

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

подпись

« 31 »

мая

2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.03 ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Направление подготовки/специальность 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) - Неорганическая химия и химия
координационных соединений

Форма обучения - очная

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Краснодар 2019

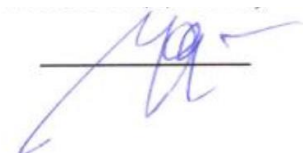
Рабочая программа дисциплины ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки - 04.03.01 Химия.

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



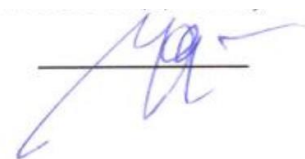
Рабочая программа дисциплины ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ утверждена на заседании кафедры (разработчика) общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 13 от «14» 05 2019 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Буков Н.Н.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 13 от «14» 05 2019 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Буков Н.Н.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 6 от «16» 05 2019 г.

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П.



Рецензенты:

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

Шкирская С.А., доцент кафедры физической химии ФГБОУ ВО «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Формирование современных представлений о координационных соединениях, методиках их синтеза, очистки и идентификации; основных физико-химических методах исследования строения и свойств координационных соединений, раскрытие причинно-следственных связей между составом, строением, свойствами и применением комплексных соединений.

1.2 Задачи дисциплины

- освоение и применение основных понятий химии координационных соединений, теорий строения, термодинамических и кинетических аспектов реакций комплексообразования, физико-химических методов исследования строения и свойств комплексов и практического использования координационных соединений и их свойств в профессиональной сфере;
- приобретение необходимых навыков для постановки, проведения и интерпретации результатов экспериментальной работы по химии координационных соединений; использования современных физико-химических подходов, приемов и методов для изучения особенностей протекания реакций комплексных частиц;
- формирование умений самостоятельно применять, пополнять и систематизировать полученные знания, устанавливать качественные и количественные зависимости свойств комплексов от их строения.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 04.03.01 «Химия».

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

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

1.4 Требования к уровню освоения дисциплины

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

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-1	Способен осуществлять стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование различных соединений и материалов	основные теории строения координационных соединений	использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения особенностей протекания реакций комплексных частиц	основными методиками синтеза и исследования координационных соединений
2	ПК-4	Способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения	об использовании координационных соединений в различных областях человеческой жизни	использовать полученные знания для постановки, проведения и интерпретации результатов экспериментальной работы	навыками использования знаний и умений в области координационной химии в практической деятельности

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			3	4		
Контактная работа, в том числе:		124,4	72,2	52,2		
Аудиторные занятия (всего):		118	68	50		
Занятия лекционного типа		50	34	16	-	-
Лабораторные занятия		68	34	34	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	4	2		
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,4	0,2	0,2		
Самостоятельная работа, в том числе:		55,6	35,8	19,8		
<i>Курсовая работа</i>		-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>		28	18	10	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>		-	-	-	-	-
<i>Реферат</i>		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		27,6	17,8	9,8	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-	-		
Общая трудоемкость	час.	180	108	72	-	-
	в том числе контактная работа	124,4	72,2	52,2		
	зач. ед	5	3	2		

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные понятия химии координационных соединений	23	6	-	8	9
2.	Химическая связь в координационных соединениях	19	10	-	-	9
3.	Комплексообразователи и лиганды	35	10	-	16	9
4.	Термодинамика комплексообразования	26,8	8	-	10	8,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>	103,8	34	-	34	35,8

	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	-				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
5.	Синтез и реакционная способность координационных соединений	26	4	-	16	6
6.	Физико-химические методы в координационной химии	26	6	-	14	6
7.	Прикладные аспекты химии координационных соединений	17,8	6	-	4	7,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>	69,8	16	-	34	19,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	-				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, КРС – 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.	Основные понятия химии координационных соединений	Краткая история развития химии координационных соединений. Общие сведения и понятия о координационных соединениях. Центральный атом –	Устный опрос Контрольная работа

