе. Энергетика координационных полиэдров, подход Резницкого.</p>
3	<p>Твердое состояние вещества. <i>Лекции 2 часа; самостоятельная работа аспиранта, 16 часов.</i></p>	<p>Реальные кристаллы и стекла, их электронная структура. Энергетический спектр тела конечных размеров. Поверхностные состояния, связанные с хемосорбцией. Двойной электрический слой.</p> <p>Внутренняя поверхность твердых тел. Монокристаллы, поликристаллы, керамика. Типы границ и поверхностей в реальном твердом теле. Поверхностная энергия твердого тела. Примеси. Поверхностные химические соединения. Контакт твердых тел. Фактор дисперсности. Наноструктурированные материалы. Влияние дисперсности на физические свойства и реакционную способность.</p> <p>Статистико-термодинамическая модель реального кристалла. Идеальный кристалл. Дефекты кристаллической структуры. Равновесные и неравновесные дефекты. Точечные дефекты, электронное разупорядочение кристалла. Типы разупорядочения: Шоттки, Френкеля, анти-Френкеля. Химическая термодинамика кристалла с дефектами. Зависимость концентрации дефектов от температуры. Химические потенциалы атомов, ионов и дефектов. Квазихимический подход. Представления об ионизации дефектов, их суть. Центры окраски. Эффективные заряды. Энергия образования дефектов.</p> <p>Термическое равновесие дефектов. Аппроксимация по Броуэру. Равновесие "кристалл-газ". Диаграммы Крегера-Винка; ионное и электронное разупорядочение. Примесное разупорядочение кристаллов. Особенности применения квазихимического подхода к соединениям сложного состава. Представления Смита, их суть. Модели разупорядочения в гетеродесмических структурах.</p> <p>Фазы переменного состава. Дальтониды и бертоллиды. Закон постоянства состава. Отклонение от стехиометрии; трактовка в квазихимической модели. Особенности сложных соединений. Представления Алесковского. Химический смысл дефектных моделей фаз переменного состава. Модели упорядочения и взаимодействия дефектов. Ассимиляции дефектов. Протяженные дефекты типа Уодсли. Представления о микрогетерогенности</p>

		<p>реальных кристаллов. Взаимопрорастание структур. Непрерывно адаптированные структуры.</p> <p>Аморфное состояние твердых тел. Стекла. Зависимость склонности к стеклообразованию от природы и химического строения. Вакансионная, сеточная и кристаллитная модели строения стекол.</p> <p>Энергетическое состояние поверхности. Валентно-ненасыщенные состояния. Поверхность в зонной модели. Искривление зон. Состояния и уровни Шоккли и Тамма. Размерные эффекты. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Поверхностная энергия ковалентных, металлических и ионных сред. Физическая, упругая и химическая составляющие межфазной энергии. Адсорбция типа "Твердое/Твердое". Адгезионная теория контактного плавления. Эвтектики, как микрогетерогенные связно-дисперсные системы.</p> <p>Строение и состав поверхности фаз сложного состава. Понятие о поверхностной активности. Гидрофильные и гидрофобные компоненты и примеси. Поверхностная сегрегация. Поверхностные соединения. Качественно новые граничные состояния. Распределенные системы. Экзальтация диффузии и электропроводности. Композитные твердые электролиты. Наноматериалы.</p>
4	<p>Периодический закон как основа химической систематики. Основные классы неорганических соединений и их свойства. <i>Самостоятельная работа аспиранта, 22 часа.</i></p>	<p>Гидриды. Гидриды ионные, ковалентные, полимерные, нестехиометрические. Гидридные комплексы. Особенности физических и химических свойств гидридов разного типа. Типы гидридов, характерные для s-, p-, d-, f-элементов.</p> <p>Оксиды. Характер химических связей в оксидах. Особенности строения оксидов: ионные, молекулярные и полимерные структуры. Распространенность этих структур для оксидов s- p, d-, f-элементов. Кислотные и основные оксиды. Их отношение к воде, кислотам, щелочам. Окислительно-восстановительные свойства оксидов. Изменение свойств оксидов по группам. Нестехиометрические оксиды. Сложные оксиды.</p> <p>Гидроксиды. Гидроксиды ионные, молекулярные, полимерные. Гидроксиды постоянного и переменного состава. Изменение кислотно-основных свойств гидроксидов элементов по периодам и группам в зависимости от степени окисления атомов элемента. Изменение окислительно-восстановительных свойств гидроксидов p- и d-элементов по группам.</p> <p>Соли. Соли кислородсодержащих и бескислородных кислот. Образование элементами солей в катионной и анионной формах в зависимости от степени окисления элемента и его положения в периодической системе. Простые и комплексные соли. Особенности строения солей. Соли с полимерными ионами. Координационные полимеры. Отношение</p>

