

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

**Направление подготовки 04.03.01 Химия**

**Направленность Химия**

Квалификация выпускника: бакалавр

**Кострома  
2021**

Рабочая программа дисциплины «Синтез неорганических соединений» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденному приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17 июля 2017 г. № 671.

Разработал: Молчанов Алексей Сергеевич, доцент кафедры химии, канд. хим. наук, доцент

Рецензент: Хитрова Валентина Ивановна, заместитель директора ФГБУ государственная станция агрохимической службы «Костромская», руководитель испытательной лаборатории, канд. с.-х. наук

#### ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 7 от 19.05.2021 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

#### ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 6 от 14.03.2022 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

#### ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 8 от 07.04.2023 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Изучение данной дисциплины – необходимое условие подготовки бакалавра по направлению подготовки 04.03.01 Химия. Эффективная работа будущего химика невозможна без овладения теоретическими и экспериментальными основами синтеза и анализа неорганических веществ, умения определять их физические и химические свойства. Введение в учебную программу дисциплины по синтезу и анализу неорганических веществ, способствует более сознательному и глубокому усвоению неорганической химии, развитию у студентов практических навыков и подготавливает их к самостоятельной работе.

**Цель дисциплины:** освоение студентами основных методов синтеза и анализа неорганических соединений, изучение механизмов реакций, формирование системы знаний, представлений о строении и свойствах основных классов соединений, и приобретение практических навыков получения химических соединений и материалов на их основе с заданными свойствами.

### Задачи:

1. Сформировать представление о предмете изучения – современных методах синтеза и анализа неорганических соединений, их свойствах, связи с другими науками.
2. Привить студентам навыки экспериментальной работы, связанные с основными приемами неорганических синтезов, изучением состава, физических, химических свойств.
3. Обучить студентов методам определения возможности проведения и освоение синтеза с использованием термодинамических, кинетических и структурных принципов протекания реакций, с использованием периодического закона и периодической системы химических элементов установления состава и эмпирической формулы.

Направление воспитания, связанные с содержанием дисциплины: профессионально-трудовое и научно-образовательное воспитание обучающихся посредством содержания дисциплины и актуальных воспитательных технологий.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить *компетенции*:

**ОПК-1:** способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений;

**ОПК-1.1.** Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

**ОПК-1.2.** Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

**ОПК-1.3.** Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

**ОПК-2:** способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием;

**ОПК-2.1.** Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности

**ОПК-2.2.** Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик

В результате освоения дисциплины «Синтез неорганических соединений» обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

### Знать:

- иметь представление о современных методах синтеза неорганических соединений и материалов на их основе, включая новые необычные их формы;
- иметь представление о современных базах термодинамических данных и возможности их

использования.

- основные термодинамические и кинетические закономерности получения неорганических соединений и материалов
- хорошо знать технику лабораторных работ и правила техники безопасности при проведении химического эксперимента.

**Уметь:**

- прогнозировать возможность протекания реакции с образованием нужного продукта;
- проводить термодинамический анализ процесса, в том числе решать вопрос о термодинамической устойчивости синтезируемого вещества;
- проводить кинетический анализ с целью получения максимального выхода продукта;
- правильно выбирать метод синтеза, планировать и проводить реакцию «по прописи»;
- собирать экспериментальную установку;
- проводить необходимые стехиометрические расчеты и обрабатывать результаты с привлечением современных компьютерных и других программ;

**Владеть:**

- методами и приемами использования теоретических основ химии для решения практических задач в различных областях химии;
- методами и навыками решения расчетных задач данного раздела химии;
- навыками работы с современными приборами и оборудованием для физико-химических исследований (аналитические весы, иономер, фотоэлектроколориметр, потенциометр, кондуктометр, рН-метр и т. д.);

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Синтез неорганических соединений» относится к обязательной части учебного плана. Изучается в 3 семестре обучения. Дисциплина опирается на знания, умения и виды деятельности из предшествующих курсов профессионального цикла: неорганическая химия, аналитическая химия, строение вещества, решение практических задач по общей химии, а также дисциплин математического и естественнонаучного цикла «Математика» и «Физика». Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин и практики: «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Химическая технология», «Физико-химические методы анализа», «Техника и методика постановки школьного эксперимента», «Производственная практика».

Перед изучением дисциплины «Синтез неорганических соединений» обучающийся **должен:**

- знать основные разделы общей и неорганической химии. Основные понятия и методы общей и неорганической химии.
- иметь четкие представления о составе, строении и химических свойствах основных простых веществ и химических соединений, связи строения вещества с его химическими и физическими свойствами;
- пути расчета энергетических характеристик химических процессов, определение направления и глубины их протекания, способы расчета химических равновесий по известным исходным концентрациям и константе равновесия.
- знать основные типы неорганических соединений и их современную номенклатуру;
- знать основы и закономерности разделов математики и физики;
- уметь использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов.