		комплексообразователь, лиганды, внутренняя и внешняя координационные сферы. Степень окисления и координационное число центральных ионов. Дентатность лигандов. Классификация и правила номенклатуры координационных соединений. Детальные, полные и сокращенные формулы координационных соединений. Изомерия комплексных соединений: гидратная, ионизационная, координационная (в т.ч. координационная полимерия),	
		структурная, изомерия связи, геометрическая, оптическая и конформационная. Влияние типа изомерии координационного соединения на его физико-химические свойства.	
2.	Химическая связь в координационных соединениях	Модельные подходы к объяснению параметров химического связывания в координационных соединениях. Электростатический подход: модель мультипольных взаимодействий и концепция электронейтральности. Теория кристаллического поля. Объяснение спектральных и магнитных свойств комплексов. Проблема стабилизации состояний окисления комплексообразователей. Эффект Яна-Теллера. Метод валентных связей. Низко- и высокоспиновые комплексы. Внутри- и внешнеорбитальные комплексы. Теория поля лигандов как развитие теории кристаллического поля. Анализ возможностей и ограничений применения подходов к описанию химической связи в комплексных частицах.	Устный опрос Контрольная работа
3.	Комплексообразователи и лиганды	Обзорный анализ комплексообразующих свойств химических элементов: значения координационных чисел, характерные лиганды, устойчивости и геометрия комплексов, наиболее адекватные модели строения комплексов. Общая классификация лигандов. Лиганды молекулярных комплексов: атомы, ионы, дигомо-, полигомо- и гетероядерные неорганические	Устный опрос Контрольная работа

		молекулы, органические соединения. Амбидентатность лигандов. Хелатные лиганды, понятие о хелатном и полихелатном эффектах. Макроциклические лиганды, их классификация по Яцимирскому. Макроциклический эффект. Лиганды комплексов с многоцентровыми координационными связями. Лиганды ди- и полиядерных комплексов. Молекулы растворителей как лиганды сольваток комплексов.	
4.	Термодинамика комплексообразования	Термодинамические характеристики реакций комплексообразования, их взаимосвязь. Константы устойчивости координационных соединений. Расчеты равновесий комплексообразования. Основные факторы, влияющие на устойчивость комплексов. Ряд Ирвинга-Уильямса для изохорно-изозарядных ионов. Закономерности изменения последовательных констант устойчивости (статистическая и "химическая" компоненты, влияние природы лиганда, спинowego состояния, гибридизации). Термодинамика хелатного, полихелатного и макроциклического эффектов. Влияние растворителя как среды и химического реагента на комплексообразование.	Устный опрос Контрольная работа
5.	Синтез и реакционная способность координационных соединений	Стратегия синтеза координационных соединений. Прямые и косвенные пути синтеза. Термодинамически и кинетически контролируемые реакции синтеза. Примеры синтеза координационных соединений с моодентатными, хелатными и макроциклическими лигандами. Особенности синтеза полиядерных соединений. Темплатный синтез комплексных частиц. Методы синтеза, связанные с замораживанием равновесий комплексообразования. Окисление или восстановление доминирующего комплекса в системе комплексных частиц. Классификация реакций комплексных частиц. Формальная кинетика описания реакций. Понятие о кинетической	Устный опрос Контрольная работа

		устойчивости координационных соединений. Механизмы реакций замещения лигандов. Эффекты транс-влияния в квадратных и октаэдрических комплексах.	
6.	Физико-химические методы в координационной химии	Общая стратегия применения физико-химических методов в координационной химии. Дифракционные методы (рентгенография, электронография, нейтронография). Спектроскопические методы (ЯМР, ЭПР, ЯКР, КР, γ -резонансная, абсорбционная в широком диапазоне длин волн (от УФ до радиочастотной и др.)). Электрохимические методы (потенциометрия, полярография). Экстракционные методы. Калориметрические методы, в т.ч. методы термического анализа. Исследования растворимости. Ионообменные методы. Компьютерное моделирование.	Устный опрос Контрольная работа
7.	Прикладные аспекты химии координационных соединений	Координационные соединения в живых организмах. Понятие о биокоординационной химии. Биокомплексы и биокластеры. Биокомплексы с анионами неорганических кислот. Биокомплексы с аминокислотами и белками. Биокомплексы с порфиринами. Токсичность металлов: роль комплексообразования. Основные аспекты применения координационных соединений. Комплексные соединения платины как противоопухолевые препараты. Материалы на основе комплексных соединений: люминесцентные, магнитные, фотохромные и пр. Комплексы в гальванотехнике, аналитической химии и др. областях.	Реферат

