

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт естествознания  
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Е. В. Скрипникова  
«05» июля 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ДВ.02.3 Химия координационных соединений

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2021

Тамбов, 2022

**Автор программы:**

Кандидат химических наук, Алехина Ольга Владимировна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «17» июня 2021 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	8
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	15
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	17
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	17

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-5 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- организационно-управленческий
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научнотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-5 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Анализирует теоретический материал по основным вопросам химии координационных соединений применяет в описании различных физико-химических систем

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-5 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения					
		Очная (семестр)					
		2	3	5	6	7	8
1	Актуальные направления современной химии					+	
2	Биогеохимические циклы		+				
3	Биоорганическая химия			+			
4	Квантовая химия		+				
5	Коллоидная химия				+		
6	Кристаллохимия				+		
7	Наноматериаловедение					+	

8	Преддипломная практика						+
9	Способы разделения и концентрирования	+					
10	Строение вещества	+					
11	Супрамолекулярная химия			+			
12	Теория растворов		+				
13	Химические основы биологических процессов			+			

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Химия координационных соединений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Химия координационных соединений» изучается в 2 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

### 3.1. Объем дисциплины:

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>
Контактная работа	32
Лекции (Лекции)	16
Практические (Практ. раб.)	16
Самостоятельная работа (СР)	40
Зачет	-

### 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
2 семестр					
1	Координационная теория строения комплексных соединений. Классификация и номенклатура комплексных соединений.	4	4	8	Контрольная работа
2	Изомерия координационных соединений	2	2	8	Контрольная работа; Тестирование
3	Химическая связь в комплексных соединениях	4	4	8	Контрольная работа

4	Термодинамика процесса комплексообразования	4	4	8	Контрольная работа
5	Реакции комплексных соединений	2	2	8	Контрольная работа; Научный доклад

## **Тема 1. Координационная теория строения комплексных соединений. Классификация и номенклатура комплексных соединений. (ПК-5)**

### **Лекция.**

Комплексные соединения. Теория Вернера. Комплексообразователь. Лиганды, их классификация. Дентатность. Координационное число комплексообразователя.

Классификация комплексных соединений: по заряду внутренней сферы: катионные анионные, нейтральные; по типу координации  $M - L$ , по типу геометрической конфигурации, по принадлежности к определенному классу соединений; по природе лиганда, моноядерные, полиядерные.

Номенклатура: основные и дополнительные положения, особенности русскоязычной номенклатуры

### **Практическое занятие.**

Решение заданий и упражнений. Пример типовых заданий.

1. Приведены примеры комплексных соединений:

а)  $K_2[ZnCl_4]$

б)  $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$

в)  $[Pt(NH_3)_4Cl_2]$

г)  $Na_3[FeF_6]$

Отметьте внутреннюю (координационную) и внешнюю сферы комплексов, укажите комплексообразователь и лиганды. Какие из соединений содержат

катионный комплекс, какие – анионный и какие комплексы электронейтральны? Назовите эти соединения

2. Составьте формулы комплексов:

а) гексанитрокобальтат(III)-ион, гексанитритокобальтат(III)-ион

б) катион гексафтороиода(VII), катион тетраамминпалладия(II)

в) гексафторостибат(V)-ион, тетрагидридоборат(III)-ион

г) аквапентахлороферрат(III)-ион, гексафторорутенат(V)-ион

д) пентакарбонилжелезо, гекса(аммин)осмий.

3. Определите заряд комплексного иона комплексообразователя и дайте название следующим комплексным соединениям:

а)  $Na_3[FeF_6]$ ;  $[Cr(C_6H_6)_2]$ ;  $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Что такое координационное соединение? Дайте определение этого понятия.

2. Приведите примеры координационных соединений. Чем отличаются катионные и анионные координационные соединения?

3. Приведите примеры полидентатных лигандов. Могут ли в координационных соединениях с подобными лигандами реализоваться не все координационные возможности центрального атома?

## **Тема 2. Изомерия координационных соединений (ПК-5)**

### **Лекция.**

Изомерия Комплексных соединений. Геометрическая, оптическая, гидратная, ио-низационная, координационная изомерия. Координационная полимерия.

