

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«___» _____ 20__ г. № ___

Рабочая программа дисциплины

Основы неорганического синтеза

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

18.04.01 Химическая технология

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Магистерская программа «Химическая технология и материаловедение»

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022 год

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

___ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

Протокол от ___ 20__ г. № ___
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

___ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры

Протокол от ___ 20__ г. № ___
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

___ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры

Протокол от ___ 20__ г. № ___
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

___ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

Протокол от ___ 20__ г. № ___
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (Б1.В.03.ДВ.04.01) и является дисциплиной по выбору 4 (ДВ.4) для освоения студентами очной формы обучения на втором году обучения в 3 семестре.

Целями освоения дисциплины являются формирование совокупности знаний, умений и навыков: самостоятельного планирования синтеза неорганических веществ с заданными свойствами на основании термодинамического анализа процесса; выбора аппаратного, методического оформления и исходных веществ для получения заданного вещества и обеспечение целостного представления о дисциплине как раздела, сочетающего фундаментальные и экспериментальные химические знания.

Задачами дисциплины являются систематическое изучение положений теории неорганического синтеза для получения конкретного вещества; особенностей кинетики химических реакций в различных агрегатных состояниях; способов внешнего воздействия на процессы неорганического синтеза; современных методов синтеза неорганических соединений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-1-н Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области неорганической химии и/или смежных с химией наук	ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	<u>Уметь</u> связывать ключевые стадии процессов получения неорганических соединений с физическими и химическими свойствами веществ. <u>Знать</u> главные задачи и объекты исследования дисциплины; основные закономерности физико-химических явлений и процессов, протекающих при получении неорганических соединений. <u>Владеть</u> навыками составления планов научных исследований	Устный опрос, зачет
	ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<u>Уметь</u> определять экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. <u>Знать</u> стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, расчетно-теоретические методы оценки свойств систем, правила обработки и оформления результатов практической работы. <u>Владеть</u> навыками безопасной работы в химической лаборатории; планирования, осуществления синтеза и очистки неорганических веществ	

ПК-2-н Способен проводить информационные исследования в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных	<i>Уметь</i> осуществлять корректный поиск специализированной информации по синтезу, очистке и анализу неорганических веществ. <i>Знать</i> основные требования информационной безопасности при сборе, анализе, обработке и представлении информации. <i>Владеть</i> навыками работы с информационными базами данных (в т.ч. патентными базами данных) для поиска специализированной информации по свойствам, методам получения, очистки и анализа неорганических веществ.	Устный опрос, зачет
	ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках	<i>Уметь</i> составлять отчеты по результатам информационного поиска по тематике научно-исследовательской работы по заданной форме. <i>Знать</i> основные требования представления информации химического содержания с учетом требований библиографии. <i>Владеть</i> навыками анализа, обобщения и представления результатов информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках.	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144	144
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	36	36
- занятия лабораторного типа	36	36
самостоятельная работа	71	71
Промежуточная аттестация – <u>зачёт</u>	1	1

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очная форма	Очная форма	Очная форма	Очная форма	Очная форма
Тема 1. Введение. Основы теории неорганического синтеза.	28	8	6	14	14
Тема 2. Методы внешнего активирующего действия в неорганическом синтезе	48	18	6	24	24
Тема 3. Методы синтеза простых и сложных неорганических веществ.	67	10	24	34	33
Итого	143	36	36	72	71

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме в форме зачета в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении практических задач и последующим собеседованием в рамках тематики курса. По итогам проведения зачета определяется уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине, уровень понимания студентами изученного материала, способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач. К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы практикума и успешно сдавшие отчеты о лабораторных работах

3.2.1. Введение. Основы теории неорганического синтеза.

Классификация методов неорганического синтеза. Синтез в равновесных и неравновесных условиях. Определение возможности самопроизвольного протекания химических реакций. Применение значений изменения энергии Гиббса, разности электродных потенциалов для определения возможности самопроизвольного протекания химических реакций. Диаграммы Эллингема. Прогнозирование равновесного состава продуктов реакции при помощи ЭВМ и банков термодинамических данных.

Классификация методов синтеза по агрегатному состоянию исходных веществ и продуктов реакции. Гомогенные и гетерогенные реакции. Кинетические особенности синтеза в системах: а) твердое тело – газ; б) жидкость – газ; в) жидкость – твердое тело. Влияние природы растворителя на скорость и механизм реакций в жидкой фазе.