Дисциплины и иные компоненты ОП, формирующие указанные выше компетенции:

- ОПК-1 (способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений) формируется при освоении дисциплин: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физико-химические методы анализа», «Высокомолекулярные соединения», «Синтез неорганических соединений», «Синтез органических соединений», «Основы биохимии»; при

прохождении ознакомительной практики; при подготовке к сдаче и при сдаче государственного экзамена; при подготовке к процедуре защиты и во время процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

- ОПК-2 (способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием) формируется при освоении дисциплин: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физико-химические методы анализа», «Высокомолекулярные соединения», «Синтез неорганических соединений», «Синтез органических соединений», «Основы химического эксперимента»; при прохождении ознакомительной практики; при подготовке к сдаче и при сдаче государственного экзамена; при подготовке к процедуре защиты и во время процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

#### 4. Объем дисциплины (модуля)

##### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы	Всего
Общая трудоемкость в зачетных единицах	3
Общая трудоемкость	108
Аудиторные занятия	82
Лекции	32
Лабораторные занятия	50
Самостоятельная работа	25,75
Форма промежуточной аттестации	Зачет 3 семестр (0,25 часа)

##### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Количество часов
Лекции	32
Практические занятия	–
Лабораторные занятия	50
Консультации	-
Зачет/зачеты	0,25
Экзамен/экзамены	–
Курсовые работы	–
Всего	82,25

#### 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

##### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные	
1	Введение	0,22/8	4		4

2	Методы разделения неорганических смесей	0,89/32	8	16	8
3	Способы очистки веществ	0,94/34	10	16	8
4	Основные лабораторные способы синтеза неорганических веществ	1,063/38,25	10	18	10,25
5	ИКР (зачет)	0,007/0,25	-	-	-
<b>ВСЕГО:</b>		<b>3/108</b>	<b>32</b>	<b>50</b>	<b>25,75</b>

## 5.2. Содержание:

### Тема 1. Введение

Цели и задачи курса "Неорганический синтез". Требования к чистоте реактивов. Физико-химические константы и их определение. Лабораторная работа: Техника безопасности при работе в химических лабораториях. Требования к оформлению рабочего журнала. Лабораторное оборудование и основные лабораторные приемы при синтезе неорганических веществ.

### Тема 2. Методы разделения неорганических смесей

Методы разделения неорганических смесей: осаждение, фильтрование, перегонка и др. Лабораторная работа: опыты по проведению перекристаллизации KCl, NaCl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

### Тема 3. Способы очистки веществ

Кристаллизации из растворов, очистка водных растворов солей обработкой порошкообразными металлами. Способы очистки веществ: сульфидами или гидроксидами; хроматографический метод и др. Лабораторная работа: получение меди путем электролиза.

### Тема 4. Основные лабораторные способы синтеза неорганических веществ

Восстановление водородом реакции гидрирования; металлотермические способы получения металлов, их сплавов и неметаллов. Лабораторная работа: получение водорода, кислорода, углекислого газа. Получение металлов и неметаллов восстановлением водных растворов солей; хлорирование, бромирование и йодирование металлов, неметаллов и оксидов. Лабораторная работа: синтез комплексных соединений (синтез комплексных соединений никеля [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]Br<sub>2</sub> – бромид гексаамминникеля (II))

Лабораторная работа: получение оксида магния, приготовление водных растворов солей и раствора щелочи из твердых веществ.

Лабораторная работа: зажигательные смеси.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа при изучении дисциплины «Синтез неорганических соединений» направлена на закрепление и углубления полученных знаний, подготовку к выполнению лабораторных работ, а также выполнение индивидуальных заданий по решению расчетных задач (задачи указываются из указанной литературы индивидуально для каждого студента).

В задании для самостоятельной работы будет указана ссылка на литературу из основного списка для подготовки к лабораторным работам и решению расчетных задач.

№	Название раздела, темы	Задание	Методические рекомендации по выполнению задания	Часы	Форма контроля
1	Введение		Обзор литературы, подготовка к лабораторной	4	Устный опрос

			работе №1		
2	Методы разделения неорганических смесей		Обзор литературы, подготовка к коллоквиуму №1	2	Коллоквиум
		Подготовка к лабораторным работам №2 [3],	Оформление отчета по лабораторной работе 1-2	6	Защита лабораторной работы
3	Способы очистки веществ	Обзор литературы, подготовка к опросу		2	Устный опрос
		Подготовка к лабораторной работе № 3 [3],	Оформление отчета по лабораторной работе №3	4	Защита лабораторной работы
		Решение задач		2	Контрольная работа
4	Основные лабораторные способы синтеза неорганических веществ	Обзор литературы, подготовка к коллоквиуму №2		2	Коллоквиум
		Решение задач [3]		2	Контрольная работа
		Подготовка к лабораторной работе № 4, 5 ,6, 7 [3]	Оформление отчета по лабораторной работе №4, 5, 6, 7	6,25	Защита лабораторной работы