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Лаб. работа: Общие свойства координационных соединений.	Отчет по лабораторной работе
2.	Лаб. работа: Лаб. работа: Координационные соединения s- и p-элементов.	Отчет по лабораторной работе
3.	Лаб. работа: Комплексные соединения d-элементов.	Отчет по лабораторной работе
4.	Лаб. работа: Комплексные соединений с различными типами лигандов.	Отчет по лабораторной работе
5.	Лаб. работа: Прочность комплексных соединений.	Отчет по лабораторной работе
6.	Лаб. работа: Определение термодинамических параметров реакций комплексообразования.	Отчет по лабораторной работе
7.	Лаб. работа: Методы синтеза координационных соединений.	Отчет по лабораторной работе
8.	Лаб. работа: Реакционная способность координационных соединений.	Отчет по лабораторной работе
9.	Лаб. работа: Цветность комплексных соединений.	Отчет по лабораторной работе
10.	Лаб. работа: Исследование комплексообразования методом потенциометрии.	Отчет по лабораторной работе
11.	Лаб. работа: Исследование комплексообразования методом электронной спектроскопии.	Отчет по лабораторной работе
12.	Лаб. работа: Применение комплексных соединений	Отчет по лабораторной работе

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

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. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 1. : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ю.М. Киселев. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 439 с. – (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02960-4. – Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/CA816A98-1F89-4B19-AAE0-7C7AE5C14DBF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-1 2. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 2. : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ю.М. Киселев. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 229 с. – (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02962-8. – Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/29B623B4-9585-4AE3-B588-D309512FB4BF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-2 3. Неудачина, Л. К. Химия координационных соединений : учебное пособие для академического бакалавриата / Л. К. Неудачина, Н. В. Лакиза. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 123 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-05861-1. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F 4. 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	1. Неудачина, Л. К. Химия координационных соединений : учебное пособие для академического бакалавриата / Л. К. Неудачина, Н. В. Лакиза. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 123 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-05861-1. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F 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.

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 соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «Химия» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. Интерактивное обучение - путь к управлению системы самостоятельной работы студентов.

Технология интерактивного обучения заключается в том, что на протяжении всего учебного времени происходит обмен мнениями, выслушиваются и обсуждаются разные точки зрения студентов. Интерактивные методы - это способы целенаправленного усиленного взаимодействия преподаватели и студентов по созданию оптимальных условий процесса обучения.

Организация изучения материала курса осуществляется на основе системно-деятельностного подхода и рекомендаций поэтапного формирования умственных действий. При освоении дисциплины используются как традиционные, так и новые педагогические технологии. Лекции и лабораторные занятия являются традиционными при обучении в вузах и способствуют формированию у студентов базовых знаний, основных мыслительных операций, развитию логики. Лекции носят мотивационно-познавательный характер. Лабораторные занятия являются самостоятельными и имеют проблемно-поисковый характер. Лабораторную работу, выполняемую студентом, можно считать проблемной ситуацией и ее решение позволяет реализовать творческую деятельность, развить коммуникативную способность каждого студента, научить его аргументированно выражать свои мысли в присутствии других, развивать навыки экспериментальной работы.

Для повышения эффективности учебного процесса используются следующие образовательные технологии: информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется метод проблемного изложения материала, самостоятельное изучение литературы, применение новых

информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний включая использование технических и электронных средств информации; деятельностные практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность; развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения; технологии личностно-ориентированного обучения, позволяющие создавать индивидуальные образовательные технологии, обеспечивающие учет различных способностей обучающихся, создание необходимых условий для развития их индивидуальных особенностей.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут быть использованы образовательные технологии, позволяющие полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности, вносить вовремя необходимые коррективы как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

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 к зачету.