Классификация гетерогенных реакций. Диффузионно-кинетическая модель взаимодействия в гетерогенных системах. Основные стадии гетерогенного взаимодействия

веществ, понятие лимитирующая стадия. Кинетика гетерогенных химических реакций с образованием твердого продукта. Топохимические реакции.

Общие принципы синтеза неорганических веществ. Принципы планирования и реализации неорганического синтеза.

3.2.2. Методы внешнего активирующего действия в неорганическом синтезе.

Высокотемпературный синтез. Основные виды неорганического высокотемпературного синтеза. Термодинамика процессов синтеза при повышенной температуре. Адиабатическая температура горения. Техника проведения и примеры неорганического синтеза при повышенной температуре.

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Принципы регулирования процесса горения. Технологическое горение. Преимущества и недостатки СВС. Техника проведения и примеры синтеза неорганических веществ методом СВС.

Плазмохимический синтез. Равновесная и неравновесная плазма. Механизмы генерации химически активных частиц. Химические реакции в плазме.

Механохимический синтез. Дефектообразование и активация при механическом воздействии. Механизмы инициирования механохимических реакций. Перспективные направления применения механохимического воздействия в неорганическом синтезе.

Фотохимическая активация, активация лазерным излучением, радиационная активация химических реакций. Резонансное и нерезонансное (тепловое) поглощение энергии веществом. Механизмы фото- и радиационных возбуждений в газах, жидкостях и твердых телах.

Электрохимический синтез. Термодинамический и кинетический аспекты электросинтеза. Активация неорганических реакций переменным током. Электрохимический твердофазный синтез.

3.2.3. Методы синтеза простых и сложных неорганических веществ.

Типовые методы получения неорганических веществ.

Методы получения и очистки простых веществ. Методы получения простых веществ - неметаллов. Получение водорода, галогенов, халькогенов и др.

Методы получения бинарных соединений: гидридов, оксидов, галогенидов, халькогенидов, карбидов, нитридов.

Аппаратурное и методическое оформление неорганического синтеза веществ.

Методы получения кислот, оснований и солей.

Синтез комплексных соединений.

Получение безводных соединений.

Синтез керамических материалов. Керамический метод, СВС-метод, соосаждение солевых смесей, пиролиз аэрозолей, сублимационная сушка, золь-гель-метод.

Синтез стеклообразных материалов. Классификация стеклообразных материалов. Получение оксидных и неоксидных стекол.

Методы разделения и очистки веществ. Техника работа с чистыми веществами.

3.3. Лабораторный практикум.

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование лабораторной работы
1	2	Синтез исходных соединений для получения оксидных стекол.
2	2	Получение стекол на основе оксидов теллура, молибдена, вольфрама, лантана.
3	3	Синтез гексафторсиликата кальция и гидрида кальция
4	3	Получение кремния
5	3	Синтез и очистка тетраэтоксисилана из тетрахлорида кремния и этанола для получения диоксида кремния
6	3	Получение стеклообразного диоксида кремния золь-гель методом

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа. К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится устный опрос (собеседование) при сдаче допусков к лабораторным работам, проверка отчетов, подготовленных студентами, по темам лабораторных занятий. Отчеты по лабораторным работам представляют собой документ о работе студента в течение семестра. Наличие зачтенных преподавателем отчетов является необходимым условием допуска студента к сдаче зачета по дисциплине. Подготовка отчета также способствует лучшему усвоению материала дисциплины и развивает навыки анализа и обработки научной информации, так как написание отчета требует от студента знаний методического и аппаратного оформления лабораторной работы, правильного представления и обсуждения результатов эксперимента.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к собеседованию и лабораторным работам.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено		Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
		Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
		Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
		Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
		Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено		Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
		Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы (задания)

