

Министерство образования и науки 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

Хагуров Т.А.

2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.04 ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Направление подготовки – 04.03.01 Химия

Направленность/профиль – Неорганическая химия и химия  
координационных соединений

Программа подготовки – академическая

Форма обучения – очная

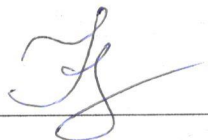
Квалификация выпускника – бакалавр

Краснодар 2018

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:

Ф.А. Колоколов, доцент кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии, канд. хим. наук



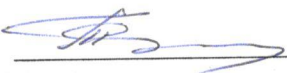
Рабочая программа дисциплины «Химия координационных соединений» утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 8 «10» апреле 2018г. Заведующий кафедрой Буков Н.Н.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 8 «10» апреле 2018г. Заведующий кафедрой Буков Н.Н.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 «20» апреле 2018г. Председатель УМК факультета Стороженко Т.П.



Рецензенты:

Цюпка Татьяна Григорьевна, профессор кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО «КубГУ»

Колесников Юрий Викторович, генеральный директор ООО «АкостаЛаб»

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

### **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 дисциплинам вариативной части блока Б1 учебного плана направления 04.03.01 Химия, направленность (профиль) «Неорганическая химия и химия координационных соединений».

Дисциплина «Химия координационных соединений» базируется на курсах «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Аналитическая химия», Физические методы анализа», «Строение вещества», а также использует основные разделы математики и физики. Она закладывает основу для последующих спецкурсов бакалавриата и магистратуры.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОПК-1, ПК-3, ПК-4

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                             | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны |                                                                                                                                     |                                                                        |
|--------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                   | знать                                                       | уметь                                                                                                                               | владеть                                                                |
| 1      | ОПК-1              | способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач | 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 |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                   | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                                     |                                                                                                                                |                                                                                                    |
|--------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                         | знать                                                                                                                                           | уметь                                                                                                                          | владеть                                                                                            |
| 2      | ПК-3               | владением системой фундаментальных химических понятий                                                                                   | основные понятия химии координационных соединений, их номенклатура, изомерия, особенности комплексобразования в различных агрегатных состояниях | свободно и грамотно излагать теоретический материал по основным вопросам химии координационных соединений, проводить дискуссии | базовыми знаниями фундаментальных разделов химии координационных соединений                        |
| 3      | ПК-4               | способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов | 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 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Вид учебной работы                                                    |                                      | Всего часов | Семестры (часы) |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|-----------------|
|                                                                       |                                      |             | 8               |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                                |                                      | <b>76,3</b> | <b>76,3</b>     |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                                    |                                      | <b>72</b>   | <b>72</b>       |
| Занятия лекционного типа                                              |                                      | 24          | 24              |
| Лабораторные занятия                                                  |                                      | 48          | 48              |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)            |                                      | -           | -               |
| <b>Иная контактная работа:</b>                                        |                                      | <b>4,3</b>  | <b>4,3</b>      |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                 |                                      | 4           | 4               |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                        |                                      | 0,3         | 0,3             |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                           |                                      | <b>41</b>   | <b>41</b>       |
| Проработка учебного (теоретического) материала                        |                                      | 15          | 15              |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) |                                      | 15          | 15              |
| Подготовка к текущему контролю                                        |                                      | 11          | 11              |
| <b>Контроль:</b>                                                      |                                      | <b>26,7</b> | <b>26,7</b>     |
| Подготовка к экзамену                                                 |                                      | 26,7        | 26,7            |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                             | <b>час.</b>                          | <b>144</b>  | <b>144</b>      |
|                                                                       | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>76,3</b> | <b>76,3</b>     |
|                                                                       | <b>зач. ед</b>                       | <b>4</b>    | <b>4</b>        |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре

| №  | Наименование разделов (тем)                                 | Количество часов |                   |    |    |                      |
|----|-------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |                                                             | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |                                                             |                  | Л                 | ПЗ | ЛР | СРС                  |
| 1  | 2                                                           | 3                | 4                 | 5  | 6  | 7                    |
| 1. | Основные понятия химии координационных соединений           | 10               | 2                 | -  | 4  | 4                    |
| 2. | Химическая связь в координационных соединениях              | 12               | 4                 | -  | -  | 8                    |
| 3. | Комплексообразователи и лиганды                             | 20               | 4                 | -  | 12 | 4                    |
| 4. | Термодинамика комплексообразования                          | 18               | 2                 | -  | 8  | 8                    |
| 5. | Синтез и реакционная способность координационных соединений | 18               | 2                 | -  | 10 | 6                    |
| 6. | Физико-химические методы в координационной химии            | 22               | 6                 | -  | 10 | 6                    |
| 7. | Прикладные аспекты химии координационных соединений         | 13               | 4                 | -  | 4  | 5                    |
|    | <i>Итого по дисциплине:</i>                                 | 113              | 24                | -  | 48 | 41                   |

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. | Основные понятия химии координационных соединений | Краткая история развития химии координационных соединений. Общие сведения и понятия о координационных соединениях. Центральный атом – 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), | Устный опрос<br>Контрольная работа |

| 1  | 2                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4                                  |
|----|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|    |                                                | структурная, изомерия связи, геометрическая, оптическая и конформационная. Влияние типа изомерии координационного соединения на его физико-химические свойства.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| 2. | Химическая связь в координационных соединениях | <p>Модельные подходы к объяснению параметров химического связывания в координационных соединениях.</p> <p>Электростатический подход: модель мультипольных взаимодействий и концепция электронейтральности.</p> <p>Теория кристаллического поля.</p> <p>Объяснение спектральных и магнитных свойств комплексов.</p> <p>Проблема стабилизации состояний окисления комплексообразователей.</p> <p>Эффект Яна-Теллера. Метод валентных связей. Низко- и высокоспиновые комплексы. Внутри- и внешнеорбитальные комплексы.</p> <p>Теория поля лигандов как развитие теории кристаллического поля.</p> <p>Анализ возможностей и ограничений применения подходов к описанию химической связи в комплексных частицах.</p>                                                        | Устный опрос<br>Контрольная работа |
| 3. | Комплексообразователи и лиганды                | <p>Обзорный анализ комплексообразующих свойств химических элементов: значения координационных чисел, характерные лиганды, устойчивости и геометрия комплексов, наиболее адекватные модели строения комплексов.</p> <p>Общая классификация лигандов.</p> <p>Лиганды молекулярных комплексов: атомы, ионы, дигомо-, полигомо- и гетероядерные неорганические молекулы, органические соединения.</p> <p>Амбидентатность лигандов. Хелатные лиганды, понятие о хелатном и полихелатном эффектах.</p> <p>Макроциклические лиганды, их классификация по Яцимирскому.</p> <p>Макроциклический эффект. Лиганды комплексов с многоцентровыми координационными связями. Лиганды ди- и полиядерных комплексов.</p> <p>Молекулы растворителей как лиганды сольваток комплексов.</p> | Устный опрос<br>Контрольная работа |

| 1  | 2                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4                                  |
|----|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 4. | Термодинамика комплексообразования                          | <p>Термодинамические характеристики реакций комплексообразования, их взаимосвязь. Константы устойчивости координационных соединений.</p> <p>Расчеты равновесий комплексообразования. Основные факторы, влияющие на устойчивость комплексов. Ряд Ирвинга-Уильямса для изохорно-изозарядных ионов.</p> <p>Закономерности изменения последовательных констант устойчивости (статистическая и "химическая" компоненты, влияние природы лиганда, спинowego состояния, гибридизации).</p> <p>Термодинамика хелатного, полихелатного и макроциклического эффектов. Влияние растворителя как среды и химического реагента на комплексообразование.</p>                                                                                                                                         | Устный опрос<br>Контрольная работа |
| 5. | Синтез и реакционная способность координационных соединений | <p>Стратегия синтеза координационных соединений. Прямые и косвенные пути синтеза. Термодинамически и кинетически контролируемые реакции синтеза. Примеры синтеза координационных соединений с монодентатными, хелатными и макроциклическими лигандами.</p> <p>Особенности синтеза полиядерных соединений. Темплатный синтез комплексных частиц. Методы синтеза, связанные с замораживанием равновесий комплексообразования.</p> <p>Окисление или восстановление доминирующего комплекса в системе комплексных частиц. Классификация реакций комплексных частиц.</p> <p>Формальная кинетика описания реакций. Понятие о кинетической устойчивости координационных соединений. Механизмы реакций замещения лигандов. Эффекты транс-влияния в квадратных и октаэдрических комплексах.</p> | Устный опрос<br>Контрольная работа |