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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемо й компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточна я аттестация
1	Основные понятия химии координационных соединений	ПК-1, ПК-4	Устный опрос по теме «Основные понятия химии координационных соединений» Контрольная работа №1 Отчет по лабораторной работе «Общие свойства координационных соединений»	Вопрос на зачете 1-4
2	Химическая связь в координационных соединениях	ПК-1, ПК-4	Устный опрос по теме «Химическая связь в координационных соединениях» Контрольная работа №1	Вопрос на зачете 5-10
3	Комплексообразовател и и лиганды	ПК-1, ПК-4	Устный опрос по теме «Комплексообразовател и и лиганды» Контрольная работа №1 Отчеты по лабораторным работам «Координационные соединения s- и p- элементов», «Комплексные соединения d- элементов», «Комплексные соединений с	Вопрос на зачете 11-15

			различными типами лигандов»	
4	Термодинамика комплексообразования	ПК-1, ПК-4	Устный опрос по теме «Термодинамика комплексообразования» Контрольная работа №2 Отчеты по лабораторным работам «Прочность комплексных соединений», «Определение термодинамических параметров реакций комплексообразования»	Вопрос на зачете 18
5	Синтез и реакционная способность координационных соединений	ПК-1, ПК-4	Устный опрос по теме «Синтез и реакционная способность координационных соединений» Контрольная работа №2 Отчеты по лабораторным работам «Методы синтеза координационных соединений», «Реакционная способность координационных соединений»	Вопрос на зачете 16, 17, 19
6	Физико-химические методы в координационной химии	ПК-1, ПК-4	Устный опрос по теме «Физико-химические методы в координационной химии» Контрольная работа №2 Отчеты по лабораторным работам «Цветность комплексных соединений», «Исследование комплексообразования методом потенциометрии», «Исследование комплексообразования методом электронной спектроскопии»	Вопрос на зачете 20-23

7	Прикладные аспекты химии координационных соединений	ПК-1, ПК-4	Реферат Отчет по лабораторной работе «Применение комплексных соединений»	Вопрос на зачете 24
---	---	------------	---	---------------------

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ПК-1 – Способен осуществлять стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование различных соединений и материалов;	<i>Знает</i> – основные теории строения координационных соединений	<i>Знает</i> – основные теории строения координационных соединений	<i>Знает</i> – основные теории строения координационных соединений
	<i>Имеющиеся знания неполные, не вполне осознанные</i>	<i>Имеющиеся знания являются полными и преимущественно осознанными</i>	<i>Имеющиеся знания являются полными и осознанными</i>
	<i>Умеет</i> – использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения особенностей протекания реакций комплексных частиц	<i>Умеет</i> – использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения особенностей протекания реакций комплексных частиц	<i>Умеет</i> – использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения особенностей протекания реакций комплексных частиц

	<i>При выполнении заданий достигает минимально допустимый уровень в решении поставленных задач</i>	<i>При выполнении заданий нуждается в консультациях</i>	<i>Свободно владеет умением, проявляя элементы самостоятельного творческого подхода</i>
	<i>Владеет – основными методиками синтеза и исследования координационных соединений</i> <i>Владение сформировано слабо</i>	<i>Владеет – основными методиками синтеза и исследования координационных соединений</i> <i>Владение сформировано не полностью, студент успешно действует в стандартных ситуациях, но затрудняется в решении менее тривиальных задач</i>	<i>Владеет – основными методиками синтеза и исследования координационных соединений</i> <i>Действует на продуктивном уровне, способен принимать решения в ситуациях, требующих нестандартного подхода</i>
ПК-4 – Способен прогнозировать свойства веществ и	<i>Знает – об использовании координационных соединений в</i>	<i>Знает – об использовании координационных соединений в</i>	<i>Знает – об использовании координационных соединений в</i>

материалов зависимости химического строения определять области возможного применения	В ОТ И ИХ	различных областях человеческой жизни	различных областях человеческой жизни	различных областях человеческой жизни
		<i>Имеющиеся знания неполные, не вполне осознанные</i>	<i>Имеющиеся знания являются полными и преимущественно осознанными</i>	<i>Имеющиеся знания являются полными и осознанными</i>
		Умеет – использовать полученные знания для постановки, проведения и интерпретации результатов экспериментальной работы <i>При выполнении заданий достигает минимально допустимый уровень в решении поставленных задач</i>	Умеет – использовать полученные знания для постановки, проведения и интерпретации результатов экспериментальной работы <i>При выполнении заданий нуждается в консультациях</i>	Умеет – использовать полученные знания для постановки, проведения и интерпретации результатов экспериментальной работы <i>Свободно владеет умением, проявляя элементы самостоятельного творческого подхода</i>
		<i>Владеет – навыками использования знаний и умений в области координационной химии в практической деятельности</i> <i>Владение сформировано слабо</i>	<i>Владеет – навыками использования знаний и умений в области координационной химии в практической деятельности</i> <i>Владение сформировано не полностью, студент успешно действует в стандартных ситуациях, но затрудняется в решении менее тривиальных задач</i>	<i>Владеет – навыками использования знаний и умений в области координационной химии в практической деятельности</i> <i>Действует на продуктивном уровне, способен принимать решения в ситуациях, требующих нестандартного подхода</i>