### **Практическое занятие.**

Решение задач и упражнений. Типовые задания.

1. Две формы платинового комплекса одинакового химического состава отличаются друг от друга по окраске и по растворимости в ряде растворителей. Водные растворы обеих форм не обладают электропроводностью. Исходя из этих данных укажите о каком типе изомерии идет речь и какие типы исключаются.
2. Запишите формулы двух возможных координационных изомеров соединений общей формулы  $\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2\text{OH}$ .
3. В присутствии лиганда  $\text{SCN}^-$  возможна изомерия положения. Когда он координирован через атом серы его называют тиоцианато лигандом, а через атом азота – изотиоцианато-лигандом. Изобразите структуры и назовите все возможные изомеры.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Вопросы для самоконтроля.

1. Что такое изомерия в координационной химии? Приведите примеры изомеров.
2. Какие факторы определяют геометрическую изомерию?
3. Дайте характеристику ионизационной изомерии. Как зависит этот тип изомерии от химической природы координируемых групп?
4. Что такое сольватная гидратная изомерия?
5. Дайте характеристику оптической изомерии.

## **Тема 3. Химическая связь в комплексных соединениях (ПК-5)**

### **Лекция.**

Электростатические представления о химической связи в комплексных соединениях. Комплексные соединения с точки зрения теории кристаллического поля октаэдрические комплексы, тетраэдрические комплексы квадратные комплексы. Сила поля лигандов Описание комплексных соединений по методу валентных связей. Комплексные соединения с точки зрения метода молекулярных орбиталей.

### **Практическое занятие.**

Решение упражнений. Типовые задания.

1. По методу валентных связей предскажите тип гибридизации атомных орбиталей комплексообразователя и геометрическую форму следующих диамагнитных комплексов:
  - а) катион диамминсеребра(I), тетрацианоникколат(II)-ион
  - б) катион тетрабромфосфора(V), трииодомеркурат(II)-ион
2. Используя теорию кристаллического поля, определите, будут ли диамагнитными или парамагнитными следующие октаэдрические комплексы, в которых лиганды создают сильное поле:
  - а)  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CN})_4]^-$ ; б)  $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$ ; в)  $[\text{Cr}(\text{NO})(\text{CN})_5]^{3-}$

### **Задания для самостоятельной работы.**

Типовые вопросы для самоконтроля

1. Какие теоретические модели используются для для описания химической связи в комплексных соединениях?
2. Каковы предпосылки появления теории кристаллического поля?
3. Какие факторы определяют силу кристаллического поля?
4. Какие комплексы называют высоко- низкоспиновыми?
5. Какую информацию дает спектрохимический ряд лигандов?
6. Чем обусловлены окраска и магнитные свойства комплексных соединений?
7. Перечислите положения ММО для описания комплексных соединений.
8. Каковы недостатки метода валентных связей?

## Тема 4. Термодинамика процесса комплексообразования (ПК-5)

### Лекция.

Константы устойчивости комплексных соединений в растворах. Типы констант равновесий реакций комплексообразования в растворах. Хелатный эффект.

### Практическое занятие.

Решение задач и упражнений. Типовые задания.

1. Какое основание является более сильным:  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  или  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ ? Какая кислота сильнее:  $\text{HCN}$  или  $\text{H}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ ? Дайте обоснованный ответ.
2. Чем объяснить, что раствор  $\text{CdCl}_2$  при действии щелочи дает осадок  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ , а раствор  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  осадка не образует
3. Напишите все возможные химические формулы комплекса, содержащего один ион  $\text{Ni}^{3+}$ , 3 молекулы  $\text{NH}_3$ , 2 молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ , 3 иона  $\text{Cl}^-$ . Координационное число равно 6. Какие из возможных соединений будут электролитами? Расположите эти соединения в порядке возрастания электропроводности

### Задания для самостоятельной работы.

Вопросы для самоконтроля.