### 6.2. Тематика и задания для лабораторных занятий

1. Получение водорода ( $H_2$ )
2. Получение кислорода ( $O_2$ )
3. Получение углекислого газа ( $CO_2$ )
4. Приготовление раствора щелочи из твердых веществ
5. Приготовление водных растворов солей
6. Проведение перекристаллизации  $KCl$ ,  $NaCl$ ,  $Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O$
7. Синтез бромида гексаамминникеля (II)  $[Ni(NH_3)_6]Br_2$
8. Получение меди путем электролиза
9. Получение оксида магния  $MgO$
10. Зажигательные смеси
11. Получение гидроксида кальция  $Ca(OH)_2$

### 7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная:

1. Гельфман, Марк Иосифович. Неорганическая химия : [учеб. пособие для студ.] : рекомендовано УМЦ / М. И. Гельфман, В. П. Юстратов. - Изд. 2-е, стер. - СПб. : Лань, 2009. - 527, [1] с. : ил. -

(Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 502. - Предм.-имен. указ.: с. 511-519. - ISBN 978-5-8114-0730-9 : 603.24.

2. Наумов, А.Р. Практикум по неорганическому синтезу : Электролитические методы неорганического синтеза / А. Р. Наумов, Е. Ю. Зашивалова ; Костромской гос.ун-т. - Кострома : КГУ, 2001. - 48 с.

*б) дополнительная:*

1. Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учеб. пособие для вузов / В. А. Попков [и др.] ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 238, [2] с. - (Серия "Бакалавр"). - ISBN 978-5-9916-1666-9 : 257.76.

2. Окислительно-восстановительные процессы : Практикум для самостоятельной работы студентов по дисциплине "Неорганическая химия" / ГОУ ВПО Костром. гос. ун-т; Сост.: В. И. Парфенюк, О. П. Акаев. - Кострома : КГУ, 2005. - 20 с. - Библиогр.: с. 19.

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
2. ЭБС Университетская библиотека онлайн - <http://biblioclub.ru>
3. ЭБС «Znaniium» <http://znaniium.com/>

### **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
Аудитория для занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; мультимедийный проектор; рабочее место преподавателя, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; экран переносной; доска меловая; учебно-наглядные пособия, обеспечивающие наглядные иллюстрации; наборы демонстрационного оборудования	Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - <u>GNU LGPL v3+</u> )
Аудитория для занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; мультимедийный проектор; экран; ноутбук; доска меловая; учебно-наглядные пособия, обеспечивающие наглядные иллюстрации; наборы демонстрационного оборудования	Windows Pro 8.1 (поставщик ООО Софт-лайт Проекты, договор №50155/ЯР4393 от 12.12.2014 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - <u>GNU LGPL v3+</u> )



<p>Аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; доска меловая</p>	<p>Специальное лицензионное программное обеспечение не используется</p>
<p>Лаборатория (лаборатория неорганической химии), помещение для хранения и обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; доска меловая Лабораторное оборудование: сушильный шкаф; электрошкаф сушильный ШОЛ; весы лабораторные электронные ADAM-НСВ 602Н; весы аналитические СУ-224С; набор ареометров; печь муфельная; центрифуга лабораторная; вытяжные шкафы; плитки электрические; химическая лабораторная посуда и реактивы; учебно-наглядные пособия</p>	<p>Специальное лицензионное программное обеспечение не используется</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся</p>	<p>Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; демонстрационная LCD-панель; принтеры, в т.ч. большеформатный и цветной; сканеры (форматы А2 и А4); web-камеры; микрофоны</p>	<p>Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); АИБС «Марк-SQL» (поставщик НПО «Информ-система», договор № 260420060420 от 26.04.2006 г.); LibreOffice (тип лицензии - <u>GNU LGPL v3+</u>); Google Chrome (тип лицензии – BSD); Adobe Reader Acrobat BC (тип лицензии – free)</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся</p>	<p>Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; доска меловая</p>	<p>Windows Pro 8.1 (поставщик ООО Софт-лайт Проекты, договор №50155/ЯР4393 от 12.12.2014 г.); LibreOffice (тип лицензии - <u>GNU LGPL v3+</u>); Google Chrome (тип лицензии – BSD); Adobe Reader Acrobat BC (тип лицензии – free)</p>

### **Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

В рабочую программу дисциплины внесены следующие изменения:

1. Обновлен перечень лицензионного программного обеспечения;
2. Обновлен перечень материально-технического обеспечения;
3. Обновлен перечень основной и дополнительной литературы.