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

Тема: «Основные понятия химии координационных соединений»

1. Краткая история развития химии координационных соединений.
2. Общие сведения и понятия о координационных соединениях.
3. Центральный атом – комплексообразователь, лиганды, внутренняя и внешняя координационные сферы.
4. Степень окисления и координационное число центральных ионов.
5. Дентатность лигандов.
6. Классификация и правила номенклатуры координационных соединений.
7. Детальные, полные и сокращенные формулы координационных соединений.
8. Изомерия комплексных соединений: гидратная, ионизационная, координационная (в т.ч. координационная полимерия), структурная, изомерия связи, геометрическая, оптическая и конформационная.
9. Влияние типа изомерии координационного соединения на его физико-химические свойства.

Тема: «Химическая связь в координационных соединениях»

1. Модельные подходы к объяснению параметров химического связывания в координационных соединениях.
2. Электростатический подход: модель мультипольных взаимодействий и концепция электронейтральности.
3. Теория кристаллического поля.
4. Объяснение спектральных и магнитных свойств комплексов.
5. Проблема стабилизации состояний окисления комплексообразователей.
6. Эффект Яна-Теллера.
7. Метод валентных связей.
8. Низко- и высокоспиновые комплексы.
9. Внутри- и внешнеорбитальные комплексы.
10. Теория поля лигандов как развитие теории кристаллического поля.
11. Анализ возможностей и ограничений применения подходов к описанию химической связи в комплексных частицах.

Тема: «Комплексообразователи и лиганды»

1. Обзорный анализ комплексообразующих свойств химических элементов: значения координационных чисел, характерные лиганды, устойчивости и геометрия комплексов, наиболее адекватные модели строения комплексов.
2. Общая классификация лигандов.
3. Лиганды молекулярных комплексов: атомы, ионы, дигомо-, полигомо- и гетероядерные неорганические молекулы, органические соединения.
4. Амбидентатность лигандов.
5. Хелатные лиганды, понятие о хелатном и полихелатном эффектах.
6. Макроциклические лиганды, их классификация по Яцимирскому.
7. Макроциклический эффект.
8. Лиганды комплексов с многоцентровыми координационными связями.
9. Лиганды ди- и полиядерных комплексов.
10. Молекулы растворителей как лиганды сольваток комплексов.

Тема: «Термодинамика комплексообразования»

1. Термодинамические характеристики реакций комплексообразования, их взаимосвязь.
2. Константы устойчивости координационных соединений.
3. Расчеты равновесий комплексообразования.
4. Основные факторы, влияющие на устойчивость комплексов.
5. Ряд Ирвинга-Уильямса для изохорно-изозарядных ионов.
6. Закономерности изменения последовательных констант устойчивости (статистическая и "химическая" компоненты, влияние природы лиганда, спинowego состояния, гибридизации).
7. Термодинамика хелатного, полихелатного и макроциклического эффектов.
8. Влияние растворителя как среды и химического реагента на комплексообразование.

Тема: «Синтез и реакционная способность координационных соединений»

1. Стратегия синтеза координационных соединений.
2. Прямые и косвенные пути синтеза.
3. Термодинамически и кинетически контролируемые реакции синтеза.
4. Примеры синтеза координационных соединений с монодентатными, хелатными и макроциклическими лигандами.
5. Особенности синтеза полиядерных соединений.
6. Темплатный синтез комплексных частиц.
7. Методы синтеза, связанные с замораживанием равновесий комплексообразования.
8. Окисление или восстановление доминирующего комплекса в системе комплексных частиц.

9. Классификация реакций комплексных частиц.
10. Формальная кинетика описания реакций.
11. Понятие о кинетической устойчивости координационных соединений.
12. Механизмы реакций замещения лигандов.
13. Эффекты транс-влияния в квадратных и октаэдрических комплексах.

