

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио проректора  
Дата подписания: 15.07.2025 11:16:34  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

руководитель ООП

 Никольский В.М.  
14 мая 2025

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)  
Координационные соединения в аналитической химии

Направление подготовки  
04.04.01 Химия

Направленность (профиль)  
Аналитическая химия

Для студентов 1 курса очной формы обучения

Составитель: д.х.н., профессор Никольский В.М.

Тверь, 2025

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины является закрепление понятия о том, что аналитическая химия является специфической дисциплиной, пронизывающей и связывающей не только фундаментальные химические дисциплины (неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, электрохимия), но и физику, и математику.

Задачу освоения дисциплины составляет овладение техникой и методикой выполнения практических анализов, в основе которых лежит использование координационных соединений.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Координационные соединения в аналитической химии» входит в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Комплексные (или координационные) соединения получили чрезвычайно широкое распространение в аналитической химии. Их можно назвать фундаментом всей «мокрой» аналитической химии, т.е. химии, так или иначе с приготовлением и использованием растворов (реагенты, определяемые вещества, вспомогательные растворы и т.д.). Мало того, что без комплексных соединений не могут обойтись классические методы анализа: достаточно вспомнить метод комплексонометрического титрования в объемном анализе, маскирование мешающих катионов в гравиметрии, важнейшие качественные реакции на катионы большинства металлов в качественном анализе и т.д. Образование комплексов металлов лежит в основе таких физико-химических методов, как спектрофотометрия и колориметрия. Комплексные соединения существенно расширяют возможности полярографии, потенциометрии и многих других методов. Все перечисленные достоинства комплексных соединений определяют их особое место в подготовке квалифицированного специалиста в области аналитической химии. Они являются обязательным разделом образовательной подготовки студентов через магистратуру, в значительной степени определяющим возможности использования специалиста и перспективы его роста.

**3. Объем дисциплины: 3 зачетных единиц, 108 академических часов,**

**в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** лекции - 15 часов, лабораторные работы - 45 часов, в т.ч. лабораторная практическая подготовка - 45 часов;

**самостоятельная работа:** 21 часов, контроль - 27 часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения</p> <p>ОПК-4 Способен готовить публикации, участвовать в профессиональных дискуссиях, представлять результаты профессиональной деятельности в виде научных и научно-популярных докладов</p>	<p>ОПК-1.1 Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук</p> <p>ОПК-1.2 Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук</p> <p>ОПК-4.2 Представляет результаты своей работы в устной форме на русском и английском языке</p>

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения**

экзамен во 2-м семестре.

**6. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа и

		Лекции	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)	Контроль (час.)
1. Хелаты в гравиметрии. Растворимость хелатов и хелатообразующих реагентов. Осаждение из гомогенных растворов. Весовые формы	6	3	3		
2. Отделение и маскирование мешающих элементов. Особенности использования хелатов при определении некоторых металлов (Al, Fe и др.)	6	2	3		1
3. Основы гравиметрии. Правила осаждения. Весовые формы и требования к ним. Требования к осадкам в гравиметрии	6	2	3		1
4. Комплексоны и особенности их химического строения. Комплексонометрическое титрование. Кривые титрования	6	2	3		1
5. Металлохромные индикаторы, строение, правила выбора металлохромных индикаторов. Методы определения конечной точки	6	2	3		1
6. Комплексонометрическое определение различных типов ионов (ЩЗМ, 3d-переходные металлы, РЗЭ и др.). Кривые титрования	6	2	3		1
7. Комплексные соединения в фотометрическом анализе. Области применения фотометрического анализа с использованием хелатов	5	2	3		
8. Реагенты в фотометрическом анализе, особенности их строения хромофорные группы, их селективность и чувствительность. Экстракционно-фотометрический анализ	5		3		2

9. Основы спектрофотометрического анализа. Устройство спектрофотометра. Выбор спектральной области измерений. Учет поглощения исходного раствора	5		3		2
10. Люминесцентный метод анализа, основные закономерности. Методы измерения интенсивности. Хемилюминесценция	5		3		2
11. Флуоресцентный метод анализа, основные законы. Реагенты для флуоресцентного анализа	5		3		2
12. Методы люминесцентного и флуоресцентного определения некоторых элементов (Al, Be, B, Eu и др.)	5		3		2
13. Основные разновидности электрохимических методов анализа, их краткое описание	5		3		2
14. Комплексные соединения в потенциометрических методах анализа. Практические методы	5		3		2
15. Комплексные соединения в вольтамперометрических методах анализа. Применение комплексных соединений в полярографии и амперометрическом титровании	5		3		2
Контроль	27				27
ИТОГО	108	15	45	0	48

