

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 15.07.2025 11:16:54  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e941cc0ad1b731b8

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)

## Современная химия и химическая безопасность

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация

Химия функциональных материалов

Для студентов 4,5 курсов очной формы обучения

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

Тверь, 2025

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины:**

*Целью* освоения дисциплины является:

обеспечение понимания задач современной химии в вопросах химической безопасности как на национальном, так и на международном уровнях.

*Задачами* освоения дисциплины являются:

-знакомство с современными приборами и овладение методикой выполнения практических анализов химических соединений;

-умение оценивать последствия влияния на человека опасных, вредных и поражающих факторов.

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

Дисциплина «Современная химия и химическая безопасность» входит в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Дисциплина позволяет усвоить роль химических систем в современных исследованиях как повышенных источников кратковременных аварийных и долговременных систематических воздействий на человека и окружающую среду, дает понятие основных принципов организации и развития химических процессов, учит оценивать последствия воздействия на человека опасных, вредных и поражающих факторов.

### **3. Объем дисциплины: 9 зачетных единиц, 324 академических часов, в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** лекции 48 часа, практические занятия 48 часов;

**контактная внеаудиторная работа:** контроль самостоятельной работы – 110 часов;

**самостоятельная работа:** 91 час, контроль - 27 часов.

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

<b>Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
УК-8 Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8.1. Анализирует факторы вредного влияния элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и

	<p>сооружений, природных и социальных явлений.</p> <p>УК-8.2. Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности.</p> <p>УК-8.3. Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.</p> <p>УК-8.4. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; оказывает первую помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях.</p>
<p>ОПК-2</p> <p>Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности</p>	<p>ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:**  
зачет в 8-м семестре, экзамен в 9-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 (час.)
		Лекции	Практические (лабораторные) работы	Контроль самостоятельной работы	
1. Концепции и критерии изучения вещества.	20	4	4	4	8

2. Распространение в окружающей среде. Устойчивость и способность к разложению.	20	4	4	4	8
3. Воздух. Вода. Почва. Продукты питания.	19	4	4	3	8
4. Отрасли химической промышленности. Системы очистки сточных вод и утилизация отходов.	19	4	4	3	8
5. Практические методы. Химические исследования в биологических системах.	17	4	4	3	6
6. Примеры исследования химических веществ. Кадмий. Пентахлорфенол, ПХДД и ПХДФ.	17	4	4	3	6
7. Концепции и критерии изучения природных сред	31	4	4	15	8
8. Концепции и критерии воздействия химических веществ на окружающую среду	31	4	4	15	8
9. Экотоксикология. Воздействие на экосистемы.	31	4	4	15	8
10. Принципы оценки токсичности веществ	31	4	4	15	8
11. Методы исследования воздействий.	31	4	4	15	8
12. Методы исследования абиотических превращений	30	4	4	15	7
Контроль	27			27	
<b>ИТОГО</b>	<b>324</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>137</b>	<b>91</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Концепции и критерии изучения вещества.	практические занятия	традиционные (выполнение практических занятий)
2. Распространение в окружающей среде. Устойчивость и способность к разложению.		
3. Воздух. Вода. Почва. Продукты питания.		
4. Отрасли химической промышленности. Системы очистки сточных вод и утилизация отходов.		
5. Практические методы. Химические исследования в биологических системах.		
6. Примеры исследования химических веществ. Кадмий. Пентахлорфенол, ПХДД и ПХДФ.		
7. Концепции и критерии изучения природных сред	практические занятия	традиционные (выполнение практических занятий)
8. Концепции и критерии воздействия химических веществ на окружающую среду		

9. Экотоксикология. Воздействие на экосистемы.		
10. Принципы оценки токсичности веществ		
11. Методы исследования воздействий.		
12. Методы исследования абиотических превращений		

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

№	Результат (индикатор)	Примерная формулировка заданий	Вид/способ	Критерии оценивания
1	УК-8	Примеры практических занятий приведены в разделе VI.	вид: практические занятия способ: устный отчет результаты: мотивированный ответ идентично заданию.	По индикатору УК-8 предусмотрено 5 заданий по 10 б. Максимум – 50 б. Критерии оценки: • результат идентичен заданию – макс. балл., • за каждый тип допущенного расхождения с оригиналом снимается по 1 б., • мотивированный ответ позже установленного срока: минус 50% от итоговой оценки.
2	ОПК-2.2	Примеры практических занятий приведены в разделе VI.		По индикатору ОПК-2.2 предусмотрено 5 заданий по 10 б. Максимум – 50 б.

