

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института химии  
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"30" \_\_\_\_\_ 2023 г.

Рабочая программа дисциплины  
Аналитическая химия




Направление подготовки специалитета  
40.05.03 Судебная экспертиза

Специализация  
Экспертизы веществ, материалов и изделий

Квалификация (степень) выпускника  
Судебный эксперт

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Кулапина Елена Григорьевна		30.05.2023
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		30.05.2023
Заведующий кафедрой	Русанова Татьяна Юрьевна		30.05.2023
Специалист Учебного управления			

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью преподавания курса «Аналитическая химия» Б.1.В.06 является формирование у студентов знаний теоретических основ аналитической химии и создание достаточно полного представления об основных классических методах анализа, применяемых для изучения состава, свойств и химических превращений при решении задач судебной экспертизы.

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

Дисциплина «Аналитическая химия» Б.1.В.06 относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по специальности 40.05.03 - Судебная экспертиза, специализация «Экспертиза веществ, материалов и изделий» и читается в 3 семестре.

Этот курс логически и содержательно-методически связан с курсами физической, органической химии, математикой.

В результате изучения этих дисциплин обучающиеся должны обладать входными знаниями и умениями, необходимыми для освоения курса «Аналитическая химия»:

- Уметь дифференцировать, интегрировать, проводить обработки результатов прямых и косвенных измерений, рассчитывать доверительный интервал.

- Знать способы выражения концентрации веществ в растворах.

- Знать химические свойства ряда неорганических соединений, используемых для их обнаружения и определения в различных объектах.

Знания, полученные при изучении курса «Аналитическая химия» необходимы для освоения вариативных курсов «Спектральные методы», «Применение методов атомной спектроскопии».

### 3. Результаты обучения по дисциплине «Аналитическая химия»

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p><b>ПК-2</b> Способен применять методики судебных экспертиз исследований в профессиональной деятельности</p>	<p><b>ПК-2.1</b> Имеет представление о современных методиках экспертного исследования различных материальных объектов</p> <p><b>ПК-2.2</b> Осуществляет выбор конкретной методики в зависимости от объекта исследования, его свойств и характеристик</p> <p><b>ПК-2.3</b> Применяет необходимые методики в процессе предварительных и экспертных исследований</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Теоретические основы аналитической химии;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно работать на химическом оборудовании;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью осуществлять выбор конкретных методик для анализа различных объектов.</li> </ul>
<p><b>ПК-3</b> Способен использовать естественнонаучные методы при исследовании вещественных доказательств</p>	<p><b>ПК-3.1</b> Имеет базовые представления о естественнонаучных методах, их возможностях в целях предварительного исследования вещественных доказательств</p> <p><b>ПК-3.2</b> Использует естественнонаучные методы и средства для обнаружения, фиксации, изъятия объектов и их предварительного исследования</p> <p><b>ПК-3.3</b> Интерпретирует результаты применения естественнонаучных методов для решения задач предварительного исследования вещественных доказательств</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Возможности практического применения методов для решения конкретных задач.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ориентироваться в современной литературе по аналитической химии, уметь работать со справочной литературой.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью и готовностью проводить химические расчеты с помощью известных формул и уравнений, в т.ч. с помощью компьютерных программ, обсуждать результаты аналитических измерений;</li> </ul>

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы. Всего 72 часа, из них аудиторных – 36, лекций – 16, лаб. – 18, в том числе практическая подготовка – 18, самостоятельная работа студентов – 38 часов. Зачет и контрольная работа в 3 семестре.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр 3, Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекц.	Лаб.	Лаб. практ. подг.	СРС	Всего	
1	Введение	1	2	-		2	4	Собеседование
2	Химическое равновесие в гомогенной и гетерогенной системах	2 - 7	6	6	6	12	24	Собеседование, отчет по работам
3	Методы определения макрокомпонентов. Метрология химического анализа.	8-17	6	12	12	20	38	Собеседование, отчет по работам, выборочный опрос, тестирование
4	Пробоотбор, и пробоподготовка	18	2	-	-	4	6	Собеседование, отчет по работам, выборочный опрос, ролевая игра
	Промежуточная аттестация		-	-		-		Зачет, контрольная работа
	ИТОГО		16	18	18	38	72	

## Содержание дисциплины

### 1. Введение

Предмет аналитической химии, её структура, цели и задачи, место в системе других наук, связь с практикой. Понятие об аналитических реакциях, аналитическом сигнале и способах его регистрации. Качественный и количественные анализы. Метод и методика анализа. Химический анализ и его виды.