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Хелаты в гравиметрии. Растворимость хелатов и хелатообразующих реагентов. Осаждение из гомогенных растворов. Весовые формы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
2. Отделение и маскирование мешающих элементов. Особенности использования хелатов при определении некоторых металлов (Al, Fe и др.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
3. Основы гравиметрии. Правила осаждения. Весовые формы и требования к ним. Требования к осадкам в гравиметрии	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>

<p>4. Комплексоны и особенности их химического строения. Комплексонометрическое титрование. Кривые титрования</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
<p>5. Металлохромные индикаторы, строение, правила выбора металлохромных индикаторов. Методы определения конечной точки</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
<p>6. Комплексонометрическое определение различных типов ионов (ЩЗМ, 3d-переходные металлы, РЗЭ и др.). Кривые титрования</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
<p>7. Комплексные соединения в фотометрическом анализе. Области применения фотометрического анализа с использованием хелатов</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>

<p>8. Реагенты в фотометрическом анализе, особенности их строения хромофорные группы, их селективность и чувствительность. Экстракционно-фотометрический анализ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
<p>9. Основы спектрофотометрического анализа. Устройство спектрофотометра. Выбор спектральной области измерений. Учет поглощения исходного раствора</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
<p>10. Люминесцентный метод анализа, основные закономерности. Методы измерения интенсивности. Хемилюминесценция</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
<p>11. Флуоресцентный метод анализа, основные законы. Реагенты для флуоресцентного анализа</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>

<p>12. Методы люминесцентного и флуоресцентного определения некоторых элементов (Al, Be, В, Eu и др.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• цифровые (показ презентаций)</li> </ul>
<p>13. Основные разновидности электрохимических методов анализа, их краткое описание</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
<p>14. Комплексные соединения в потенциометрических методах анализа. Практические методы</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>
<p>15. Комплексные соединения в вольтамперометрических методах анализа. Применение комплексных соединений в полярографии и амперометрическом титровании</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений),</li> <li>• информационные (показ презентаций)</li> <li>• технология исследовательской деятельности (химический эксперимент)</li> <li>• технология модульного и блочно-модульного обучения</li> <li>• здоровьесберегающие технологии</li> </ul>

**IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

**Оценочные материалы (фонд оценочных средств) для проведения  
диагностической работы в рамках аккредитационных показателей по  
образовательным программам высшего образования**

04.04.01 Химия

Профиль: Аналитическая химия

ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения

Но мер зада ния	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
<b>Задания закрытого типа</b>			
1	4	<b>Монодентантными лигандами являются молекулы:</b>  1. этилендиамина;  2. этилендиаминтетрауксусной кислоты;  3. глицина;  4. аммиака.	1 балл за правильный ответ
2	2	<b>Какое из приведенных соединений соответствует названию комплексные соединения:</b>  1. CuSO <sub>4</sub> ; 2. [Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>4</sub> ; 3. PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ; 4. CuCl <sub>2</sub>	1 балл за правильный ответ
3	3	<b>Определите величину и знак заряда комплексного иона [Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>]</b>  1. +4; 2. 0; 3. +2; 4. -1	1 балл за правильный ответ
4	4	<b>Определите степень окисления иона-комплексобразователя в комплексном соединении K[Cr(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>4</sub>]6</b>  1. +2; 2. +6; 3. -1; 4. +3	1 балл за правильный ответ
5	2	<b>Определите координационное число центрального иона-комплексобразователя в комплексном соединении</b>	1 балл за правильный ответ

