

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
Г.А. Хагуров  
подпись  
« 28 » 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.04 НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И  
КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Направление подготовки	04.03.01 Химия
Направленность (профиль)	Неорганическая химия и химия координационных соединений
Форма обучения	очная
Квалификация	бакалавр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины **НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ** составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата).

Программу составил Офлиди А.И., канд. хим. наук



Рабочая программа дисциплины **НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ** утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 10 «17» мая 2021 г.  
Заведующий кафедрой

Буков Н.Н.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 от «24» мая 2021 г.  
Председатель УМК факультета

Беспалов А.В.



Рецензенты:

Фролов В.Ю., канд. хим. наук, директор ООО «Ланэс».

Доценко В.В., д-р хим. наук, профессор кафедры органической химии и технологий ФГБОУ ВО «КубГУ».

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Целью учебной дисциплины «Направленный синтез неорганических и координационных соединений» является освоение студентами теоретических представлений различных методов синтеза неорганических соединений, в частности электрохимического синтеза как современного перспективного метода, методы разделения и очистки веществ, освоение методологии осуществления целенаправленного синтеза.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- раскрыть роль синтетической неорганической химии в решении проблемы создания материалов с необходимыми свойствами для современного производства, науки и техники;
- показать возможности электрохимического метода синтеза, как метода получения соединений с заданными свойствами;
- закрепить умение и навыки правильного обращения с лабораторным оборудованием, специальной химической посудой, реактивами и т. д.;
- познакомить студентов с основными методами получения и очистки неорганических соединений и важнейшими лабораторными и промышленными операциями и приемами, которые используются в синтезе неорганических материалов;
- закрепить навыки соблюдения норм охраны труда и правил безопасной работы при работе в химической лаборатории.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 04.03.01 «Химия». В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Данный курс опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Неорганическая химия», «Кристаллография», «Химия координационных соединений».

Знания, приобретенные при освоении курса, могут быть использованы при решении различных задач по дисциплинам «Перспективные неорганические материалы со специальными функциями», «Химия твердого тела», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1. Способен осуществлять стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование различных соединений и материалов	
ИПК-1.1. Осуществляет стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование химических соединений различной природы и материалов на их основе	знает базовые и специальные экспериментальные методы синтеза и исследования неорганических и координационных соединений
	умеет осуществлять синтез и исследование неорганических и координационных соединений, работая как самостоятельно, так и в составе группы
	владеет навыками выполнения базовых операций по синтезу и исследованию неорганических и координационных соединений
ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы и материалов на их основе	знает теоретические аспекты прямого синтеза и основы физико-химических методов анализа неорганических и координационных соединений
	умеет планировать химический эксперимент, формировать научный подход к выбору методов синтеза соединений с заданными свойствами и их идентификацию совокупностью физико-химических методов
	владеет приемами выбора оптимальных условий и параметров для получения и выделения целевого продукта и его исследования
ПК-4. Способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения	
ИПК-4.1. Прогнозирует свойства химических соединений и материалов на основе данных об их химическом строении	знает теории фундаментальных разделов теоретической неорганической химии, химии элементов, электрохимии и физической химии
	умеет применять на практике теоретические знания, для планирования и проведения эксперимента
	владеет практическими приемами применения междисциплинарных знаний для решения поставленной задачи
ИПК-4.2. Определяет области возможного применения различных соединений и материалов в зависимости от их свойств	знает области возможного применения неорганических и координационных соединений с заданными свойствами
	умеет использовать на практике теоретические знания для определения области применения неорганических и координационных соединений с заданными свойствами
	владеет практическими приемами использования междисциплинарных знаний для определения области применения неорганических и координационных соединений с заданными свойствами

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Форма обучения
		очная 6 семестр (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>88,3</b>	<b>88,3</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Занятия лекционного типа	34	34
Лабораторные занятия	34	34
практические занятия	-	-
семинарские занятия	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	20	20
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>29</b>	<b>29</b>
<i>Курсовая работа</i>	6	6
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	12	12
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	-	-
<i>Реферат</i>	-	-
Подготовка к текущему контролю	11	11
<b>Контроль:</b>		
Подготовка к экзамену	26,7	26,7
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
час.	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>в том числе контактная работа</b>	<b>88,3</b>	<b>88,3</b>
<b>зач. ед</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