### 2. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах

1. Растворение веществ в воде. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации электролита. Понятие об активности, коэффициенте активности, ионной силе раствора. Закон действующих масс. Три способа выражения константы равновесия. Направление химических реакций, условия смещений ионных равновесий.

2. Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели. Вычисление рН сильных и слабых электролитов. Влияние рН воды на

состояние ионных форм элементов в природе. Гидролиз, его связь с кислотностью водных сред, использование в анализе.

3. Буферные растворы, сущность их действия. Вычисление рН буферных систем. Равновесие в растворах комплексных соединений. Области их применения.

4 Окислительно–восстановительное равновесие. Понятие об окислительно–восстановительной паре, окислительно–восстановительном потенциале. Уравнение Нернста. Факторы, влияющие на окислительно–восстановительный потенциал. Направления реакций окисления–восстановления.

5. Типы гетерогенных систем. Равновесие между твёрдой и жидкой фазами. Закон действующих масс для гетерогенных систем. Произведение растворимости, растворимость, факторы, влияющие на растворимость.

6. Методы анализа, классификация по способам решения той или иной аналитической задачи, краткая характеристика. Основные этапы анализа.

### **3. Методы определения макрокомпонентов. Метрология химического анализа**

Титриметрический анализ. Основные положения метода и способы титрования. Стандартные растворы, способы их приготовления. Типы кривых титрования. Характеристика основных методов титриметрического анализа: кислотно-основного, осадительного, комплексонометрического и окислительно-восстановительного титрования. Области их применения.

Математическая статистика при обработке результатов измерений в количественном анализе. Значащие цифры. Виды погрешностей. Правильность и воспроизводимость результатов анализа. Статистическая обработка результатов. Способы оценки правильности результатов. Связь величины погрешности анализа и числа значащих цифр при представлении результатов анализа

### **4. Пробоотбор и пробоподготовка**

1. Проба и образец. Классификация проб. Специальные виды проб для определения макро- и микрокомпонентов. Представительные пробы Принцип отбора проб от образцов гомогенного и гетерогенного характера (воздуха, вод, почв, растительного и животного мира). Схема формирования

пробы для анализа гетерогенного материала. Приспособления для отбора проб.

2. Основные способы перевода пробы в раствор. Растворение минеральных проб под действием температуры, кислот их смесей, солей аммония, сплавлением. Виды плавней. Механизм их действия.

3. Особенности перевода в раствор органической пробы. Сухой и мокрый способ минерализации проб. Физические методы разложения органической пробы.

*Лабораторные работы:*

1. Дробная идентификация катионов в растворе
2. Анализ неорганического объекта. Тестирование по качественному анализу
3. Титриметрическое определение NaOH в водном растворе
4. Комплексонометрическое определение жесткости воды
5. Перманганатометрическое определение железа (II) в солях
6. Определение pH различных растворов кислот, оснований, буферных растворов

## **5. Образовательные технологии, применяемые для освоения дисциплины**

Проводится тестирование по отдельным химическим методам анализа, методам идентификации; дискуссии по выбору методов анализа конкретных объектов.

Проводится ролевая игра по использованию методов аналитической химии в судебной экспертизе.

*Технологии для студентов с ограниченными возможностями:*

Преподаватель направляет обучающимся с ограниченными возможностями электронные версии лекций, лабораторных работ, учебных материалов, справочные электронные материалы, программу курса и вопросы для самостоятельной работы, темы рефератов. Для оформления лабораторных работ студентам направляются экспериментальные данные, по которым строятся кривые титрования и проводится расчет полученных результатов и их статистическая обработка. Оформленные материалы студенты направляют по электронной почте преподавателю для проверки

(kularinaeg@mail.ru). Кроме того, студенты оформляют рефераты и презентации по выбранным темам.

В рамках **практической подготовки** студентов профессиональные навыки формируются при выполнении самостоятельного отбора проб анализа с применением различных методов (качественный анализ, титриметрия, спектроскопия (фотометрия, АЭС, ААС, ВЭЖХ, ГХ), подборе метода анализа, сравнении полученных результатов с нормами; формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии контроля качества происходит в рамках самостоятельной работы и индивидуальных отчетов.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Самостоятельная работа студентов включает подготовку к тестированию и ролевой игре, оформление и защиту лабораторных работ.