		$K_2[Pt_2+(C_2O_4)_n]$ : 1. 2; 2. 4; 3. 3; 4. 1	
6	2	<b>Укажите формулу комплексного соединения под названием бария диаквадихлородицианоплатинат (+2):</b> 1. $Ba_2[Pt(CN)_2Cl_2(H_2O)_2]$ ; 2. $Ba[Pt(CN)_2Cl_2(H_2O)_2]$ ; 3. $Ba[Pt(CO)_3Cl_2(H_2O)_2]$ ; 4. $Ba_3[Pt(CN)_2Cl_3H_2O]$ ;	1 балл за правильный ответ
7	4	<b>Какое из приведенных уравнений отражает ионизацию комплексного иона <math>[CdI_4]^{2-}</math> по второй ступени:</b> 1. $[CdI_4]^{2-} \leftrightarrow Cd^{2+} + 4I^-$ 2. $[CdI_4]^{2-} \leftrightarrow [CdI_3]^- + I^-$ 3. $[CdI_3]^- \leftrightarrow Cd^{2+} + 3I^-$ 4. $[CdI_3]^- \leftrightarrow CdI_2 + I^-$	1 балл за правильный ответ
8	1	<b>Какова природа связи между ионом-комплексообразователем и лигандами в комплексном соединении <math>K[Al(OH)_4]</math>:</b> 1. ковалентная связь; 2. ионная связь; 3. водородная связь; 4. ван-дер-ваальсовое взаимодействие.	1 балл за правильный ответ
9	4	<b>Какое из приведенных уравнений правильно описывает поведение комплексного соединения <math>K_3[Fe(CN)_6]</math> в растворе:</b> 1. $K_3[Fe(CN)_6] \leftrightarrow K^+ + K_2[Fe(CN)_6]$ 2. $K_3[Fe(CN)_6] \leftrightarrow 3K^+ + Fe^{3+} + CN^-$ 3. $K_3[Fe(CN)_6] \leftrightarrow 3KCN + Fe(CN)_3$ ; 4. $K_3[Fe(CN)_6] \leftrightarrow 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{3-}$	1 балл за правильный ответ
10	3	<b>Катионное комплексное соединение содержит в своем составе <math>Zn^{2+}</math>, <math>Cl^-</math>, <math>H_2O</math>; к.ч. центрального атома равно 4. Какая из приведенных формул соответствует его составу:</b> 1. $[Zn(H_2O)_3Cl]Cl$ ; 2. $[Zn(H_2O)_2Cl_2]$ ; 3. $[Zn(H_2O)Cl]Cl$ ; 4. $Na [ZnCl_3(H_2O)]$	1 балл за правильный ответ

*Задания открытого типа*

<p>11. Можно ли разрушить в растворе комплексный ион дитиосульфатосеребра (<math>[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}</math>), если создать избыточную концентрацию цианид-иона?</p> <p>Константы нестойкости ионов:</p> $K_{\text{н}}[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} = 2,5 \cdot 10^{-14}$ $K_{\text{н}}[\text{Ag}(\text{CN})_2]^{-} = 8,0 \cdot 10^{-22}$	3 балла
<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Уравнение реакции:</p> $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + 2\text{CN}^{-} \leftrightarrow [\text{Ag}(\text{CN})_2]^{-} + 2(\text{S}_2\text{O}_2)^{3-}$ <p>2. Данные по константам нестойкости свидетельствуют, что прочность комплексного иона <math>[\text{Ag}(\text{CN})_2]^{-}</math> выше.</p> <p>3. Поэтому разрушение исходного комплексного иона возможно, т.к. ионы серебра будут связываться в более прочный ион с цианидом.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
<p>12. Можно ли разрушить комплексное соединение <math>[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4</math>, добавив в раствор этой соли металлический магний?</p> <p>Значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов:</p> $E_{\circ} = -1,04 \text{ В для полуреакции } [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2e \rightarrow \text{Zn} + 4\text{NH}_3;$ $E_{\circ} = -2,37 \text{ В для полуреакции } \text{Mg}^0 - 2e \rightarrow \text{Mg}^{2+}$	3 балла
<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Уравнение реакции:</p> $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{Zn} + 4\text{NH}_3$ <p>2. Окислительно-восстановительный процесс составляем, суммируя уравнения полуреакций:</p> $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2e \rightarrow \text{Zn}^0 + 4\text{NH}_3$ $\text{Mg} - 2e \rightarrow \text{Mg}^{2+}$ $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{Mg} \rightarrow \text{Zn} + 4\text{NH}_3 + \text{Mg}^{2+}$ <p>3. Рассчитываем электродвижущую силу (ЭДС) процесса (<math>\Delta E_{\circ}</math>):</p> $\Delta E_{\circ} = E_{\circ} \text{ ок} - E_{\circ} \text{ восп} = -1,04 \text{ В} + 2,37 \text{ В} = 1,33 \text{ В.}$ <p>Протекание процесса возможно, когда <math>\Delta E_{\circ} &gt; 0</math>, следовательно, процесс возможен.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>