### 2.2 Содержание дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (*очная форма*)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Теоретические основы синтеза неорганических и координационных соединений	22	8	-	8	6
2.	Методы направленного синтеза неорганических и координационных соединений	27	10	-	10	7
3.	Введение. История и становление электрохимического синтеза. Основные понятия и законы электрохимии.	12	4	-	4	4
4.	Первичные и вторичные процессы при электрохимическом синтезе. Основные преимущества и недостатки электрохимического синтеза.	12	4	-	4	4
5.	Аппаратное оформление анодного синтеза. Растворители применяются в электрохимическом синтезе и их выбор.	12	4	-	4	4
6.	Нестандартные методики электрохимического синтеза.	12	4	-	4	4
	<i>Итого по дисциплине:</i>	97	34	-	34	29
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	20				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	26,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Теоретические основы синтеза неорганических и координационных соединений	Сущность понятия «Направленный синтез». Основные понятия координационной химии: комплексы, координационные соединения, донорные атомы, дентатность, амбидентатность, топичность, координационное число. Координационный полиэдр и его основные формы. Правило циклов Чугаева. Хелатный эффект. Концепция эффективного атомного номера. Классификация льюисовских кислот. Теория Пирсона. Неводные растворители в неорганической координационной химии. Сольваток комплексы. Классификации растворителей. Гидрофильно-липофильный баланс координированных лигандов и растворимость координационных соединений. Растворимость комплексных соединений ионного типа в зависимости от характера внешнесферного иона. Растворимость комплексных соединений в смешанных растворителях.	Устный опрос
2.	Методы направленного синтеза неорганических и координационных соединений	Обменное взаимодействие лигандов с солями металлов в растворе. Обмен лигандов. Реакции двойного обмена. Обмен металлов. Темплатный синтез. Синтез на матрице металла. Синтез при непосредственном взаимодействии лигандов и металлов. Газофазный синтез комплексных соединений. Методы увеличения реакционной способности металлов. Синтез комплексных соединений при использовании высокоактивных металлов Риеке. Механосинтез комплексных соединений лантаноидов: трибохимический синтез, синтез под действием микроволнового излучения, синтез под действием ультразвука.	Устный опрос

3.	Введение. История и становление электрохимического синтеза. Основные понятия и законы электрохимии.	Понятие о электрохимии как науки. Основные этапы становления и открытия. Открытие Вольта и Гальвани. Применение электрохимического синтеза в промышленности и науки. Понятие об электронах, электродах, химическом токе. Законы Фарадея. Законы Ома для электролитов.	Устный опрос
4.	Первичные и вторичные процессы при электрохимическом синтезе. Основные преимущества и недостатки электрохимического синтеза.	Основные процессы и стадии происходящие на электродах и приэлектродном пространстве при электрохимическом синтезе. Первичные и вторичные процессы. Перенос электронов и образование промежуточных соединений. Плотность тока. Скорость электродного процесса. Преимущества и недостатки электрохимического синтеза по сравнению с классическими методами. Пассивация электродов. Зависимость плотности тока от потенциала при растворении металла. Электрон как «химический реагент».	Устный опрос
5.	Аппаратное оформление анодного синтеза. Растворители применяемы в электрохимическом синтезе и их выбор.	Виды электрохимических ячеек: одно и двухэлектродные, бездиафрагменные ячейки и ячейки с перегородкой. Форма, размер и вид применяемых электродов. Плотность тока, температура синтеза. Применение ультразвука. Виды применяемых растворителей в электрохимическом синтезе. Электрохимическая устойчивость растворителей. Вводные и неводные растворители. Влияние растворителя на комплексообразование. Диэлектрическая проницаемость, вязкость и температура кипения растворителей.	Устный опрос
6.	Нестандартные методики электрохимического синтеза.	Анодный синтез с использованием лиганда в качестве фонового электролита. Анодный синтез в среде лиганда. Электрохимический синтез с использованием ультразвука. Понятие об амальгамах и амальгамных электродах. Устройства электролизёра. Процессы происходящие на ртутных электродах. Понятие о анолите и католите. Преимущества и недостатки метода. Влияние параметров синтеза на скорость получения и виды продуктов. Выходы целевого продукта по веществу и по току. Подбор оптимальных параметров электросинтеза. Сравнительная характеристика с другими методами синтеза.	Устный опрос



### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Теоретические основы синтеза неорганических и координационных соединений	Влияние растворителя на состав синтезируемых комплексных соединений переходных металлов. Синтез неорганических соединений в смешанных растворителях.	ЛР
2	Методы направленного синтеза неорганических и координационных соединений	Синтез бензоатов тербия(III) и гадолиния(III). Синтез салицилатов тербия(III) и гадолиния(III). Синтез люминофора сульфида цинка.	ЛР
3	Введение. История и становление электрохимического синтеза. Основные понятия и законы электрохимии.	Получение вольтова столба. Движение ионов в электрическом поле. Влияние плотности тока на скорость электрохимической реакции. Электролиз растворов солей.	ЛР
4	Первичные и вторичные процессы при электрохимическом синтезе. Основные преимущества и недостатки электрохимического синтеза.	Гальванопластика и гальваностегия. Получение металлического кальция.	ЛР
5	Аппаратное оформление анодного синтеза. Растворители применяемы в электрохимическом синтезе и их выбор.	Влияние типа применяемой ячейки на продукты электрохимической реакции: получение гидроксида натрия и гипохлорита натрия. Влияние растворителя на продукты электрохимической реакции- водные и неводные растворители.	ЛР
6	Нестандартные методики электрохимического синтеза.	Синтез в среде лиганда. Синтез с применение ультразвука. Электрохимическое применение зозина из флуоресцеина.	ЛР

Защита лабораторной работы (ЛР)

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Синтез и изучение строения и свойств координационных соединений d- и f-элементов современными физическими методами исследования.
2. Использование методов квантовой химии для расчета свойств координационных соединений и материалов на их основе.
3. Синтез и физико-химическое изучение координационных соединений включения, в том числе потенциальных фарм. препаратов.
4. Синтез, строение и свойства координационных соединений и соединений включения по данным ЯМР спектроскопии.
5. Получение новых материалов с включением наночастиц d- и f-элементов, изучение их оптических и магнитных свойств.
6. Синтез, строение и спектральные свойства комплексных соединений лантаноидов с функционализированными органическими лигандами.
7. Получение и изучение свойств тонкопленочных материалов на основе комплексов лантаноидов.
8. Использование методов молекулярной спектроскопии при исследовании свойств композиционных материалов.
9. Влияние структуры и состава гибридных органо-неорганических твердофазных систем на их функциональные свойства.
10. Анодный синтез люминесцирующих координационных соединений РЗЭ в координирующих растворителях.
11. Электрохимический синтез координационных соединений лантаноидов - эффективных люминофоров.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проработка учебного (теоретического) материала	1. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 3: Химия переходных элементов. Кн. 1: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Дроздов, В. П. Зломанов, Г. Н. Мазо, Ф. М. Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. 2. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.

2.	Подготовка к текущему контролю	<p>1. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 3: Химия переходных элементов. Кн. 1: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Дроздов, В. П. Зломанов, Г. Н. Мазо, Ф. М. Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.</p> <p>2. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.</p>
----	--------------------------------	--

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: метод проблемного изложения материала; самостоятельное чтение студентами учебно-методической и справочной литературы и последующей свободной дискуссии по освоенному ими материалу; использование, иллюстративных видеоматериалов с помощью мультимедийного оборудования. Технологии личностно-ориентированного обучения, позволяющие создавать индивидуальные образовательные технологии.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Направленный синтез неорганических и координационных соединений».

Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме устного опроса и отчетов по лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и задач к экзамену.