1. Сформулируйте различие между константами устойчивости и нестойкости.
2. Какие факторы определяют устойчивость координационных соединений?
3. Как влияет изменение энтропии на константу устойчивости?
4. Напишите формулу для расчета условной константы устойчивости. Какие факторы она учитывает?
5. Что такое хелатный эффект? Какова его природа.
6. Какие факторы влияют на величину хелатного эффекта.

## Тема 5. Реакции комплексных соединений (ПК-5)

### Лекция.

Методы и закономерности синтеза комплексных соединений. Непосредственное взаимодействие реагентов. Обмен лигандов. Реакции двойного обмена. Окислительно восстановительные реакции. Реакции темплатного синтеза. Влияние центрального атома и лигандов на реакции комплексообразования. Правило Пейроне. Правило Иергенсена. Роль растворителя. Влияние электролита на протекание реакций в растворах.

### Практическое занятие.

1. Рассмотрение темы: Условия разрушения и образования комплексных соединений.
2. Научный доклад.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Повторение теоретического материала: конспект лекций, рекомендуемая литература.
2. Подготовка доклада.

## 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

### 4.1. Распределение баллов:

#### 2 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 70 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов

Распределение баллов по заданиям:



№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Координационная теория строения комплексных соединений. Классификация и номенклатура комплексных соединений.	Контрольная работа	10	Решение 5 задач: 2 балла - верное решение задачи 1 балл – верный ход решения, но расчеты содержат арифметическую ошибку, 0 баллов – неверное решение
2.	Изомерия координационных соединений	Контрольная работа	15	Решение 5 задач: 3 балла за 1 задачу
		Тестирование(контрольный срез)	10	Тест содержит 20 вопросов, за каждый правильный ответ -0,5 балла
3.	Химическая связь в комплексных соединениях	Контрольная работа	15	Решение 5 задач: 3 балла за 1 задачу
4.	Термодинамика процесса комплексообразования	Контрольная работа	15	всего 5 заданий, за каждое верно выполненное 3 балла..
5.	Реакции комплексных соединений	Контрольная работа	15	всего 5 задач. 1 задача - 3 балла.
		Научный доклад(контрольный срез)	10	- Студент обнаруживает глубокое знание изученной темы. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу – 8-10 баллов - Студент обнаруживает достаточно глубокие знания изученной темы. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, но при ответе допускает некоторые погрешности – 7-5 баллов -Студент показывает не достаточный уровень знаний по теме доклада, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания – 3 – 5 балла - Студент показывает слабый уровень профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом – 0 – 3 балла
6.	Посещаемость		10	10 баллов – студент посетил все 100% занятий 7-9 баллов – студент посетил не менее 80% занятий 4-6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий 1-3 балла – студент посетил не менее 25% занятий Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются
7.	Премияльные баллы		20	Дополнительные премияльные баллы могут быть начислены за выполнение творческих заданий на выбор: 1. Создание обучающего ролика по тематике дисциплины 2. Разработка online-тренажера по тематике дисциплины

8.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	50	10 баллов тест, 40 баллов - решение задач по всем темам
9.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### Контрольная работа

#### Тема 1. Координационная теория строения комплексных соединений. Классификация и номенклатура комплексных соединений.

##### Контрольная работа

1. Определите степень окисления металла комплексообразования в каждом из соединений:  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$
2. Составьте название комплексного соединения:  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_3[\text{Ru}(\text{OH})\text{Cl}_5]$
3. Напишите формулу по названию: хлорид хлоротриамминплатины(II), бромид триакватриамминия(III).
4. Запишите формулу комплексного иона, если известно, что он содержит:
  - А) ион меди (II) связанный с шестью молекулами воды;
  - Б) ион хрома(III), связанный с тремя оксалат-ионами.
5. Из приведенных координационных соединений и простых солей выберите пары, состоящие из комплекса и соли, которые должны иметь приблизительно одинаковую электропроводность в водном растворе:  $\text{KCl}$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{K}[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Br}_3]$ ,  $\text{LaCl}_3$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