13. В комплексном соединении $K_2[Ni(CN)_4]$ определить комплексобразователь, лиганды и дентатность лигандов	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Комплексобразователь – Ni; 2. Лиганд – CN; 3. Дентатность лиганда – 1.	1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
14. В комплексном соединении $[Zn(NH_3)_4]Cl_2$ определить комплексобразователь, лиганды и внешнюю сферу	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Комплексобразователь – Zn; 2. Лиганд – $NH_3$ ; 3. Внешняя сфера комплекса – $Cl_2$ .	1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
15. В комплексном соединении $Na[Ag(S_2O_3)_2]$ определить комплексобразователь, лиганды и дентатность лигандов	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Комплексобразователь – Ag; 2. Лиганд – $S_2O_3$ ; 3. Дентатность лиганда – 2.	1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
16. В комплексном соединении $K_4[Fe(CN)_6]$ определить комплексобразователь, лиганды и координационное число комплексобразователя	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Комплексобразователь – Fe; 2. Лиганд – CN; 3. Координационное число комплексобразователя – 6.	1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
17. В комплексном соединении $Na_4[Co(C_2O_4)_3]$ определить комплексобразователь, лиганды и дентатность лигандов	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Комплексобразователь – Co; 2. Лиганд – $C_2O_4$ ; 3. Дентатность лиганда – 2.	1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
18. В комплексном соединении $K_2[Cu(NCS)_4]$ определить комплексобразователь, лиганды и координационное число комплексобразователя	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Комплексобразователь – Cu; 2. Лиганд – NCS;	1 балл 1 балл 1 балл

3. Координационное число комплекссообразователя – 4.	Итого: 3 балла
19. В комплексном соединении $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ определить комплекссообразователь, лиганды и внешнюю сферу	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Комплекссообразователь – Ni; 2. Лиганд – $\text{NH}_3$ ; 3. Внешняя сфера комплекса – $\text{Cl}_2$ .	1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
20. В комплексном соединении $[\text{Fe}(\text{py})_4]\text{SO}_4$ определить комплекссообразователь, лиганды и внешнюю сферу	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Комплекссообразователь Fe; 2. Лиганд – $\text{NH}_3$ ; 3. Внешняя сфера комплекса – $\text{SO}_4$ .	1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла

ОПК-4 Способен готовить публикации, участвовать в профессиональных дискуссиях, представлять результаты профессиональной деятельности в виде научных и научно-популярных докладов

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
<b>Задания закрытого типа</b>			
1	А	<b>Дентатность :</b> А. число донорных атомов, при помощи которых один лиганд связывается с центральным атомом Б. Число анионов-лигандов в комплексе В. Число анионов-лигандов в комплексе Г. Число нейтральных лигандов в комплексе	1 балл
2	<b>Координационное число</b> – число донорных атомов, через которые лиганды непосредственно связаны с центральным атомом	<b>Что означает координационное число?</b>	1 балл
3	<b>фторо</b>	<b>Рекомендованное название анионного лиганда - фторид</b>	1 балл
4	<b>аква</b>	<b>Рекомендованное название нейтрального лиганда - <math>\text{H}_2\text{O}</math></b>	1 балл