Тема: «Физико-химические методы в координационной химии»

1. Общая стратегия применения физико-химических методов в координационной химии.
2. Дифракционные методы (рентгенография, электронография, нейтронография).
3. Спектроскопические методы (ЯМР, ЭПР, ЯКР, КР, γ -резонансная, абсорбционная в широком диапазоне длин волн (от УФ до радиочастотной и др.).
4. Электрохимические методы (потенциометрия, полярография).
5. Экстракционные методы.
6. Калориметрические методы, в т.ч. методы термического анализа.
7. Исследования растворимости.
8. Ионообменные методы.
9. Компьютерное моделирование.

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	«хорошо»	базовый уровень

литературы и других источников.		
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

Лаб. работа: Общие свойства координационных соединений.
Лаб. работа: Лаб. работа: Координационные соединения s- и p-элементов.
Лаб. работа: Комплексные соединения d-элементов.
Лаб. работа: Комплексные соединений с различными типами лигандов.
Лаб. работа: Прочность комплексных соединений.
Лаб. работа: Определение термодинамических параметров реакций комплексообразования.
Лаб. работа: Методы синтеза координационных соединений.
Лаб. работа: Реакционная способность координационных соединений.
Лаб. работа: Цветность комплексных соединений.
Лаб. работа: Исследование комплексообразования методом потенциометрии.
Лаб. работа: Исследование комплексообразования методом электронной спектроскопии.
Лаб. работа: Применение комплексных соединений

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

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.	зачтено	базовый уровень
Отсутствие владения навыками химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; невладевание 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.	не зачтено	уровень не сформирован

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

**Вопросы для подготовки к зачету
Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4**

1. Основные понятия координационной теории.
2. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов.
3. Номенклатура комплексных соединений.
4. Изомерия комплексных соединений.
5. Природа химической связи в комплексных соединениях. Метод валентных связей для описания координационных соединений.
6. Теория кристаллического поля (ТКП). Расщепление *d*-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле.
7. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов.
8. Понятие о теории Яна-Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов.

9. Энергетическая диаграмма МО комплексных соединений. Построение групповых орбиталей и их взаимодействие с орбиталями центрального атома, σ - и π -донорные и акцепторные лиганды.
10. Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений.
11. Комплексные соединения s- и p-элементов.
12. Комплексные соединения d-элементов.
13. Карбонилы, металлокарбены, металлоцены, фуллериды.
14. Комплексы с макроциклическими лигандами.
15. Полиядерные комплексы.
16. Механизмы реакций комплексных соединений.
17. Взаимное влияние лигандов в координационной сфере.
18. Устойчивость комплексов в растворах и основные факторы, ее определяющие.
19. Лабильность и инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Л.А.Чугаева.
20. Дифракционные методы исследования координационных соединений: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, нейтронография, электронография.
21. Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области, колебательная спектроскопия (ИК- и комбинационного рассеяния), спектроскопия ЭПР, ЯМР, ЯКР, EXAFS-спектроскопия, спектроскопия циркулярного дихроизма.
22. Исследования электропроводности и магнитной восприимчивости. Исследования дипольных моментов. Импеданс-спектроскопия.
23. Термогравиметрия и масс-спектрометрия комплексных соединений.
24. Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Методические рекомендации к сдаче зачета

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине, выполнения лабораторных работ.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу должны оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на лабораторных занятиях, выполнения самостоятельной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных лабораторных работ.

Студенты у которых количество пропусков превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет освоения дисциплины. При этом студенты должны сдать отчеты по всем лабораторным работам.

Критерии оценки

Ответ оценивается **«зачтено»**, если студент:

полно раскрыл содержание материала в области, предусмотренной программой; изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно использовал терминологию; показал умения иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами из практики; продемонстрировал усвоение изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость знаний; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов; возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов.

Ответ оценивается **«незачтено»** в следующих случаях:

не раскрыто основное содержание учебного методического материала; обнаружено незнание и непонимание студентом большей или наиболее важной части дисциплины; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя; допускает ошибки в освещении основополагающих вопросов дисциплины.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

5.1 Основная литература:

1. Неудачина, Л. К. Химия координационных соединений : учебное пособие для академического бакалавриата / Л. К. Неудачина, Н. В. Лакиза. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 123 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-05861-1. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F .