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.1. Осуществляет стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование химических соединений различной природы и материалов на их основе	знает базовые и специальные экспериментальные методы синтеза и исследования неорганических и координационных соединений	Устный опрос	Вопрос на экзамене
		умеет осуществлять синтез и исследование неорганических и координационных соединений, работая как самостоятельно, так и в составе группы	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача
		владеет навыками выполнения базовых операций по синтезу и исследованию неорганических и координационных соединений	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача
2	ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы и материалов на их основе	знает теоретические аспекты прямого синтеза и основы физико-химических методов анализа неорганических и координационных соединений	Устный опрос	Вопрос на экзамене
		умеет планировать химический эксперимент, формировать научный подход к выбору методов синтеза	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача

		соединений с заданными свойствами и их идентификацию совокупностью физико-химических методов		
		владеет приемами выбора оптимальных условий и параметров для получения и выделения целевого продукта и его исследования	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача
3	ИПК-4.1. Прогнозирует свойства химических соединений и материалов на основе данных об их химическом строении	знает теории фундаментальных разделов теоретической неорганической химии, химии элементов, электрохимии и физической химии	Устный опрос	Вопрос на экзамене
		умеет применять на практике теоретические знания, для планирования и проведения эксперимента	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача
		владеет практическими приемами применения междисциплинарных знаний для решения поставленной задачи	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача
4	ИПК-4.2. Определяет области возможного применения различных соединений и материалов в зависимости от их свойств	знает области возможного применения неорганических и координационных соединений с заданными свойствами	Устный опрос	Вопрос на экзамене
		умеет использовать на практике теоретические знания для определения области применения неорганических и координационных соединений с заданными свойствами	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача
		владеет практическими приемами использования междисциплинарных знаний для определения области применения неорганических и координационных соединений с заданными свойствами	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:**

***Устный опрос***

**Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4**

**Вопросы устного опроса № 1**

1. Сущность понятия «Направленный синтез». Основные понятия координационной химии: комплексы, координационные соединения.
2. Основные понятия координационной химии: донорные атомы, дентатность, амбидентатность, топичность, координационное число. Координационный полиэдр и его основные формы.
3. Правило циклов Чугаева. Хелатный эффект.
4. Концепция эффективного атомного номера.
5. Классификация льюисовских кислот. Теория Пирсона.
6. Неводные растворители в координационной химии. Сольватоккомплексы.
7. Классификации растворителей.
8. Гидрофильно-липофильный баланс координированных лигандов и растворимость координационных соединений.
9. Растворимость комплексных соединений ионного типа в зависимости от характера внешнесферного иона.
10. Растворимость комплексных соединений в смешанных растворителях.

**Вопросы устного опроса № 2**

1. Обменное взаимодействие лигандов с солями металлов в растворе.
2. Обмен лигандов.
3. Реакции двойного обмена. Обмен металлов.
4. Темплатный синтез. Синтез на матрице металла.
5. Синтез при непосредственном взаимодействии лигандов и металлов

6. Газофазный синтез комплексных соединений
7. Методы увеличения реакционной способности металлов. Синтез комплексных соединений при использовании высокоактивных металлов Риеке
8. Механосинтез комплексных соединений лантаноидов: трибохимический синтез, синтез под действием микроволнового излучения, синтез под действием ультразвука.

#### Вопросы устного опроса № 3

1. Понятие электрохимии, её основные разделы, направления и применение.
2. Законы Фарадея. Дайте формулировки и запишите в математическом виде. Число Фарадея.
3. Основные понятия электрохимии: электролиз, электролит, анод, катод, ион, электрод, электрический ток, потенциал.
4. Электролиз, процессы происходящие при нём. Виды электролиза: электролиз расплава, электролиз раствора (указать особенности).
5. Проводимость электролитов. Закон Ома для электролитов. Плотность тока для сольватов.
6. Развитие электрохимического синтеза. Указать основные этапы его становления.

#### Вопросы устного опроса № 4

1. Первичные и вторичные процессы при электролизе.
2. Сущность электрохимического синтеза для получения комплексных соединений.
3. Последовательные стадии образования комплексного соединения при электрохимическом синтезе.
4. Энергия активации электрохимической. Факторы влияющие на неё.
5. Скорость электрохимической реакции и факторы влияющие на неё. Связь с электрохимической энергией активации, плотностью тока и

потенциалом. Диаграмма зависимости плотности тока от потенциала при растворении металла.