5	циано	Рекомендованное название анионного лиганда - цианид	1 балл
6	аммин	Рекомендованное название нейтрального лиганда - NH <sub>3</sub>	1 балл
7	сульфато	Рекомендованное название анионного лиганда - сульфат	1 балл
8	фосфин	Рекомендованное название нейтрального лиганда - PH <sub>3</sub>	1 балл
9	гидроксо	Рекомендованное название анионного лиганда - гидроксид	1 балл
10	бензол	Рекомендованное название нейтрального лиганда - C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1 балл
<b>Задания открытого типа</b>			
<b>11. Как приготовить 250 мл раствора Трилона Б с молярной концентрацией эквивалента ЭДТА 0,05 моль/л</b>			3 балла
ответ (ключ):			
1. Рассчитать навеску Трилона Б для приготовления 250 мл раствора: $m(\text{Трилона Б}) = 186,125 * 0,05 * 250 / 1000 = 2,327 \text{ г}$ , где M = 186,125 г, N = 0,05, V = 250 мл;			1 балл
2. Навеску Трилона Б 2,327 г взвесить на аналитических весах;			1 балл
3. Взятую навеску растворить в мерной колбе на 250 мл и довести до метки.			1 балл
			Итого: 3 балла
<b>12. Описать приготовление 0,05 N установочного раствора MgSO<sub>4</sub> для титрования Трилона Б</b>			3 балла
1. Приготовить ампулу стандарт-титра MgSO <sub>4</sub> , мерную колбу на 2 л, воронку, боек для ампулы и промывалку с дистиллированной водой.			1 балл
2. В мерную колбу на 2 л установить воронку, поместить в воронку стандарт-титр MgSO <sub>4</sub> , бойком разбить ампулу и смыть промывалкой содержимое стандарт-титра MgSO <sub>4</sub> в мерную колбу.			1 балл
3. Удалить воронку и ампулу из мерной колбы и растворить MgSO <sub>4</sub> в мерной колбе с последующим доведением объема раствора дистиллированной водой до метки.			1 балл
			Итого: 3 балла
<b>13. Описать трилометрическое определение марганца</b>			3 балла
1. В колбу для титрования поместить фиксированный объем анализируемого раствора марганца, добавить 10 мл аммиачноацетатного буферного раствора (pH = 8,5-9), дистиллированной воды 50 - 100 мл, 1-2 капли 3%-ного раствора			1 балл

<p>диэтилдитиокарбамата натрия и индикатор «кислотный хром темно-синий».</p> <p>2. Провести титрование раствором Трилона Б до перехода окраски из розовой в синюю.</p> <p>3. По количеству израсходованного раствора Трилона Б с учетом его концентрации и фиксированного объема анализируемого раствора марганца по закону эквивалентов рассчитать концентрацию марганца в анализируемом растворе.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
<p><b>14. Определение цинка в растворе его соли с применением индикатора эриохрома черного Т</b></p>	<p>3 балла</p>
<p>1. Отмерить пипеткой аликвотную часть раствора соли цинка в колбу для титрования. Раствор нейтрализовать раствором аммиака или по универсальной индикаторной бумажке до <math>pH = 8-10</math>, добавить 10 мл аммиачного буферного раствора и индикатор эриохром черный Т, чтобы раствор окрасился в розовый цвет.</p> <p>2. Подготовленный таким образом раствор медленно титровать раствором Трилона Б до изменения окраски на голубую (без фиолетового оттенка).</p> <p>3. Количество цинка во всем объеме раствора, взятом на анализ, определяют по закону эквивалентов с учетом объемов аликвоты раствора цинка, объема Трилона Б, пошедшего на титрование, и его концентрации.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
<p><b>15. Определение железа (III) с применением сульфосалицилата натрия</b></p>	<p>3 балла</p>
<p>1. Отмерить пипеткой аликвотную часть раствора соли железа (III), прибавить 1 мл соляной кислоты (1:1) и нейтрализовать разбавленным раствором аммиака до <math>pH = 1-2</math>.</p> <p>2. Раствор нагревают до <math>60^{\circ}C</math>, добавить несколько крупинок сульфосалицилата натрия или сульфосалициловой кислоты (примерно 0,1 г) и титровать раствором Трилона Б до перехода окраски от красной к желтой.</p> <p>3. Количество железа во всем объеме раствора, взятом на анализ, определяют по закону эквивалентов с учетом объемов аликвоты раствора железа, объема Трилона Б, пошедшего на титрование, и его концентрации.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
<p><b>16. Комплексометрическое определение общей жесткости воды</b></p>	<p>3 балла</p>
<p>1. В колбу для титрования <math>250\text{ см}^3</math> вносят аналитической пипеткой (или бюреткой) на <math>100\text{ см}^3</math> порцию исследуемой воды, прибавляют <math>5,00\text{ см}^3</math> аммонийной буферной смеси, приблизительно 0,01 г сухой смеси индикатора эриохрома черного Т (или индикатора кислотного хром</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p>