				<p>Критерии оценки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• результат идентичен заданию – макс. балл.,</li> <li>• за каждый тип допущенного расхождения с оригиналом снимается по 1 б.,</li> </ul> <p>мотивированный ответ позже установленного срока: минус 50% от итоговой оценки.</p>
--	--	--	--	---

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

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация

Химия функциональных материалов

ОПК-2 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук

Но мер зада ния	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
<b><i>Задания закрытого типа</i></b>			
1	А	<p><b>Дентатность :</b></p> <p>А. число донорных атомов, при помощи которых один лиганд связывается с центральным атомом</p> <p>Б. Число анионов-лигандов в комплексе</p>	1 балл за правильный ответ

		В. Число анионов-лигандов в комплексе Г. Число нейтральных лигандов в комплексе	
2	Координационное число – число донорных атомов, через которые лиганды непосредственно связаны с центральным атомом	Что означает координационное число?	1 балл за правильный ответ
3	<b>фторо</b>	Рекомендованное название анионного лиганда - фторид	1 балл за правильный ответ
4	<b>аква</b>	Рекомендованное название нейтрального лиганда - H <sub>2</sub> O	1 балл за правильный ответ
5	<b>циано</b>	Рекомендованное название анионного лиганда - цианид	1 балл за правильный ответ
6	<b>аммин</b>	Рекомендованное название нейтрального лиганда - NH <sub>3</sub>	1 балл за правильный ответ
7	<b>сульфато</b>	Рекомендованное название анионного лиганда - сульфат	1 балл за правильный ответ
8	<b>фосфин</b>	Рекомендованное название нейтрального лиганда - PH <sub>3</sub>	1 балл за правильный ответ
9	<b>гидроксо</b>	Рекомендованное название анионного лиганда - гидроксид	1 балл за правильный ответ
10	<b>бензол</b>	Рекомендованное название нейтрального лиганда - C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1 балл за правильный ответ
<i>Задания открытого типа</i>			
11. Можно ли разрушить в растворе комплексный ион дитиосульфатосеребра ([Ag(S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sup>3-</sup> ), если создать избыточную концентрацию цианид-иона?  Константы нестойкости ионов:  $K_{н}[Ag(S_2O_3)_2]^{3-} = 2,5 \cdot 10^{-14}$  $K_{н}[Ag(CN)_2]^{-} = 8,0 \cdot 10^{-22}$			3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Уравнение реакции:  $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-} + 2CN^{-} \leftrightarrow [Ag(CN)_2]^{-} + 2(S_2O_2)^{3-}$			1 балл

<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>Итого: 3 балла</p>
<p><b>12. Можно ли разрушить комплексное соединение <math>[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4</math>, добавив в раствор этой соли металлический магний?</b></p> <p><b>Значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов:</b></p> <p><math>E^\circ = -1,04 \text{ В}</math> для полуреакции <math>[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2e \rightarrow \text{Zn} + 4\text{NH}_3</math>;</p> <p><math>E^\circ = -2,37 \text{ В}</math> для полуреакции <math>\text{Mg}^0 - 2e \rightarrow \text{Mg}^{2+}</math></p>	<p>3 балла</p>
<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> $\Delta E^\circ = E^\circ_{\text{ок}} - E^\circ_{\text{восст}} = -1,04 \text{ В} + 2,37 \text{ В} = 1,33 \text{ В}.$ <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>
<p><b>13. В комплексном соединении <math>\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]</math> определить комплексообразователь, лиганды и дентатность лигандов</b></p>	<p>3 балла</p>
<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Комплексообразователь – Ni;</p> <p>2. Лиганд – CN;</p> <p>3. Дентатность лиганда – 1.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
<p><b>14. В комплексном соединении <math>[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2</math> определить комплексообразователь, лиганды и внешнюю сферу</b></p>	<p>3 балла</p>
<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Комплексообразователь – Zn;</p>	<p>1 балл</p>

2 Лиганд – $\text{NH}_3$ ;	1 балл
3 Внешняя сфера комплекса – $\text{Cl}_2$ .	1 балл Итого: 3 балла
<b>15. В комплексном соединении <math>\text{Na}[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]</math> определить комплексообразователь, лиганды и дентатность лигандов</b>	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Комплексообразователь – Ag;	1 балл
2. Лиганд – $\text{S}_2\text{O}_3$ ;	1 балл
3. Дентатность лиганда – 2.	1 балл
	Итого: 3 балла
<b>16. В комплексном соединении <math>\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]</math> определить комплексообразователь, лиганды и координационное число комплексообразователя</b>	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Комплексообразователь – Fe;	1 балл
2. Лиганд – CN;	1 балл
3. Координационное число комплексообразователя – 6.	1 балл
	Итого: 3 балла
<b>17. В комплексном соединении <math>\text{Na}_4[\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]</math> определить комплексообразователь, лиганды и дентатность лигандов</b>	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Комплексообразователь – Co;	1 балл
2. Лиганд – $\text{C}_2\text{O}_4$ ;	1 балл
3. Дентатность лиганда – 2.	1 балл
	Итого: 3 балла
<b>18. В комплексном соединении <math>\text{K}_2[\text{Cu}(\text{NCS})_4]</math> определить комплексообразователь, лиганды и координационное число комплексообразователя</b>	3 балла
Правильный ответ (ключ): 1. Комплексообразователь – Cu;	1 балл
2. Лиганд – NCS;	1 балл
3. Координационное число комплексообразователя – 4.	1 балл
	Итого: 3 балла
<b>19. В комплексном соединении <math>[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2</math> определить комплексообразователь, лиганды и внешнюю сферу</b>	3 балла
Правильный ответ (ключ):	