#### Вопросы устного опроса № 5

1. Анодный и катодный электрохимический синтез.
2. Преимущества и недостатки электрохимического синтеза.
3. Условия предъявляемые к выбору растворителей и фоновых электролитов при электрохимическом синтезе.
4. Аппаратное оформление процессов электрохимического синтеза комплексных соединений.
5. Выбор оптимальных условий электрохимического синтеза.
6. Выбор растворителей для электрохимического синтеза. Водные и неводные растворители. Их подготовка к синтезу.
7. Влияние растворителей на комплексообразование. Учет диэлектрической проницаемости, вязкости, рабочей температуры, давление паров растворителей.

#### Вопросы устного опроса № 6

1. Анодный синтез с использованием лиганда в качестве фонового электролита. Преимущества и недостатки.
2. Анодный синтез в среде лиганда. Преимущества и недостатки.
3. Электрохимический синтез с использованием биполярного амальгамного электрода. Аппаратное оформление, преимущества и недостатки.
4. Пассивация электродов, методы борьбы с пассивацией.
5. Электрохимический синтез комплексных соединений с использованием переменного тока.
6. Электрохимический синтез комплексных соединений с использованием ультразвука



### Критерии оценки:

Критерии	Оценка	Уровень
1) полное раскрытие вопроса; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) самостоятельность ответа, умение вводить и использовать собственные классификации и квалификации, анализировать и делать собственные выводы по рассматриваемой теме; 5) использование дополнительной литературы и иных материалов и др.	«отлично»	повышенный (продвинутый) уровень
1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; 2) несущественные ошибки в определении понятий и категорий и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; 3) использование устаревшей учебной литературы и других источников.	«хорошо»	базовый уровень
1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала и материала современных учебников; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий и т. п.; 3) использование устаревшей учебной литературы и других источников; 4) неспособность осветить проблематику учебной дисциплины и др.	«удовлетворительно»	пороговый уровень

## *Отчеты по лабораторным работам*

### **Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4**

#### **Перечень лабораторных работ**

- Влияние растворителя на состав синтезируемых комплексных соединений переходных металлов.
- Синтез неорганических соединений в смешанных растворителях.
- Синтез бензоатов тербия(III) и гадолиния(III).
- Синтез салицилатов тербия(III) и гадолиния(III).
- Синтез люминофора сульфида цинка.
- Получение вольтова столба.
- Движение ионов в электрическом поле.
- Влияние плотности тока на скорость электрохимической реакции.
- Электролиз растворов солей.
- Гальванопластика и гальваностегия.
- Получение металлического кальция.
- Влияние типа применяемой ячейки на продукты электрохимической реакции: получение гидроксида натрия и гипохлорита натрия.
- Влияние растворителя на продукты электрохимической реакции - водные и неводные растворители.
- Синтез в среде лиганда.
- Синтез с применением ультразвука.
- Электрохимическое эозина из флуоресцеина.

При выполнении данных работ обучающиеся оптимизируют параметры синтеза координационных соединений, а также модифицируют методики получения указанных веществ.

## Указания к составлению отчётов о выполнении работы

Все наблюдения и выводы по экспериментальной работе следует заносить в рабочий журнал, отражающий всю работу студента. На обложке или на первой странице журнала должны быть написаны фамилия студента, его инициалы, номер группы и название практикума. Записи в журнале производят только чернилами, лаконично, аккуратно, непосредственно после проведения опыта. Запись должна содержать:

1. Дату выполнения работы.
2. Название темы и название опыта
3. Последовательность проведения операций опыта.
4. Описание условий проведения опыта.
5. Рисунок или схему используемого прибора.
6. Уравнения всех происходящих в опытах реакций.
7. Изменение окраски веществ, выделение и характер осадка.
8. Расчеты, проводимые при выполнении работы.
9. Ответы на поставленные в руководстве вопросы.
10. Выводы.