<p>темного синего) с сухим хлоридом калия или натрия (1:100) до появления красного окрашивания.</p> <p>2. Подготовленный таким образом раствор медленно титровать раствором Трилона Б до изменения окраски на голубую (без фиолетового оттенка).</p> <p>3. Общую жесткость воды вычисляют по закону эквивалентов с учетом объемов анализируемой воды, объема Трилона Б, пошедшего на титрование, и его концентрации.</p>	<p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
<p><b>17. Рассчитать молярную концентрацию эквивалента натрий гидроксида в растворе, в 100 мл которого содержится 0,5 г NaOH, если <math>m(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ г}</math>, <math>V(\text{р-р}) = 100 \text{ мл} = 0,1 \text{ л}</math> и <math>M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}</math></b></p>	<p>3 балла</p>
<p>1. 0,5 г NaOH переводим в количество молей, т.е. <math>0,5/40 = 0,0125</math>.</p> <p>2. Если в 100 мл раствора содержится 0,0125 моль NaOH, то в 1000 мл будет содержаться в 10 раз больше, т.е. 0,125 моль.</p> <p>3. По результатам определения, молярная концентрация эквивалента NaOH составляет 0,125 N.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
<p><b>18. Написать формулу комплексного соединения трихлоромононитродиаминоплатина, определить характер комплексного иона (катионный, анионный или нейтральный), а также установить координационное число центрального иона.</b></p>	<p>3 балла</p>
<p><math>[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_3\text{NO}_2]^0</math>, КЧ = 6; характер комплексного иона - нейтральный; координационное число центрального иона Pt - 6.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
<p><b>19. Написать формулу комплексного соединения монохлоромононитротетраамминплатина(IV) хлорид, определить характер комплексного иона (катионный, анионный или нейтральный), а также установить координационное число центрального иона.</b></p>	<p>3 балла</p>
<p><math>[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{ClNO}_2]^{2+} \text{Cl}_2</math>, КЧ = 6; характер комплексного иона - катионный; координационное число центрального иона Pt - 6.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
<p><b>20. Написать формулу комплексного соединения монобромопентанитроплатинат(IV) калия, определить характер комплексного иона (катионный, анионный или нейтральный), а также установить координационное число центрального иона.</b></p>	<p>3 балла</p>
<p><math>\text{K}_2[\text{PtBr}(\text{NO}_2)_5]^{2-}</math>, КЧ = 6; характер комплексного иона - анионный;</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p>

### Учебная программа

Виды комплексов, применяемых в аналитической химии. Дентатность лигандов. Комплексные ионы. Внутрикомплексные соединения. Эфирные хелаты. Ионные ассоциаты. Жидкие ионообменники. Специфические ионообменники. Синергизм. Неорганические хелаты (гетерополикислоты).

Хелаты, хелатный эффект. Влияние на устойчивость хелатов различных факторов. Влияние центрального иона (А-катионы, И-катионы, катионы переходных металлов). Влияние природы донорных атомов, размера хелатного цикла и числа циклов.

Растворимость хелатов. Гидрофильные и гидрофобные группы. Заряженные хелаты и ионные ассоциаты. Эффект утяжеления. Коллоидные растворы. Экстракция хелатов. Оптические свойства хелатов. Влияние центрального иона на окраску хелатов. Неорганические хромофоры. Взаимное влияние лигандов. Полосы переноса зарядов.

Повышение селективности и специфичности маскированием. Электрохимические свойства лигандов.

Основные понятия координационной теории и их развитие. Номенклатура координационных соединений. Полные и сокращенные формулы координационных соединений.

Химическая связь в комплексных соединениях. Электростатическая теория. Теория кристаллического поля лигандов. Метод МО ЛКАО. Пространственная структура комплексного иона. Основные типы конфигураций внутренней координационной сферы. Реакции комплексных частиц, основные типы реакций. Лабильные и инертные комплексы. Правило трансвлияния Черняева. Изомерия в комплексных соединениях, типы изомерии (структурная изомерия, геометрическая и оптическая изомерия).

Химическая связь в комплексных соединениях переходных металлов. Кинетика и механизм реакций комплексных частиц. Устойчивость комплексных соединений в растворах. Константы устойчивости, факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений. Синтез комплексных соединений, основные принципы.

Применение хелатов в гравиметрии. Сравнение с неорганическими осадителями. Растворимость хелатов и хелатообразующих реагентов. Условия осаждения. Весовые формы. Титриметрическое определение хелатов. Отделение мешающих элементов. Маскирование мешающих элементов. Конкретные методы определения некоторых элементов (алюминий, висмут, железо, кобальт, магний, медь, никель, свинец).

Применение хелатов в объемном анализе. Комплексометрическое титрование. Комплексообразование металлов с ЭДТА. Кривые титрования. Индикаторы. Применение других реагентов в объемном анализе. Методы определения некоторых элементов объемным методом (алюминий, барий,

железо, кальций, магний, медь, никель, ртуть, РЗЭ, свинец, цинк).  
Определение анионов (сульфат-, фосфат-, хлорид- и бромид-ионов).