Для самостоятельной работы студентов в научной библиотеке СГУ и на кафедре имеется в наличии учебно-методическая литература, в т.ч. и для подготовки, оформления лабораторных работ. Имеется электронный каталог по соответствующим темам курса.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости – выставление оценок «удов», «хорошо», «отлично» за отдельные виды занятий (рейтинговая система»)

Формы и критерии оценивания результатов обучения по отдельным темам курса:

- выполнение лабораторных работ;
- сдача отчетов к лабораторным работам;
- тестирование по отдельным разделам курса;
- подготовка и участие в ролевой игре;
- участие в дискуссиях;

#### **Контрольные вопросы к курсу для проведения текущего контроля**

1. Предмет и основные задачи аналитической химии.
2. Понятие об аналитической реакции, аналитическом сигнале. Методы анализа и их классификация.
3. Качественный анализ. Идентификация основных катионов и анионов в растворах.

4. Равновесие в гомогенной системе. Закон действующих масс для гомогенных систем.
5. Способы выражения действующей массы.
6. Концентрационная, термодинамическая и условная константы равновесия. Связь между ними.
7. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации, активность, коэффициент активности, ионная сила раствора, связь между ними.
8. Понятие о гетерогенной системе. Закон действующих масс для гетерогенных систем.
9. Растворимость осадка, её связь с произведением растворимости. Условия образования осадка.
10. Факторы, влияющие на растворимость осадка.
11. Основы протолитической теории кислот и оснований.
12. Константа автопротолиза воды. Понятие рН.
13. Вычисление рН и рОН слабых кислот и оснований, сильных кислот и оснований.
14. Буферные растворы. Механизм действия буферных растворов. Вывод формул и вычисление рН буферных растворов.
15. Равновесие в растворах комплексных соединений. Области их применения.
16. Окислительно–восстановительное равновесие. Понятие об окислительно–восстановительной паре, окислительно–восстановительном потенциале.
17. Уравнение Нернста. Факторы, влияющие на окислительно–восстановительный потенциал.
18. Направления реакций окисления-восстановления.
19. Количественный анализ, его назначение, основные стадии анализа.
20. Общая характеристика методов определения макро- и микрокомпонентов.
21. Погрешности анализа, их виды.
22. Правильность результатов анализа, способы её оценки
23. Воспроизводимость результатов анализа. Способы оценки.
24. Статистическая обработка результатов анализа. Стандартное отклонение, доверительный интервал.
25. Оценка промахов.
26. Титриметрический анализ. Требования к реакциям в титриметрии. Стандартные растворы.
27. Кривые титрования, их виды, характеристика.
28. Конечная точка титрования и способы её определения.
29. Индикаторы, принцип выбора.
30. Способы титрования: прямое, обратное, заместительное.
31. Метод кислотно-основного титрования, индикаторы метода.
32. Метод комплексометрического титрования, индикаторы метода.
33. Краткая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования: перманганатометрия, йодатометрия, хроматометрия.
34. Образец и проба. Виды проб.
35. Отбор пробы газов.



36. Отбор пробы гомогенных и гетерогенных материалов.
37. Отбор пробы твёрдых веществ.
38. Особенности отбора биопроб.
39. Схема формирования представительной пробы. Условия хранения проб.
40. Способы перевода проб в раствор: под действием температуры, с помощью кислот их смесей, с использованием солей аммония, с помощью органических растворителей.
41. Особенности разложения органических проб

## 7. Данные для учета успеваемости в БАРС

Таблица 1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
3	16	18	-	26	0	0	40	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### *Лекции*

0-16 баллов (оценивается посещаемость, 1 балл за лекционный час)

#### *Лабораторные занятия*

0-18 баллов (оценивается посещаемость, 1 балл за один час лабораторной работы и качество выполненной работы)

#### *Самостоятельная работа*

Подготовка к тестированию – 6 баллов, ролевой игре – 10 баллов и дискуссиям – 10 баллов (всего максимум 26 баллов)

**Промежуточная аттестация** проводится в виде устного зачета

0-40 баллов

При проведении промежуточной аттестация

ответ на «отлично» оценивается от 35 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 28 до 34 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 20 до 27 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 19 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Аналитическая химия» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Аналитическая химия» в оценку (зачет):