| 1  | 2                                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                                  |
|----|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 6. | Физико-химические методы в координационной химии    | Общая стратегия применения физико-химических методов в координационной химии.<br>Дифракционные методы (рентгенография, электронография, нейтронография).<br>Спектроскопические методы (ЯМР, ЭПР, ЯКР, КР, $\gamma$ -резонансная, абсорбционная в широком диапазоне длин волн (от УФ до радиочастотной и др.). Электрохимические методы (потенциометрия, полярография).<br>Экстракционные методы.<br>Калориметрические методы, в т.ч. методы термического анализа.<br>Исследования растворимости.<br>Ионообменные методы.<br>Компьютерное моделирование.                                   | Устный опрос<br>Контрольная работа |
| 7. | Прикладные аспекты химии координационных соединений | Координационные соединения в живых организмах. Понятие о биокординационной химии.<br>Биокомплексы и биокластеры.<br>Биокомплексы с анионами неорганических кислот.<br>Биокомплексы с аминокислотами и белками. Биокомплексы с порфиринами. Токсичность металлов: роль комплексообразования.<br>Основные аспекты применения координационных соединений.<br>Комплексные соединения платины как противоопухолевые препараты.<br>Материалы на основе комплексных соединений: люминесцентные, магнитные, фотохромные и пр.<br>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.  | <b>Лаб. работа:</b> Общие свойства координационных соединений.                             | Отчет по лабораторной работе |
| 2.  | <b>Лаб. работа:</b> Координационные соединения s- и p-элементов.                           | Отчет по лабораторной работе |
| 3.  | <b>Лаб. работа:</b> Комплексные соединения d-элементов.                                    | Отчет по лабораторной работе |
| 4.  | <b>Лаб. работа:</b> Комплексные соединений с различными типами лигандов.                   | Отчет по лабораторной работе |
| 5.  | <b>Лаб. работа:</b> Прочность комплексных соединений.                                      | Отчет по лабораторной работе |
| 6.  | <b>Лаб. работа:</b> Определение термодинамических параметров реакций комплексообразования. | Отчет по лабораторной работе |
| 7.  | <b>Лаб. работа:</b> Методы синтеза координационных соединений.                             | Отчет по лабораторной работе |
| 8.  | <b>Лаб. работа:</b> Реакционная способность координационных соединений.                    | Отчет по лабораторной работе |
| 9.  | <b>Лаб. работа:</b> Цветность комплексных соединений.                                      | Отчет по лабораторной работе |
| 10. | <b>Лаб. работа:</b> Исследование комплексообразования методом потенциометрии.              | Отчет по лабораторной работе |
| 11. | <b>Лаб. работа:</b> Исследование комплексообразования методом электронной спектроскопии.   | Отчет по лабораторной работе |
| 12. | <b>Лаб. работа:</b> 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 | <p>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 : <a href="http://www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F">www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F</a></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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2. | Подготовка к лабораторным работам              | <p>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: <a href="https://biblio-online.ru/book/CA816A98-1F89-4B19-AAE0-7C7AE5C14DBF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-1">https://biblio-online.ru/book/CA816A98-1F89-4B19-AAE0-7C7AE5C14DBF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-1</a></p> <p>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: <a href="https://biblio-online.ru/book/29B623B4-9585-4AE3-B588-D309512FB4BF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-2">https://biblio-online.ru/book/29B623B4-9585-4AE3-B588-D309512FB4BF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-2</a></p> <p>3. 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> |
| 3. | Подготовка к текущему контролю                 | <p>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 : <a href="http://www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F">www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F</a></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 соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «Химия» реализация компетентностного 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.

| Вид занятия         | Используемые интерактивные технологии                        | Количество часов |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|------------------|
| Лабораторные работы | Беседы, разбор ситуаций, презентация разработок, конференции | 26               |
| Итого               |                                                              | 26               |

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

В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся КубГУ и его филиалов, текущий контроль успеваемости студентов проводится в целях совершенствования и непрерывного контроля качества образовательного процесса, проверке усвоения учебного материала, активизации самостоятельной работы студентов. Текущий контроль знаний студентов осуществляется постоянно в течении учебного года. Виды текущего контроля: устный опрос, защита лабораторных работ, контрольные работы и защита рефератов в рамках лабораторных работы, проверка знаний по результатам самостоятельной работы студентов, оценка активности студента на занятиях.