#### Тема 2. Изомерия координационных соединений

1. Фиолетовый и темно-зеленый кристаллогидраты хлорида хрома (III) являются изомерами соединения состава  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Напишите их координационные формулы, учитывая, что в растворе первого соединения на осаждение  $\text{Cl}^-$ -иона из 1 моль затрачивается 3 моля нитрата серебра, а для второго – 1 моль нитрата серебра.
2. Соединение  $\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{SO}_4)\text{Br}$  существует в двух формах. Каждая из них диссоциирует в растворе с образованием двух ионов. Как можно доказать с помощью реакций их структуру?
3. Изомер состава  $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$  представляет собой нерастворимое твердое вещество, которое при перетирании с нитратом серебра образует  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{NO}_3)_2]$  и новую твердую фазу состава  $\text{Ag}_2[\text{PtCl}_4]$ . Приведите структуры и назовите каждое из трех соединений платины (II).
4. Изобразите геометрические и оптические изомеры соединения  $[\text{PtCl}_2\text{I}_2(\text{NH}_3)_2]$
5. Запишите формулы и дайте название возможным изомерам соединения, имеющего общую формулу  $\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2\text{OH}$ . Координационное число  $\text{Co}^{3+}$  равно шести.

#### Тема 3. Химическая связь в комплексных соединениях

1. Какая характеристика d-орбиталей центрального атома металла в комплексе ответственна за их расщепление на две группы в октаэдрическом поле лигандов?

2. Изменятся ли магнитные свойства комплекса  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  При замене лигандов на цианид-ионы при сохранении координационного многогранника.
3. Определите тип гибридизации орбиталей и координационный многогранник атома никеля в карбониле  $\text{Ni}(\text{CO})_4$
4. Используя ТКП и МВС, объясните диамагнетизм комплекса  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  и парамагнетизм  $[\text{NiCl}_4]^{2-}$
5. Ионный комплекс  $[\text{FeF}_6]^{3-}$  бесцветен. Сколько неспаренных электронов находится в нем?

#### Тема 4. Термодинамика процесса комплексообразования

1. Вычислить  $\Delta G^\circ$  процесса  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Ni}^{2+} + 4\text{CN}^-$ , если константа нестойкости равна  $10^{-22}$  при  $20^\circ\text{C}$
2. Вычислить концентрацию ионов серебра в  $0,1 \text{ M}$  растворе  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ , если константа нестойкости равна  $5,89 \cdot 10^{-8}$ . Кроме комплекса в растворе содержится аммиак,  $5 \text{ г/л}$ .
3. Константа нестойкости иона  $[\text{CdI}_4]^{2-}$  равна  $7,94 \cdot 10^{-7}$ . Вычислить концентрацию ионов кадмия в  $0,1 \text{ M}$  растворе, содержащем еще  $0,1$  моль калия в  $1 \text{ л}$  раствора.
4. Из сочетания частиц  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{K}^+$  составьте 7 координационных формул комплексных соединений. Назовите их.
5. Определите возможны ли реакции замещения лигандов в комплексе:  
 $[\text{HgBr}_4]^{2-} + \text{F}^- =$

#### Тема 5. Реакции комплексных соединений

типовые задания

1. Определите в каких случаях произойдет взаимодействие между растворами электролитов, напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном виде  
 А)  $\text{K}_2[\text{HgBr}_4] + \text{KI} =$   
 Б)  $\text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{KCN} =$
2. Составьте уравнения реакций:  
 А)  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{CO}_2 =$   
 Б)  $\text{PdCl}_2 + \text{NaOH}(\text{изб}) =$
3. Составьте молекулярные и ионные уравнения полного замещения лигандов в водном растворе:  
 А)  $(\text{NH}_4)_2[\text{PtBr}_4] + \text{KOH} =$   
 Б)  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} =$
4. Составьте уравнения и рассчитайте ЭДС реакции. Возможно ли протекание реакции в водном растворе:  
 А)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{Cl}_2 =$   
 Б)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{KI} =$