5.2 Дополнительная литература:

1. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Ю. М. Киселев, Н. А. Добрынина. - М. :

Академия, 2007. - 344 с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Библиогр.: с. 340-342. - ISBN 9785769530500.

2. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 1. : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ю.М. Киселев. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 439 с. – (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02960-4. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/CA816A98-1F89-4B19-AAE0-7C7AE5C14DBF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-1>

3. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 2. : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ю.М. Киселев. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 229 с. – (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02962-8. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/29B623B4-9585-4AE3-B588-D309512FB4BF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-2>

5.3 Периодические издания:

1. «Журнал неорганической химии».
2. «Журнал общей химии».
3. «Координационная химия».
4. «Химия и жизнь».

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО преподавание учебной дисциплины «Химия координационных соединений» предусматривает компетентностный подход в учебном процессе, который основывается на инновационных психолого-педагогических технологиях, направленных на повышение эффективности и качества формирования профессиональных навыков обучающихся. Основными формами обучения являются: лекции и лабораторные работы.

В разработанной программе использованы активные и интерактивные формы обучения: дискуссии, проблемные лекции, решение практических задач и кейсов, работа в составе малых групп.

Для успешного освоения дисциплины «Химия координационных соединений» каждый студент обеспечивается учебно-методическими материалами (тематическими планами лекций, семинарских и лабораторных занятий, учебно-методической литературой, лабораторными практикумами, типовыми задачами).

Различные виды учебной работы, включая самостоятельную работу студента, способствуют овладению культурой мышления, способностью в письменной и устной речи логически правильно оформить основные положения дидактических единиц дисциплины, т.е. формируется системный подход к анализу химической информации, восприятию инноваций, что

способствует готовности к самосовершенствованию, самореализации, личностной и предметной рефлексии.

Тематика лекций и лабораторных работ соответствует содержанию программы дисциплины.

Лекции читают по наиболее важным разделам программы. Они носят проблемный характер и формируют у студентов системное представление об изучаемых разделах предмета, обеспечивают усвоение ими основных принципов и положений дисциплины «Неорганическая химия», а также готовность к восприятию научно-технических инноваций и технологий.

Лабораторные занятия проводятся с целью усвоения студентами основных теоретических, методических и организационных разделов программы, а также выработки и закреплению навыков практических умений.

Отдельные темы разделов дисциплины студенты прорабатывают самостоятельно. Содержание самостоятельной работы: чтение основной и рекомендуемой дополнительной литературы, решение ситуационных задач, что способствует развитию познавательной активности, творческого мышления студентов, прививает навыки самостоятельного поиска информации, а также формирует способность и готовность к самосовершенствованию, самореализации и творческой адаптации.

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. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационных технологий.

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных занятий.

7.2 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения

В процессе освоения дисциплины используется следующее программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
(<http://www.consultant.ru>)

2. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
3. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
4. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
5. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/>
6. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных www.rusnano.com
7. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. URL: <http://fcior.edu.ru/>.
9. Российский образовательный портал. URL: <http://www.school.edu.ru/>
10. Интернет сайты ведущих государственных ВУЗов и научных организаций РФ: МГУ, СПбГУ, РХТУ, НГУ, КубГУ, РАН РФ и др.
11. Зарубежные ведущие научные и учебные центры: NBS USA, MTI UK, ChLab Japan, NSRDS и др.
12. Химический каталог: химические ресурсы Рунета <http://www.ximicat.com/>
13. Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>
14. Химик: сайт о химии для химиков <http://www.xumuk.ru/>
15. Химический сервер <http://www.Himhelp.ru>

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащённая комплектом учебной мебели, меловой доской и переносным мультимедийным оборудованием (аудитория 439С)
2	Лабораторные работы	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, укомплектованная специализированной мебелью, вытяжной системой вентиляции, меловой доской, средствами пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, лабораторным оборудованием: весы теххимические,

		электрические плитки, наборы химической посуды и реактивов, водяные бани, термометры, 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 AV114C (аудитория 439с).
3	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (аудитория 431С)
4	Групповые (индивидуальные) консультации, текущий контроль, промежуточная аттестация	аудитория 136С