Основным видом текущего контроля знаний студентов очной формы обучения является внутрисеместровая аттестация, которая проводится один раз в семестр в обязательном порядке на всех курсах в соответствии с графиком учебного процесса данного семестра и завершается не позднее чем за месяц до начала промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится по данной дисциплине в форме экзамена.

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

В полном объеме ФОС оформлен как приложение к программе

##### **4.1.1 Примеры вопросов для устного опроса**

###### **Тема «Основные понятия химии координационных соединений»**

1. Дайте собственное определение комплексного соединения. Объясните, почему не имеет смысла в этом определении опираться на характеристики химической связи, на представления теории валентности или на устойчивости соединений.

2. Какие соединения можно рассматривать как соединения первого и высшего порядка?

3. Приведите определения комплексных соединений, встречающиеся в трудах разных авторов.

4. Покажите недостатки дефиниций, дававшихся в ответе к вопросу 3.

5. Можно ли считать комплексными соединения, в структуре которых в качестве центральных содержатся фрагменты, состоящие из нескольких атомов металла? Ответ поясните.

6. Приведите примеры координационных и комплексных соединений.

7. Попробуйте формализовать понятие «координационная сфера». Можно ли это сделать? Если можно, то с помощью каких терминов?

8. Понятие «координационный полиэдр» формулируется через понятие «координационного многогранника». Каким образом его выбрать и насколько необходимо при этом учитывать его объем?

9. Необходимо ли при определении координационного числа учитывать неподеленные электронные пары?

10. Приведите примеры полидентатных лигандов. Могут ли в комплексных соединениях с такими лигандами реализоваться не все координационные возможности центрального атома?

11. Приведите примеры хиральных комплексов, в состав которых входит 4,5 или 6 лигандов.

12. Перечислите достоинства и недостатки довернеровских теорий строения комплексных соединений.

13. В чем заключаются теории Грэма и Гофмана строения аммиакаатов?

14. Опишите по теории Гофмана формулу соли хрома, по современным представлениям имеющей формулу  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}$ .

15. Назовите основные постулаты цепной теории Бломстранда, а также ее возможности.

16. Опишите по цепной теории строение кристаллогидрата  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

17. Опишите по цепной теории лутеосоль (комплекс валового состава  $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ ).

18. Сформулируйте основные положения теории Вернера и ее отличия от теории Йоргенсена.

19. Что понимал Вернер под побочной валентностью? Насколько рамки существовавшей в 1900-е гг. классической теории строения подходили для описания комплексных соединений?

20. Как Вернер представлял себе химическое сродство? Что такое координация по Вернеру?

21. Что такое координационное число по Вернеру?

22. Как Вернер понимал соотношение понятий координации и валентности?

23. Приведите примеры комплексных соединений меди, никеля, серебра с разными КЧ.

24. Как понимать термин «координационная емкость центрального атома и заместителей»?

25. Можно ли увязать дентатность лиганда с устойчивостью образованных им структур внутри комплекса?

26. Могут ли по Вернеру оставаться вакантными координационные места около центрального атома?

27. Как подсчитать заряд комплексного иона?

28. Сколько типов классических вернеровских комплексов существует вообще?

#### 4.1.2 Примеры контрольных работ

#### ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №

1. Составьте названия комплексных соединений:  $\text{K}[\text{I}(\text{I})_2]$ ;  $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ ;  $\text{Li}[\text{AlH}_4]$

2. Составьте формулы комплексов: триоксоамидосульфат(VI) кальция; гексафтороаурат(V) аммония; сульфат дихлоротетраамминкобальта(III)

3. Определите тип изомерии в наборах комплексных соединений:

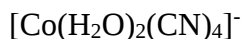
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$  и  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4](\text{OH})_2$  и  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2]\text{SO}_4$

4. По методу валентных связей предскажите тип гибридизации атомных орбиталей комплексообразователя и геометрическую форму следующих комплексов:

тетрацианоникколат(II)-ион; катион тетрабромфосфора(V)

5. Используя теорию кристаллического поля, определите, будут ли диамагнитными или парамагнитными следующие октаэдрические комплексы:



Укажите число неспаренных электронов у центрального атома в парамагнитных комплексах.