### Критерии оценки

Критерии	Оценка	Уровень
Владение навыками планирования, прогнозирования и проведения химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; владение приемами разработки и реализации методов синтеза координационных соединений; владение техникой эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью; владение навыками работы на приборах, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.	зачтено	повышенный (продвинутый) уровень

<p>Владение навыками проведения химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; владение методами синтеза координационных соединений; владение техникой эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью; владение навыками работы на приборах, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.</p>	<p>зачтено</p>	<p>базовый уровень</p>
<p>Отсутствие владения навыками химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; невладение методами синтеза координационных соединений; отсутствие владения техникой эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью; отсутствие владения навыками работы на приборах, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.</p>	<p>не зачтено</p>	<p>уровень не сформирован</p>

### ***Курсовая работа***

При изучении дисциплины предусматривается выполнение курсовых работ по тематикам, указанным в разделе 2.3.3.

#### **Критерии оценки курсовой работы**

Курсовая работа, оформленная не в соответствии с предъявляемыми требованиями к структуре и оформлению курсовых работ, не принимается.

**Оценка «отлично»** выставляется при условии, что:

работа выполнена самостоятельно, носит творческий характер, возможно содержание элементов научной новизны;

собран, обобщен и проанализирован достаточный объем литературных источников;

при написании и защите работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретические знания и наличие практических навыков;

на защите освещены все вопросы исследования, ответы студента на вопросы профессионально грамотны, исчерпывающие.

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

тема работы раскрыта, однако выводы и рекомендации не всегда оригинальны и / или не имеют практической значимости, есть неточности при освещении отдельных вопросов темы;

собран, обобщен и проанализирован необходимый объем литературы, но не по всем аспектам исследуемой темы сделаны выводы и обоснованы практические рекомендации;

· при написании и защите работы студентом продемонстрирован средний уровень развития профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков;

в процессе защиты работы были неполные ответы на вопросы.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, когда:

тема работы раскрыта частично, но в основном правильно, допущено поверхностное изложение отдельных вопросов темы;

работа написана на базе очень небольшого количества источников, либо на базе устаревших источников, выводы и практические рекомендации не отражали в достаточной степени содержание работы;

при написании и защите работы студентом продемонстрирован удовлетворительный уровень развития профессиональных компетенций, поверхностный уровень теоретических знаний и практических навыков;

в процессе защиты студент недостаточно полно изложил основные положения работы, испытывал затруднения при ответах на вопросы.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

содержание работы не раскрывает тему, вопросы изложены бессистемно и поверхностно, нет анализа практического материала, основные положения и рекомендации не имеют обоснования;

работа не оригинальна, основана на одном или нескольких источников;

при написании и защите работы студентом продемонстрирован неудовлетворительный уровень развития профессиональных компетенций;

на защите студент показал поверхностные знания по исследуемой теме, отсутствие представлений об актуальных проблемах по теме работы, плохо отвечал на вопросы.

**Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4**

**Зачетно-экзаменационные материалы  
для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

**Вопросы для подготовки к экзамену**

**Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4**

1. Сущность понятия «Направленный синтез». Основные понятия координационной химии: комплексы, координационные соединения.

2. Основные понятия координационной химии: донорные атомы, дентатность, амбидентатность, топичность, координационное число. Координационный полиэдр и его основные формы.
3. Правило циклов Чугаева. Хелатный эффект.
4. Концепция эффективного атомного номера.
5. Классификация льюисовских кислот. Теория Пирсона.
6. Неводные растворители в координационной химии. Сольватоккомплексы.
7. Классификации растворителей.
8. Гидрофильно-липофильный баланс координированных лигандов и растворимость координационных соединений.
9. Растворимость комплексных соединений ионного типа в зависимости от характера внешнесферного иона.
10. Растворимость комплексных соединений в смешанных растворителях.
11. Обменное взаимодействие лигандов с солями металлов в растворе.
12. Обмен лигандов.
13. Реакции двойного обмена. Обмен металлов.
14. Темплатный синтез. Синтез на матрице металла.
15. Синтез при непосредственном взаимодействии лигандов и металлов
16. Газофазный синтез комплексных соединений
17. Методы увеличения реакционной способности металлов. Синтез комплексных соединений при использовании высокоактивных металлов Риеке
18. Механосинтез комплексных соединений лантаноидов: трибохимический синтез, синтез под действием микроволнового излучения, синтез под действием ультразвука.
19. Понятие электрохимии, её основные разделы, направления и применение.
20. Законы Фарадея. Дайте формулировки и запишите в математическом виде. Число Фарадея.
21. Основные понятия электрохимии: электролиз, электролит, анод, катод, ион, электрод, электрический ток, потенциал.