### Научный доклад

#### Тема 5. Реакции комплексных соединений

Темы докладов

1. Координационная теория А. Вернера и современность
2. Взаимосвязь сольватации и комплексообразования в растворах.
3. Кислоты и основания в координационной химии
4. Комплексы металлов в живых организмах
5. Координационные соединения металлов в медицине и биологии
6. Комплексы в гальванотехнике
7. Лигандный обмен в координационных соединениях
8. Металлокластеры
9. Термодинамическое описание комплексообразования в бинарных растворителях

## 10. Темплатный синтез

## Тестирование

## Тема 2. Изомерия координационных соединений

## Тест по теме 1- 2.

1. Чему равно координационное число комплексообразователя в соединении  $K_4[Zn(C_2O_4)_3]$ ?
  - а) 6;
  - б) 4;
  - в) 2;
  - г) 3;
  - д) 7
2. Какова степень окисления комплексообразователя в соли  $K_3[Cu(CN)_4]$ ?
  - а) 0;
  - б) +1;
  - в) +2;
  - г) -1;
  - д) +3
3. Как называется комплексное соединение  $[Pt(NH_3)_6]Cl_4$ 
  - а) тетрахлоротетрааминноплатина;
  - б) хлорид гексааминноплатины(IV);
  - в) тетрахлорогексааминно(IV) платины;
  - г) тетрахлорид гексааминноплатины(IV);
4. Какова пространственная конфигурация комплекса  $Na_3[AlF_6]$ :
  - а) линейная;
  - б) плоско-квадратная;
  - в) тетраэдр;
  - г) октаэдр;
  - д) плоскотригональная
5. Что является комплексообразователем в  $(NH_4)_2[Mo(CNS)_4]$ 
  - а)  $NH_4^+$ ;
  - б)  $Mo^{2+}$ ;
  - в)  $CNS^-$ ;
  - г)  $[Mo(CNS)_4]$ ;
  - д) отсутствует.
6. Калий гексацианоферрат (II) это:
  - а) ;
  - б) ;
  - в) ;
7. Комплексное соединение является:
  - а) катионным;
  - б) анионным;
  - в) нейтральным.
  - г) аминокоплес
8. Комплексное соединение является:
  - а) комплексной кислотой;
  - б) комплексным основанием;
  - в) комплексной солью.
  - г) аминокоплесом

9. Какая из приведенных ниже реакций возможна, если в растворе находятся ионы  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ :

- а)  $\text{Fe}^{3+} + 6\text{F}^- \rightarrow [\text{FeF}_6]^{3-}$  ;
- б)  $\text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  ;
- в)  $\text{Fe}^{3+} + 6\text{SCN}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ .

Г) ни одна из представленных

10. Определите величину и знак заряда комплексного иона:  $[\text{Cr}^{3+}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]$

- а) +2;
- б) -2;
- в) +3;
- г) 0

11. Какие свойства проявляют лиганды в комплексных соединениях?

- а) кислотные;
- б) электроноакцепторные;
- в) основные;
- г) электронодонорные;
- д) донора протонов;
- е) акцептора протонов.

12. Каков механизм образования связи между комплексообразователем и лигандами (А)?

- а) ионный;
- б) ковалентный;
- в) донорно-акцепторный;
- г) металлическая связь;
- д) водородная связь;
- е) электростатическое взаимодействие;
- ж) механизм Ван-дер-Ваальсовых взаимодействий.

13. Для элементов какого блока (s, p, d) наиболее характерно комплексообразование? Укажите элементы.

- а) К;
- б) S;
- в) O;
- г) Cu;
- д) Zn;
- е) P;
- ж) Mo;
- з) Si.

14. Какова максимальная дентатность в трилоне Б?

- а) 12;
- б) 2;
- в) 6;
- г) 8;
- д) 4.

15. Какова степень окисления (А) и координационное число (В) комплексообразователя в комплексах  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$  (С) и  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  (D)?

- а) 0;
- б) 1;
- в) +1;
- г) 2;
- д) +2;

- е) +3;
- ж) 4;
- з) +4;
- и) 6;
- к) +6.

16. Каков механизм образования связи между внутренней и внешней сферой (В) в комплексном соединении?

- а) ионный;
- б) ковалентный;
- в) донорно-акцепторный;
- г) металлическая связь;
- д) водородная связь;
- е) электростатическое взаимодействие;
- ж) механизм Ван-дер-Ваальсовых взаимодействий.