6. К раствору, содержащему 0.5740 г комплексной соли состава  $\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$ , добавили избыток раствора нитрата серебра. Масса полученного осадка составила 2.3397 г. Определите координационную формулу соли.

#### 4.1.3. Примерные темы рефератов

1. Координационные соединения в живых организмах.
2. Понятие о биокоординационной химии.
3. Биок комплексы и биокластеры.
4. Биок комплексы с анионами неорганических кислот.
5. Биок комплексы с аминокислотами и белками.
6. Биок комплексы с порфиринами.
7. Токсичность металлов: роль комплексообразования.
8. Комплексные соединения платины как противоопухолевые препараты.
9. Люминесцентные материалы на основе комплексных соединений.
10. Магнитные материалы на основе комплексных соединений.
11. Фотохромные материалы на основе комплексных соединений.
12. Комплексы в гальванотехнике.
13. Комплексы в аналитической химии.

#### 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины «Неорганическая химия», проводится промежуточная аттестация в виде экзамена (8 семестр).

##### 4.2.1 Оценочные средства для проведения экзамена:

###### Вопросы к экзамену

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,  $\sigma$ - и  $\pi$ -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.

#### **Пример экзаменационных билетов:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Кубанский государственный университет»

04.03.01 Химия

Кафедра общей, неорганической химии и ИВТ в химии

Дисциплина «Неорганическая химия», ч. 1

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.**

1. Основные понятия координационной теории.
2. Комплексные соединения d-элементов.
3. По методу валентных связей предскажите тип гибридизации атомных орбиталей комплексообразователя и геометрическую форму следующих комплексов: триiodомеркурат(II)-ион; тетрацианоцинкат(II)-ион

Зав. кафедрой,  
д.х.н., профессор

Н.Н. Буков

Контроль освоения дисциплины и оценка знаний обучающихся на экзамене производится в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся КубГУ и его филиалов.

| Критерии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Оценка                | Уровень                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач, устанавливать причинно-следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении, решении задачи, графических построениях нет ошибок, задача решена рациональным способом | «отлично»             | повышенный (продвинутый) уровень  |
| Дан полный, правильный, самостоятельный ответ на основе изученных понятий, концепций, закономерностей, но допускаются не существенные ошибки в решении задач.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | «хорошо»              | базовый уровень                   |
| Дан полный ответ, но при этом есть существенные ошибки указывающие на неумение использовать теоретические знания и умения при решении поставленных задач. Данные пробелы в знаниях не препятствуют дальнейшему обучению.                                                                                                                                                                                                                                                                              | «удовлетворительно»   | пороговый уровень                 |
| Ответ обнаруживает незнание основного (порогового) содержания учебного материала                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | «неудовлетворительно» | менее 50%, уровень не сформирован |

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 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](http://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. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

1. Интернет сайты ведущих государственных ВУЗов и научных организаций РФ (МГУ, СПбГУ, РХТУ, НГУ, ЮФУ и др.), например химического факультета МГУ [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)

2. Химический портал [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru).

3. Сайт кафедры общей и неорганической химии РХТУ <http://onx.distant.ru/>

4. [www.alhimik.ru](http://www.alhimik.ru)

## **7. 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.

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

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

- Использование электронных презентаций при проведении лекционных занятий.
- Использование электронных презентаций при защите индивидуальных экспериментальных задач.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения:**

- Microsoft Windows
- Microsoft Office

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).
2. Электронная библиотечная система Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>.

3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru).
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>.
5. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru/>.
6. База учебных планов, рабочих программ дисциплин, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru>.

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

| №  | Вид работ              | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия     | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, мультимедийный проектор, экран, меловая доска (аудитория 439с).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2. | Лабораторные занятия   | 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 | Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, (аудитория 431с).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Групповые (индивидуальные) консультации (аудитория 416с), текущий контроль (аудитория 439с) и промежуточная аттестация проводятся в аудиториях в соответствии с расписанием (аудитория 416с).