Применение хелатов в фотометрии. Области применения фотометрического анализа. Измерение светопоглощения, его постоянство во времени, влияние температуры, ошибки при измерении. Реагенты в фотометрическом анализе: селективность, чувствительность, чистота реагентов, устойчивость их растворов. Выбор спектральной области измерения. Поглощение исходного раствора. Фотометрическое определение некоторых элементов (алюминий, барий, бор. Железо, кадмий, кальций, РЗЭ, магний, медь, никель, Свинец, фосфор, хром, цинк).

Применение хелатов в флуоресцентном анализе. Общие закономерности флуоресценции. Аппаратура. Реагенты для флуоресцентного анализа. Определение алюминия, бериллия, бора флуоресцентным методом.

Применение хелатов в электрохимических методах анализа.

### **Вопросы итогового экзамена по дисциплине**

1. Виды комплексов, применяемых в аналитической химии. Дентатность лигандов.
2. Теория кристаллического поля лигандов. Магнитные и оптические свойства комплексных соединений. Спектрохимический ряд.
3. Изомерия комплексных соединений (пространственная, оптическая, методы синтеза изомеров комплексных соединений).
4. Типы комплексов. Дентатность лигандов. Комплексные ионы. Внутрикомплексные соединения. Эфирные хелаты. Ионные ассоциаты. Жидкие ионообменники. Синергизм. Неорганические хелаты (гетерополикислоты).
5. Устойчивость хелатов. Определение констант устойчивости комплексов. Хелатный эффект. Влияние центрального атома, природы донорного атома и хелатных циклов. Влияние размера и числа хелатных циклов.
6. Растворимость хелатов. Гидрофильные и гидрофобные группы. Растворимость внутрикомплексных соединений. Заряженные хелаты и ионные ассоциаты. Эффект утяжеления. Экстракция хелатов.
7. Оптические свойства хелатов. Влияние центрального атома на окраску хелатов. Неорганические хромофоры. Взаимное влияние лигандов. Полосы переноса зарядов. Хромофорные и ауксохромные группы лигандов. Полиены, ди- и трифенилметановые красители, ароматические и гетеро-циклические соединения.
8. Флуоресценция, повышение ее селективности и специфичности маскирова-нием. Электрохимические свойства хелатов.
9. Хелаты в гравиметрии. Растворимость хелатов и хелатообразующих реагентов. Условия осаждения. Отделение мешающих элементов групповым осаждением и экстракцией. Маскирование мешающих элементов.
10. Методы гравиметрического определения на основе образования хелатов: алюминия, бериллия, железа, кадмия, кобальта, никеля, магния, меди и др.
11. Хелаты в объемном анализе, общие вопросы. ЭДТА в водных растворах. Комплексообразование ионов металлов с ЭДТА. Практическое значение

параметра  $\alpha_n$  Применение других аминополикарбонновых кислот в качестве комплексообразующих реагентов в химическом анализе.

12. Титрование стандартными растворами ЭДТА. Кривые титрования, контроль конечной точки титрования. Методы титрования (прямое, обратное и др.). Индикаторы для комплексонометрического титрования. Повышение селективности определения. Исходные растворы и титранты.
13. Методы объемного определения:
  - а) Катионов – алюминия, бария, железа, кальция, магния, марганца, меди, молибдена, натрия, олова, никеля, ртути, редкоземельных элементов.
  - б) Анионов – сульфат-, фторид-, фосфат-, хлорид-, иодид-анионов.
14. Хелаты в фотометрии. Области применения фотометрических методов анализа. Измерение светопоглощения. Постоянство светопоглощения во времени. Влияние температуры и рассеяния света, ошибки измерения.
15. Реагенты в фотометрическом анализе, их селективность и чувствительность, чистота реагентов, устойчивость растворов. Выбор спектральной области измерения. Светопоглощение исходного раствора.
16. Методы фотометрического определения алюминия, бария, бора, железа, иттрия, кадмия, кобальта, лантаноидов, магния и других металлов и неметаллов.
17. Хелаты в флуоресцентном методе. Общие закономерности флуоресценции хелатов. Спектральное распределение флуоресцентного излучения. Методы измерения. Реагенты для флуоресцентного метода. Методы определения алюминия, бора, бериллия, циркония.