		<p>солей к воде. Состав и устойчивость кристаллогидратов. Растворимость и гидролизуемость солей. Гидролизуемость полимерных ионов и полимеризация продуктов гидролиза. Термическая устойчивость солей. Влияние природы катиона и аниона на термическую устойчивость и характер термических превращений солей. Характеристика анионов и катионов по способности к реакциям комплексообразования. Сравнительная устойчивость солей и соответствующих им кислот.</p> <p>Галогениды. Галогениды ионные, молекулярные, полимерные. Галогенокомплексы. Склонность s-, p-, d- f-элементов к образованию галогенидов определенного типа. Особенности химических свойств галогенидов разных типов. Гидролиз. Кислотные, основные и амфотерные галогениды. Изменение кислотно-основного характера галогенидов по группам и в зависимости от степени окисления атомов образующего их элемента.</p> <p>Сульфиды. Сульфиды ионные, молекулярные. Полисульфиды. Сульфидокомплексы. Сульфиды основные, кислотные. Склонность s-, p-, d- f-элементов к образованию сульфидов разного типа. Тиокислоты и их соли. Особенности строения.</p> <p>Карбиды и нитриды. Типы карбидов и нитридов: ионные ковалентные, нестехиометрические. Особенности свойств разных типов карбидов и нитридов. Склонность s-, p-, d- f-элементов к образованию карбидов и нитридов разного типа.</p> <p>Комплексные соединения. Склонность элементов к комплексообразованию и образованию молекул и ионов, обладающих свойствами лигандов, в зависимости от положения в периодической системе. Склонность к комплексообразованию s-, p-, d- f-элементов.</p>
5	<p>Синтез неорганических соединений. <i>Самостоятельная работа аспиранта, 20 часов.</i></p>	<p>Получение веществ высокой чистоты. Понятие о чистоте вещества. Зависимость между чистотой и физико-химическими свойствами веществ. Лимитируемые и нелимитируемые примеси. Химические методы очистки веществ. Оценка предельных возможностей химических методов. Понятие о коэффициенте разделения. Метод металлоорганических соединений. Карбонильный метод. Химическое осаждение из газовой фазы. Избирательное комплексообразование в растворах. Солевой фильтр. Электрохимические методы очистки. Электродиализ, метод ионных подвижностей, электролиз с твердыми, жидкими и распределенными электродами. Метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Метод химических транспортных реакций. Кристаллизационные методы. Диаграмма состояния и коэффициент разделения. Направленная</p>

кристаллизация. Зонная плавка.