1. Комплексообразователь – Ni;	1 балл
2. Лиганд – NH <sub>3</sub> ;	1 балл
3. Внешняя сфера комплекса – Cl <sub>2</sub> .	1 балл
	Итого: 3 балла
<b>20. В комплексном соединении [Fe(py)<sub>4</sub>]SO<sub>4</sub> определить комплексообразователь, лиганды и внешнюю сферу</b>	3 балла
Правильный ответ (ключ):	
1. Комплексообразователь Fe;	1 балл
2. Лиганд – NH <sub>3</sub> ;	1 балл
3. Внешняя сфера комплекса – SO <sub>4</sub> .	1 балл
	Итого: 3 балла

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1) Рекомендуемая литература

#### *а) Основная литература:*

1. Путин С.Б., Самарин В.Д. Комплексная система химической безопасности России: теоретические основы и принципы построения. – М.: Машиностроение, 2010.
2. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) в 2 ч. Часть 1 : Учебник для вузов / Белов С. В. – Москва : Юрайт, 2022. – 350 с. URL: <https://urait.ru/bcode/492040>.  
<https://urait.ru/book/cover/011393A2-C727-4AC5-AAEE-276AB84B1E8F>
3. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) в 2 ч. Часть 2 : Учебник для вузов / Белов С. В. – Москва : Юрайт, 2022. – 362 с. URL: <https://urait.ru/bcode/492041>. URL: <https://urait.ru/book/cover/53CD0BD5-56ED4B7B-A8CE-9FFAF597E323>

*б) Дополнительная литература:*

1. Никольский В.М. Химические методы анализа объектов окружающей среды. Ч. 1, Тверь, ТвГУ, 2004.
2. Рясенский С.С., Никольский В.М., Федорова М.В. Химические методы анализа объектов окружающей среды. Ч. 2, Тверь, ТвГУ, 2004.
3. Максимов, А.И. Современные проблемы химии. [Электронный ресурс <https://e.lanbook.com/>] / Электронно-библиотечная система Издательства Лань ЛокальнаяСеть / Свободный ресурс] — Электрон. дан. — Иваново : ИГХТУ, 2009. — 155 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/book/4\\_511](http://e.lanbook.com/book/4_511) — Загл. с экрана.
4. Андреева Г.И., Никольский В.М., Щербакова Т.А. Основные законы и понятия химии. Учебно-методическое пособие. –Тверь: Изд-во Твер. гос. ун-та, 2005.– 55 с.

2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение:

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**

### **1. Учебная программа**

В соответствии с Нормативно - методическими материалами рейтинговой системы оценки качества учебной работы студентов ТвГУ учебная программа разделена на 2 блока.

#### **Блок 1**

Кратковременные аварийные воздействия на человека. Долговременные систематические воздействия химических систем на окружающую среду. Порядок оценки экологической безопасности химических предприятий.

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.

#### **Блок 2**

Комплекс предупредительных мер в отношении источников химической опасности. Повышение защищенности населения и среды его обитания от негативного влияния опасных химических веществ и опасных химических объектов. Концепции и критерии воздействия химических веществ на окружающую среду.

### **2. Структура рейтинговых баллов**

Первый семестр

<b>Название темы</b>	<b>Вид работы</b>	<b>Кол-во баллов</b>
1. Концепции и критерии изучения вещества.	практические занятия	10
2. Распространение в окружающей среде. Устойчивость и способность к разложению.		20
3. Воздух. Вода. Почва. Продукты питания.		20
4. Отрасли химической промышленности. Системы очистки сточных вод и утилизация отходов.	практические занятия	20
5. Практические методы. Химические исследования в биологических системах.		20

6. Примеры исследования химических веществ. Кадмий. Пентахлорфенол, ПХДД и ПХДФ.		10
Зачет	Минимальная сумма баллов за все практические занятия	100

## Второй семестр

Название темы	Вид работы	Кол-во баллов
7. Концепции и критерии изучения природных сред	практические занятия	10
8. Концепции и критерии воздействия химических веществ на окружающую среду		10
9. Экотоксикология. Воздействие на экосистемы.		10
10. Принципы оценки токсичности веществ	практические занятия	10
11. Методы исследования воздействий.		10
12. Методы исследования абиотических превращений		10
Зачет	Минимальная сумма баллов за все практические занятия	60
Экзамен		40

## 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 I Аннотация.	Измены часы лекций и практических занятий согласно учебному плану на 2021-2022 уч. год	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Дополнен список основной и дополнительной литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
3.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Дополнен список основной и дополнительной литературы	Протокол №10 от 27.06.2023г заседания ученого совета химико-технологического факультета