55 баллов и более		«зачтено»
меньше 54 баллов		«не зачтено»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### *а) литература*

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х ч. Ч.1. Гравиметрический и титриметрический методы анализа. М.: Дрофа, 2007. 383 с.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач. – М.: Дрофа, 2006 – 318 с.
3. Р.К. Чернова, Е.Г. Кулапина, Т.Ю. Русанова, С.Ю. Доронин. Практикум по аналитической химии. Ч. I. Учебное методическое пособие в 2-х частях. / Под ред. проф. Р.К. Черновой. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та. 2015. 120с.
4. Р.К. Чернова, Е. Г. Кулапина, Т.Ю. Русанова, С. Ю. Доронин. Практикум по аналитической химии. Учебное пособие: в 2-х ч. Саратов: Изд-во Саратовский источник. 2016. Ч. II. 188 с.
5. Р.К. Чернова, Е. Г. Кулапина. Аналитическая химия в вопросах и задачах. Учебное пособие для самостоятельной работы студентов нехимических специальностей и направлений: - Саратов.: Издат. центр «Наука». 2013. – 171 с.
6. Р.К. Чернова, Е. Г. Кулапина, С. В. Снесарев. Сборник вопросов и задач для самостоятельной работы студентов по аналитической химии. Учебное пособие для студентов nano и биомедицинских технологий, биологического, геологического, юридического факультетов, бакалавров. Ч.1. Вопросы по аналитической химии. Электронный ресурс <http://elibrary.sgu.ru/uchlit/553.pdf2011> Саратов. 2011. 38 с.
7. Р.К. Чернова, Е. Г. Кулапина, С. В. Снесарев. Сборник вопросов и задач для самостоятельной работы студентов по аналитической химии. Учебное пособие для студентов nano и биомедицинских технологий, биологического, геологического, юридического факультетов, бакалавров. Ч.2. Задачи по аналитической химии. Электронный ресурс <http://elibrary.sgu.ru/uchlit/645.pdf2012> Саратов. 2012. 109 с.
8. Основы аналитической химии. Учеб. для вузов. В 2 кн. / Золотов Ю.А., Дорохова Е.Н., Фадеева В.И. и др. Под ред. Золотова Ю.А. М.: Высш. Шк., 2004.
9. Цитович И.К. Курс аналитической химии. Изд-во Лань 2004. 495 с.
10. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия (аналитика). Общие теоретические вопросы. Качественный анализ. М.: Высшая школа, 2003. Т.1. 615 с.

11. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия (аналитика). Количественный анализ. Физико-химические методы анализа. М.: Высшая школа, 2005. Т.2. 559 с.
12. Аналитическая химия : учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. - ISBN 978-5-8114-4121-1 : - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 428 с. -  
URL: <https://e.lanbook.com/book/115526><https://e.lanbook.com/img/cover/boo>
13. А.Н. Трифонов. Аналитическая химия: лабораторный практикум. Минск.: Изд-во: Высшая школа. 2013. ЭБС IPRbooks
14. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст]: в 2 т. / под ред. Ищенко А. А. - Москва: Изд. центр "Академия". 2010.
15. Аналитическая химия : учеб. для студентов вузов [Текст]: в 3 т. / под ред. Москвина Л. Н.. Москва: Изд. центр "Академия". 2010.
16. Аналитическая химия [Текст]: в 2 т. / Г. Кристиан. М.: Бином, Лаборатория знаний. 2011. Т. 1. 623 с.; Т. 2. 504 с.

#### ***б) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы***

1. <http://chemport.ru/> - различные учебно-методические материалы по химии;
2. <http://novedu.chat.ru/> - сайт по аналитической химии.
3. [www.sgu.ru/faculties/chemical/pankratov](http://www.sgu.ru/faculties/chemical/pankratov)
4. <http://ximicat.com/> - образовательный сайт
5. <http://www.nehudlit.ru/books/subcat281.html> - учебники, практикумы и справочники по химии.

#### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Мультимедийная установка.
2. Электроды.
3. Аппаратура.
4. Реактивы.
5. Программное обеспечение.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза.

Автор: проф., д.х.н. Кулапина Е.Г.

Программа одобрена на заседании кафедры аналитической химии и химической экологии от 30 мая 2023 года, протокол № 8.