## **2.Макет экзаменационного билета по дисциплине «Координационные соединения в аналитической химии»**

1. Оптические свойства хелатов. Влияние центрального атома на окраску хелатов. (10 баллов).
2. Хелаты в объемном анализе. Комплексонометрическое титрование. Кривые титрования. (10 баллов).
3. Основы спектрофотометрического анализа. Реагенты в фотометрическом анализе, их селективность и чувствительность. (10 баллов).
4. Хелаты в флуоресцентном методе анализа. Общие закономерности флуоресценции хелатов. Реагенты для флуоресцентного метода.. (10 баллов).

### **Критерии выставления оценок за дисциплину**

Критерии выставления оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» описаны в локальной нормативной документации Тверского государственного университета (Положение о рейтинговой системе обучения студентов ТвГУ). Положительная оценка может быть выставлена только в том случае, если выполнены все индикаторы.

### **Шкала оценивания выполнения индикаторов**

Индикатор считается выполненным, если либо во время текущей, либо промежуточной аттестации студент набрал как минимум пороговое количество баллов за те виды работы, которые отвечают за данный индикатор.

№	Индикатор	Текущая аттестация		Итоговая аттестация (экзамен)	
		Порог	Максимум	Порог	Максимум
1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.2	20	60	20	40

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

### **1) Рекомендуемая литература**

#### **а) Основная литература**

1. Т.А. Ткачева, Т.В. Левенец, Химия комплексных соединений. [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Ткачева, Т.В. Левенец; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2020. - 125 с. – Режим доступа: [http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/13209/1/132204\\_20201005.pdf](http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/13209/1/132204_20201005.pdf)
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. – Электронный ресурс. – 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.– Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/29B623B4-9585-4AE3-B588-D309512FB4BF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-2>

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Аналитическая химия: учебное пособие / А.И. Апарнев, Т.П. Александрова, А.А. Казакова, О.В. Карунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 92 с. : схем., табл. - Библиогр.: с. 86-87. - ISBN 978-5-7782-2710-1 ; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438291>
2. Алексеев В.Г., Андреева Г.И., Баранова Н.В., Никольский В.М., Феофанова М.А., Щербакова Т.А. Химические свойства элементов I-IV групп: учебно-методические материалы по неорганической химии. Часть 1. Электронное издание, ТвГУ, 2013, Гос. рег. №0321303643, Рег. свид. №32941 от 17.01.2014 г.

## **2) Программное обеспечение**

а) Лицензионное программное обеспечение:

1. Многофункциональный редактор ONLYOFFICE
2. HyperChem

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

Google Chrome  
Яндекс Браузер  
Kaspersky Endpoint Security 10  
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE  
ОС Linux Ubuntu

## **3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

## **4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:**

1. Виртуальная образовательная среда ТвГУ (<http://moodle.tversu.ru>)
2. Научная библиотека ТвГУ (<http://library.tversu.ru>)

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

Организуя свою учебную работу, студенты должны, во-первых, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Во-вторых, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также с методическими материалами на бумажных и/или электронных носителях, выпущенных кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

### **1. Работа с учебными пособиями.**

Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры

объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

## 2. Самостоятельное изучение тем.

Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, написание рефератов, выступление с докладом, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к зачёту и экзамену.

## 3. Задания и контроль самостоятельной работы

Все лабораторные работы, не выполненные в лаборатории, остаются в качестве домашнего задания. Срок выполнения – две недели, после чего количество баллов за соответствующее задание снижается в два раза. При защите лабораторной работы студенты выступают индивидуально, защищая свое портфолио, но студент общается и с преподавателем, и с другими студентами, которые не только присутствуют на защите, но задают вопросы, высказывают свое мнение по поводу и содержанию портфолио и по поводу самого выступления. Участие каждого присутствующего студента при защите просроченной работы вознаграждается дополнительным 1 баллом из фонда сниженных баллов за просроченную защиту за каждый положительный комментарий по защите.

## VII. Материально-техническое обеспечение

В ходе изучения дисциплины используется лабораторная и приборная база для проведения учебных занятий, которым располагает кафедра неорганической и аналитической химии химико-технологического факультета ТвГУ.

## VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Добавлены новые пособия в основной список литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное	Добавлены новые пособия в список литературы	Протокол №10 от 27.06.2023г заседания ученого совета химико-

	обеспечение дисциплины		технологического факультета
--	---------------------------	--	--------------------------------