Реакции и синтез твердых веществ. Стадийность твердофазных превращений. Последовательное и параллельное протекание стадий. Индукционный период. Учение о лимитирующей стадии. Законы зародышеобразования. Модели образования и роста зародышей. Первичная и вторичная кинетические области. Стадия массопереноса. Перенос через газовую фазу. Диффузионный перенос. Объемная, поверхностная и зернограничная диффузия. Диффузия по гетерофазным включениям. Стартовые элементарные стадии. Твердофазное распространение и покрывание. Реакции в смесях порошков. Распределение частиц по размерам. Компактность реакционной смеси. Активные реагенты. Кинетические уравнения. Изо- и неизотермические условия осуществления. Геометрические модели реакций. Обработка экспериментальных данных (методы линеаризации, метод приведенных координат). Модельные методы изучения реакций типа твердое/твердое и твердое/газ. Модельные одномерные уравнения. Законы роста пленок, их физический смысл. Реакции синтеза и двойного обмена. Экспериментальные методы моделирования: инертной метки, моделирование реакционных зон, свободной поверхности. Обработка экспериментальных данных. Модельные представления о механизме реакций твердое/газ. Окисление металлов. Термодинамическая теория Вагнера. Электрохимический перенос. Модельные представления о механизме реакций синтеза сложных ионных соединений. Термодинамическая теория Вагнера-Шмальцрида. Рациональные константы скорости.

Синтез веществ в наноразмерном состоянии, диспергационный и конденсационный подходы. Диспергационные методы синтеза: механическое дробление; диспергирование макроскопических частиц в растворах; механохимический синтез нанокompозитов и наночастиц; метод разложения. Растворные методы синтеза: методы химического осаждения (соосаждения); золь-гель метод; гидротермальный метод; метод комплексонатной гомогенизации; синтез под действием микроволнового излучения; метод быстрого расширения сверхкритических флюидных растворов; криохимический метод; методы сжигания (глицин-нитратный метод, пиролиз полимерно-солевых композиций). Методы синтеза, основанные на конденсации из газовой фазы: плазмохимический метод синтеза, особенности его реализации при использовании газообразного, капельножидкого и твердого сырья; метод импульсного лазерного

		испарения; метод гидролиза в пламени; электровзрыв металлических проволок.
--	--	--

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

не предусмотрено

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

3.2.2. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских

	выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

[Выбрать из списка, либо дополнить наименования оценочных средств]

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

не предусмотрено

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

Используя приведенную ниже схему ответа, проанализируйте предлагаемые вещества.

Примеры веществ:

1. Оксиды РЗЭ (Y-группа)
2. Оксиды РЗЭ (Ce-группа)
3. Оксиды V, Nb, Ta
4. Оксиды и оксигалогениды Nb
5. Оксиды ванадия
6. CaO, NiO, VO, EuO
7. CrO₃, WO₃, UO₃
8. Хлориды K, Ti и Ge
9. Al₂O₃, Cr₂O₃, Ti₂O₃
10. CO₂, SnO₂, PbO₂
11. ZnO, CdO, HgO
12. BaSO₄, BaWO₄, BaFeO₄
13. BaSO₃, BaTiO₃, BaPbO₃

Схема описания:

1. Класс соединений с точки зрения состава.

2. Особенности строения, обусловленные типом атомов, из которых состоит вещество, их размерных и энергетических характеристик (в свободном и связанном) состояниях. Характер связи между атомами, обоснование строения структурных единиц и тип связи между ними в конденсированном состоянии. Фазовые переходы, их энергия. Полиэдрическое описание строения и структуры соединений.

3. Отклонение от стехиометрии и способы его реализации в структуре. Обоснование типа и величины отклонения от стехиометрии. Тип разупорядочения структуры, прогноз его эволюции с изменением параметров внешней среды.

4. Физические свойства, вытекающие из состава и строения вещества (электрические, оптические, магнитные и др.).

5. Химические свойства (реакционная способность), вытекающие из состава и строения с физико-химическим обоснованием условий протекания реакций и их продуктов.

5.1. Индивидуальное вещество

- отношение к нагреванию,

- участие в реакциях: окислительно-восстановительных (ОВР), кислотно-основных реакциях (КОР), реакциях комплексообразования,

- отношение к воде и другим растворителям.

5.2. Химические свойства водного раствора вещества (ОВР, осаждение, КОР, комплексообразование, конденсация)

5.3. Сравнение с аналогами (горизонтальными, вертикальными, диагональными).

6. Синтез вещества.

6.1. Методы синтеза данного вещества с обоснованиями условий синтеза.