17. Какие свойства проявляет комплексообразователь в комплексных соединениях?

- а) кислотные;
- б) электроноакцепторные;
- в) основные;
- г) электронодонорные;
- д) донора протонов;
- е) акцептора протонов.

18. Желтая кровяная соль- это

- а) ;
- б) ;
- в) ;
- г)  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

19. Комплекс  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$  является:

- А) катионным
- Б) анионным
- В) нейтральным
- Г) карбоновый

20. Одним из самых активных комплексообразователей является?

- А) Алюминий
- Б) Хром
- С) Золото
- Д) Цинк

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

### Типовые вопросы зачета (ПК-5)

Типовые вопросы

1. Координационная теория Вернера.
2. Номенклатура комплексных соединений
3. Классификация комплексных соединений
4. Изомерия комплексных соединений
5. Элементы периодической системы Д.И. Менделеева: способность к образованию комплексов
6. Классические теории образования комплексных соединений. Электростатическая теория
7. Теория валентных связей
8. Теория кристаллического поля. Цветность комплексных соединений.

9. Описание комплексных соединений с позиции метода молекулярных орбиталей.
10. Устойчивость комплексных соединений.
11. Условия образования и разрушения комплексных соединений.
12. Применение комплексных соединений.

#### Типовые задания для зачета (ПК-5)

1. Назовите в соответствии с современной номенклатурой соли Фишера, Цейзе и Пейроне.
2. Каким образом формируются названия катионных комплексов?
3. Назовите по номенклатуре ИЮПАК красную кровяную соль.
4. Сформулируйте основные правила наименования анионных координационных соединений.
5. Назовите особенности наименования анионных координационных соединений.
6. Назовите особенности формирования названий координационных соединений с мостиковыми лигандами.

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-5	Демонстрирует высокий уровень теоретических знаний о природе химической связи в комплексных соединениях, их кинетических и термодинамических свойствах, а также об их поведении в водных и неводных растворах; Применяет понятия химии координационных соединений в описании различных физико-химических систем (катализ, аналитическая химия, экологические системы, физическая химия растворов, биохимия и т.д.)
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-5	Имеет существенные пробелы в знаниях о природе химической связи в комплексных соединениях, их кинетических и термодинамических свойствах, а также об их поведении в водных и неводных растворах. Не способен использовать понятия химии координационных соединений для описания различных физико-химических систем (катализ, аналитическая химия, экологические системы, физическая химия растворов, биохимия и т.д.)

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

#### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

#### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:



- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия : учеб. для студ. вузов. - Изд. 7-е, стер.. - М.: Высшая школа, 2008. - 743 с.
2. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия : учеб. для студентов вузов. - 5-е изд., стер.. - М.: Высш. шк., 2007. - 527 с.

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Вербицкая, Н. И. Общая химия «Комплексные соединения» : методические указания. - Весь срок охраны авторского права; Общая химия «Комплексные соединения». - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005. - 17 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/51602.html>
2. Дедов, А. Г., Солодова, Е. В., Локтев, А. С. Избранные главы общей химии. Комплексные соединения : учебное пособие для студентов химико-технологических факультетов вузов нефтегазового профиля. - 2022-10-16; Избранные главы общей химии. Комплексные соединения. - Москва: ЭкООнис, 2016. - 80 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/71458.html>

### **6.3 Методические разработки:**

1. Алехина О.В., Малин А.В., Тамб. гос. ун-т им. Г.Р. Державина Комплексные соединения : учеб.-метод. пособие. - Тамбов: [Издат. дом ТГУ им. Г. Р. Державина], 2015. - 66 с.

### **6.4 Иные источники:**

1. Химическая энциклопедия на сайте «Химик.ру» - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>
2. Электронная библиотека учебников для вузов - <http://4du.ru/>
3. ЭБС «Znanium.com» - <http://www.znanium.com/index.php?item=main>
4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows "Лаборатория Касперского"

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
3. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
4. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
5. Юрайт: электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>
6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.