вопросы	Код формируемой компетенции
<p>Тема 1. Основы теории неорганического синтеза.</p> <p>Классификация методов неорганического синтеза. Синтез в равновесных и неравновесных условиях. Определение возможности самопроизвольного протекания химических реакций. Применение значений изменения энергии Гиббса, разности электродных потенциалов для определения возможности самопроизвольного протекания химических реакций. Диаграммы Эллингема. Прогнозирование равновесного состава продуктов реакции при помощи ЭВМ и банков термодинамических данных.</p> <p>Классификация методов синтеза по агрегатному состоянию исходных веществ и продуктов реакции. Гомогенные и гетерогенные реакции. Кинетические особенности синтеза в системах: а) твердое тело – газ; б) жидкость – газ; в) жидкость – твердое тело. Влияние природы растворителя на скорость и механизм реакций в жидкой фазе.</p> <p>Классификация гетерогенных реакций. Диффузионно-кинетическая модель взаимодействия в гетерогенных системах. Основные стадии гетерогенного взаимодействия веществ, понятие лимитирующая стадия. Кинетика гетерогенных химических реакций с образованием твердого продукта. Топохимические реакции.</p> <p>Общие принципы синтеза неорганических веществ. Принципы планирования и реализации неорганического синтеза.</p>	ПК-1-н
<p>Тема 2. Методы внешнего активирующего действия в неорганическом синтезе.</p> <p>Высокотемпературный синтез. Основные виды неорганического высокотемпературного синтеза. Термодинамика процессов синтеза при повышенной температуре. Адиабатическая температура горения. Техника проведения и примеры неорганического синтеза при повышенной температуре.</p> <p>Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Принципы регулирования процесса горения. Технологическое горение. Преимущества и недостатки СВС. Техника проведения и примеры синтеза неорганических веществ методом СВС.</p> <p>Плазмохимический синтез. Равновесная и неравновесная плазма. Механизмы генерации химически активных частиц. Химические реакции в плазме.</p> <p>Механохимический синтез. Дефектообразование и активация при механическом воздействии. Механизмы инициирования механохимических реакций. Перспективные направления применения механохимического воздействия в неорганическом синтезе.</p> <p>Фотохимическая активация, активация лазерным излучением, радиационная активация химических реакций. Резонансное и нерезонансное (тепловое) поглощение энергии веществом. Механизмы фото- и радиационных возбуждений в газах, жидкостях и твердых телах.</p> <p>Электрохимический синтез. Термодинамический и кинетический аспекты электросинтеза. Активация неорганических реакций переменным током. Электрохимический твердофазный синтез.</p>	ПК-2-н

<p>Тема 3. Методы синтеза простых и сложных неорганических веществ. Типовые методы получения неорганических веществ. Методы получения и очистки простых веществ. Аппаратурное и методическое оформление неорганического синтеза веществ. Методы получения простых веществ - неметаллов. Получение водорода, галогенов, халькогенов. Методы получения бинарных соединений: гидридов, оксидов, галогенидов, халькогенидов, карбидов, нитридов. Методы получения кислот, оснований и солей. Синтез комплексных соединений. Получение безводных соединений. Синтез керамических материалов. Керамический метод, СВС-метод, соосаждение солевых смесей, пиролиз аэрозолей, сублимационная сушка, золь-гель-метод. Синтез стеклообразных материалов. Классификация стеклообразных материалов. Получение оксидных и неоксидных стекол. Методы разделения и глубокой очистки веществ. Техника работа с чистыми веществами.</p>	<p>ПК-1-н</p>
--	---------------

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции - нет.

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции.

При изучении дисциплины «Основы неорганического синтеза» студенты получают следующие знания, умения и владения в рамках освоения компетенций **ПК-1-н, ПК-2-н:**

ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.

ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.

ПК-2-н-1. Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных.

ПК-2-н-2. Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках.

Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

1. Перечислите признаки, которые можно использовать для классификации методов неорганического синтеза.
2. Какие термодинамические функции возможно использовать для оценки возможности самопроизвольного протекания химических реакций?
3. Как связаны между собой значения изменения энергии Гиббса и разности электродных потенциалов химических реакций.
4. Какая информация может быть получена при рассмотрении диаграммы Эллингема?
5. Охарактеризуйте кинетические особенности синтеза в системе твердое тело – газ.
6. Перечислите основные стадии гетерогенного взаимодействия веществ в системе твердое тело – газ.
7. Что такое лимитирующая стадия?
8. Приведите качественную зависимость для интегральной кинетической кривой топохимической реакции.
9. Охарактеризуйте основные принципы выбора методов получения неорганических веществ.
10. Какие гидриды элементов можно получать по реакции взаимодействия простых веществ?
11. Предложите методику синтеза неорганического летучего гидрида (например - моносилана) исходя из а) простого вещества кремния; б) фторида кремния.
12. Охарактеризуйте подобие и различия методов получения галогенидов (на примере галогенидов заданного химического элемента).
13. Перечислите методы получения неорганических кислот.
14. Охарактеризуйте сущность золь-гель-метода.

Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

1. В чем состоят особенности термодинамики процессов синтеза неорганических веществ при повышенной температуре?
2. Приведите качественную термограмму процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.
3. Как можно осуществлять регулирование процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза?
4. Охарактеризуйте преимущества и недостатки метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.
5. Перечислите механизмы генерации химически активных частиц в плазме.
6. Какие химические реакции можно проводить в плазме?
7. Назовите виды механической активации твердых веществ.
8. Какие аппараты применяются для механохимической активации неорганических веществ?
9. Проведите оценку возможности протекания заданной (преподавателем) химической реакции на основании значения изменения энергии Гиббса данной химической реакции. Значения термодинамических функций возьмите из справочной литературы.
10. Проведите расчет адиабатической температуры горения для процесса с участием веществ, указанных преподавателем. Значения термодинамических функций возьмите из справочной литературы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Черкасова Т.Г., Кузнецова О.А., Чурилова Н.Н., Шевченко Т.М. Основы неорганического синтеза : учеб. пособие. КузГТУ. 2012. 110 с.
Режим доступа <https://e.lanbook.com/book/6647#authors>.
2. Тоуб М. Механизмы неорганических реакций [Электронный ресурс] / М. Тоуб, Дж. Берджесс ; пер. с англ. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf :681 с.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=476679>.
3. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем [Электронный ресурс] / Н.А. Шабанова, П.Д. Саркисов. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 331 с.).— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544108>

б) дополнительная литература:

1. Раков Э. Г. Неорганические наноматериалы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.Г. Раков.—Эл. изд.— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.—477 с.
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=485757>.
2. Лепешев А. А. Лепешев, А. А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокомпозитов [Электронный ресурс] / А. А. Лепешев, А. В. Ушаков, И. В. Карпов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 328 с.
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=442144>.
3. R. Xu, W. Pang, Q. Huo. MODERN INORGANIC SYNTHETIC CHEMISTRY. Elsevier B.V. 2011. 590 p.
4. Полак Л.С. Теоретическая и прикладная плазмохимия, М.: Наука, 1975.
Режим доступа: <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=82329>
5. Якимов М.А. Основы неорганического синтеза. – Л.: ЛГУ. 1978. 136 с.
Режим доступа: <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=95412>
6. Руководство по неорганическому синтезу / Под ред. Г. Брауэра. В 6-ти т. – М., 1985-1986.
Режим доступа: <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=95402>

7. Карякин Ю.В., Ангелов И.И. Чистые химические вещества: Руководство по приготовлению неорганических реактивов и препаратов в лабораторных условиях. М.: Химия, 1974.
Режим доступа: <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=97993>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

<http://www.lib.unn.ru/>
<http://www.lib.unn.ru/er/lanj.html>
<http://www.lib.unn.ru/er/znanium.html>
<http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии на сайтах издательств «Лань» (<https://e.lanbook.com/book>), «Знаниум» (<http://znanium.com>) и электронных библиотечных системах ННГУ (<http://www.lib.unn.ru/ebs.html>), доступ к которым предоставлен студентам. Фонды библиотек сформированы с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (вместимость 20 человек), лабораторных занятий (вместимостью 10 человек), предусмотренных программой дисциплины. Аудитория для проведения лекционных и практических занятий (№ 203, корп. 5) оснащена оборудованием и техническими средствами обучения: переносным мультимедийным проектором, ноутбуком и выходом в сеть Интернет, доской и мелом (для разбора частных вопросов и детализации теоретических аспектов дисциплины, а также решения практических задач). Аудитория для проведения лабораторных занятий (№309, корп. 5) оснащена необходимым оборудованием для безопасного выполнения лабораторных работ: лабораторные шкафы с вытяжной вентиляцией, вакуумный пост, газовый хроматограф с детектором по теплопроводности для анализа летучих веществ, установки для определения коэффициента разделения жидкость – пар, стеклянная насадочная ректификационная колонна с нижним питающим резервуаром, противоточная экстракционная колонна, установка для проведения нормальной направленной кристаллизации, противоточная кристаллизационная колонна.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++

Автор:

К.х.н., доц.кафедры неорганической химии _____ Трошин О.Ю.

Рецензент

К.х.н., с.н.с. ФГБУН ИХВВ РАН _____ Корнев Р.А.

Заведующий кафедрой

К.х.н. _____ Пермин Д.А.