22. Электролиз, процессы происходящие при нём. Виды электролиза: электролиз расплава, электролиз раствора (указать особенности).
23. Проводимость электролитов. Закон Ома для электролитов. Плотность тока для сольватов.
24. Первичные и вторичные процессы при электролизе.
25. Развитие электрохимического синтеза. Указать основные этапы его становления.
26. Сущность электрохимического синтеза для получения комплексных соединений.
27. Последовательные стадии образования комплексного соединения при электрохимическом синтезе.
28. Энергия активации электрохимической. Факторы влияющие на неё.
29. Скорость электрохимической реакции и факторы влияющие на неё. Связь с электрохимической энергией активации, плотностью тока и потенциалом. Диаграмма зависимости плотности тока от потенциала при растворении металла.
30. Анодный и катодный электрохимический синтез.
31. Преимущества и недостатки электрохимического синтеза.
32. Условия предъявляемые к выбору растворителей и фоновых электролитов при электрохимическом синтезе.
33. Аппаратное оформление процессов электрохимического синтеза комплексных соединений.
34. Выбор оптимальных условий электрохимического синтеза.
35. Выбор растворителей для электрохимического синтеза. Водные и неводные растворители. Их подготовка к синтезу.
36. Влияние растворителей на комплексообразование. Учет диэлектрической проницаемости, вязкости, рабочей температуры, давление паров растворителей.
37. Анодный синтез с использованием лиганда в качестве фонового электролита. Преимущества и недостатки.

38. Анодный синтез в среде лиганда. Преимущества и недостатки.
39. Электрохимический синтез с использованием биполярного амальгамного электрода. Аппаратное оформление, преимущества и недостатки.
40. Пассивация электродов, методы борьбы с пассивацией.
41. Электрохимический синтез комплексных соединений с использованием переменного тока.
42. Электрохимический синтез комплексных соединений с использованием ультразвука

### Пример задачи к экзаменационным билетам

#### Компетенции проверяемые оценочным средством: *ПК-1, ПК-4*

1. За какое время завершиться процесс электролиза  $\text{CuSO}_4$  концентрацией 2М, при силе тока 0,5А. Какая концентрация кислоты образуется после полного осаждения меди, если принять объем раствора равным 5 литрам.

#### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;



– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1 Учебная литература**

1. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 752 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50684>. — Загл. с экрана.
2. Ахметов, Н.С. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Ахметов, М.К. Азизова, Л.И. Бадыгина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50685>. — Загл. с экрана.

### **5.2. Периодическая литература**

1. Электрохимия
2. Журнал неорганической химии
3. Координационная химия

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН»  
[www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН  
<http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
9. Springer Journals <https://link.springer.com/>
10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
11. Springer Nature Protocols and Methods  
<https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
13. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов  
<http://school-collection.edu.ru/> .

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения  
<http://moodle.kubsu.ru>

2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>

3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;

4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Успешное изучение дисциплины «Направленный синтез неорганических и координационных соединений» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;

2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;

3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;

2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

При подготовке к устному опросу рекомендуется:

1) ознакомиться с темой и планом занятия, чтобы выяснить круг вопросов, которые будут обсуждаться на занятии;

2) поработать с конспектом лекции по теме занятия, а также ознакомиться с рекомендуемой литературой и (при необходимости) дополнительными источниками информации в виде периодических изданий и Интернет-ресурсов.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это

планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория 430С.	Учебная лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью, вытяжной системой вентиляции, меловыми досками, средствами пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, лабораторным оборудованием: весы теххимические, электрические плитки, наборы химической посуды	Microsoft Windows; Microsoft Office

	и реактивов, магнитные мешалки с подогревом ММ-135Н «Таглер», рН-метр «Эксперт-001-3.04», спектрофотометр В-1100 ЭКОВЬЮ, лабораторный источник питания ПРОФКИП Б5-71/1М, весы аналитические Adventurer Pro AV114С	
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office

<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 431С)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Microsoft Windows; Microsoft Office</p>
---	---	--