6.2. Предложение механизма и формально-кинетического описания процесса синтеза.

6.3. Анализ возможных вариантов типа лимитирующей стадии и ее механизма.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1.Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия. Т 1-3. М.: Высш. шк. 2008.
2. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия. М., Высшая школа. 2009.
3. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. М., Высшая школа. 2008.
4. Корольков Д.В., Скоробогатов Г.А. Теоретическая химия. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004
5. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. М.: Высшая школа, 2001
6. Гусев А.И. Нестехиометрия, беспорядок, ближний и дальний порядок в твердом теле. М.: Физматлит, 2007.
7. Бокштейн Б.С., Ярославцев А.Б. Диффузия атомов и ионов в твердых телах. М.: МИСИС. 2005.
8. Позин М.Е. и др. Физико-химические основы неорганической технологии. Л.: Химия, 1985.
9. Степин Б.В. и др. Методы получения особо чистых неорганических веществ. Л.: Химия, 1989.
10. Рамбиди Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий. М.: Физматлит, 2009.
11. Гусев А.И. Нанометриалы, наноструктуры, нанотехнологии. М: ФИЗМТЛИТ. 2005.
12. Сыркин В.Г. CVD-метод. Химическое парофазное осаждение. М.: Наука, 2000.
13. Иванов-Шиц А.К., Мурин И.В. Ионика твердого тела. Т. 1. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2000.
14. Суздаев И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. 2-е изд., испр. М.: Книжный дом "Либроком", 2009. 589 с.
15. Сергеев Г. Б. Нанохимия: учебное пособие. 3-е изд. М.: КДУ, 2009. 336 с.
16. Кнотько А.В., Пресняков И.А., Третьяков Ю.Д. Химия твердого тела. М.: Издательский центр "Академия", 2006.

17. Третьяков Ю.Д., Путляев В.И. Введение в химию твердофазных материалов. М.: Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2006.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Третьяков Ю.Д. Твердофазные реакции. М.: 1978.
2. Вассерман И.М., Химическое осаждение из растворов. Л.: Химия, 1980.
3. Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А. Химия координационных соединений. М.: Высш.шк., 1990.
4. Гиллеспи Р., Харгиттан И. Модель отталкивания электронных пар валентной оболочки и строение молекул. М.: Мир, 1992
5. Степин Б. Д., Цветков А. А.. Неорганическая химия. М., Высшая школа.1994.
6. А.Уэллс. Структурная неорганическая химия, М.: Мир, 1987. Т.1-3.
7. Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения. В 2-х частях. Ч. 1. Пер. с англ. М., Мир. 1988.
8. В.Н. Чеботин, М.В. Перфильев. Электрохимия твердых электролитов. М., Химия, 1978.
9. В.Н. Чеботин. Физическая химия твердого тела. М., Химия, 1982.
10. Якимов М.А., Основы неорганического синтеза. М.: Химия, 1978.
11. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера. 2005. 336 с.

5.2. Методические разработки

Не используются

5.3. Программное обеспечение

1. Microsoft office (Word, Excel, Power point);
2. Adobe Reader X
3. ChemOffice 2010
4. Isis Draw (Version 2.5)
5. Mercury (Version 2.4.5)
6. AutoDock (Version 1.5)
7. MestReNova (Version 6.0.2)
8. Open Babel (Version 2.3.1)
9. Avogadro (Version 1.0.3)
10. RasMol (Version 2.7.5.2)
11. Jmol (Version 12.0.45)

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;
2. Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;
3. Scopus: <http://www.scopus.com>;
4. Reaxys: <http://reaxys.com>;
5. SciFinder <https://scifinder.cas.org>
6. Espacenet <https://ru.espacenet.com>
7. РИНЦ <https://www.elibrary.ru>
8. Поисковая система EBSCO Discovery Service <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=141>;
9. Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>;

5.5. Электронные образовательные ресурсы

1. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>;
2. Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>;
3. Электронный каталог <http://opac.urfu.ru>;

4. Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>;
5. Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>;
6. Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.