

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное**  
**учреждение высшего образования "Пермский**  
**государственный национальный исследовательский**  
**университет"**

**Кафедра аналитической химии и экспертизы**

Авторы-составители: **Елохов Александр Михайлович**

Рабочая программа дисциплины  
**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**  
Код УМК 99645

Утверждено  
Протокол №6  
от «30» июня 2023 г.

Пермь, 2023

## **1. Наименование дисциплины**

Аналитическая химия

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в Блок « ОК.В.00 » образовательной программы по научным специальностям:

Научная специальность: **1.4.2** Аналитическая химия

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Аналитическая химия** у обучающегося должны быть сформированы следующие планируемые результаты обучения:

#### **1.4.2 Аналитическая химия**

**УРО.3** Проводит анализ новых направлений исследований и обосновывает перспективы их проведения в соответствующей области знаний

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Научная специальность</b>	1.4.2 Аналитическая химия
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	12
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (7 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Аналитическая химия**

#### **Аналитическая химия и аналитическая служба**

Аналитическая химия как наука - ее объект, задачи и цели. Цели и задачи аналитической службы. Химический анализ, его особенности, основные стадии, требования к качеству результатов анализа.

#### **Метрологические основы химического анализа**

Роль аттестации, аккредитации и сертификации аналитических лабораторий в обеспечении качества результатов химического анализа.

Погрешности измерений и их особенности в химическом анализе. Классификация погрешностей и принципы их оценки. Погрешность и неопределенность результатов измерений. Правила округления результатов вычислений и измерений. Использование сходимости и воспроизводимости при оценке деятельности аналитических лабораторий. Методы контроля стабильности результатов в пределах лаборатории. Методы проверки приемлемости результатов измерений, полученных в условиях повторяемости, а также повторяемости и воспроизводимости

#### **Методы разделения и концентрирования**

Общая характеристика методов разделения и концентрирования. Основные понятия: разделение, концентрирование (относительное и абсолютное), выделение. Классификация методов разделения и концентрирования по числу контактирующих фаз, по агрегатному состоянию контактирующих фаз. Количественные характеристики процессов разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования и коэффициент разделения. Основные методы - осаждение и соосаждение, сорбция, жидкостная экстракция, флотация, электрохимические методы.

#### **Методы химического анализа**

##### **Химические методы анализа**

Общая характеристика и классификация химических методов анализа. Общая характеристика методов гравиметрического и титриметрического анализа. Точность методов и основные погрешности методов, и применение в практике химического анализа. Индикаторы в титриметрическом методе, кривые титрования и правила выбора индикатора.

##### **Электрохимические методы анализа**

Общая характеристика электрохимических методов анализа. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Электрогравиметрический метод. Вольтамперометрия и амперометрическое титрование. Полярография. Основные достоинства и недостатки методов, их применение в практике химического анализа

##### **Спектральные методы анализа**

Общая характеристика спектральных методов анализа и их классификация. Спектральная линия, спектр. Принципы аналитической оптической спектроскопии. Спектры испускания и поглощения. Фотометрические методы анализа. Закон Бугера-Ламберта-Бера, границы его применения. Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия. Способы атомизации в спектральных методах - электротермическая, атомизация пламенем и индуктивно-связанная плазма

##### **Хроматографические методы анализа**

Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз, по технике выполнения, по механизму взаимодействия сорбента и сорбата, по цели хроматографического процесса, в зависимости от способа проведения хроматографического процесса. Хроматографический пик и его

характеристики. Основные хроматографические параметры: время и объем удерживания, исправленное время и исправленный объем удерживание. Коэффициент удерживания. Коэффициент емкости. Коэффициент селективности. Теория равновесной хроматографии. Теории неравновесного хроматографического разделения: теория теоретических тарелок и кинетическая теория хроматографии. Влияние параметров процесса на качество хроматографического разделения. Факторы, влияющие на селективность и эффективность разделения. Классификация методов газовой хроматографии. Газотвердофазная хроматография. Газожидкостная хроматография. Неподвижные фазы в газовой хроматографии. Классификация носителей в газожидкостной хроматографии.

### **Биологические и биохимические методы анализа**

Общая характеристика биологических и биохимических методов анализа. Их практическое применение в анализе объектов различной природы.

### **Прикладной химический анализ**

Задачи химического анализа в промышленном производстве, контроле качества сырья, пищевой и животноводческой продукции. Анализ высокочистых веществ и анализ следов. Выбор метода анализа.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Аналитическая химия : учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 107 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-07837-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/444111>

2. Аналитическая химия. Физико-химические и физические методы анализа : учебное пособие / Н. И. Мовчан, Т. С. Горбунова, И. И. Евгеньева, Р. Г. Романова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 236 с. — ISBN 978-5-7882-1454-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/61958.html>

### Дополнительная:

1. Тягливый, А. С. Электрохимические методы анализа : учебное пособие / А. С. Тягливый. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. — 88 с. — ISBN 978-5-9275-3870-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/121893>

2. Сальникова, Е. В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение : учебное пособие / Е. В. Сальникова, Т. Г. Мишукова. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 122 с. — ISBN 978-5-7410-1725-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/71275.html>

3. Мамбетова, Г. Ш. Спектральные методы анализа / Г. Ш. Мамбетова, Р. З. Мусин, М. Ф. Галимова. — Казань : Издательство КНИТУ, 2022. — 112 с. — ISBN 978-5-7882-3140-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/129260.html>

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Аналитическая химия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
2. Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
3. Доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
4. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
5. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer»;
6. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения лекций необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (ноутбук/компьютер, мультимедиа-проектор, экран для презентаций) с соответствующим программным обеспечением.

Для проведения практических занятий необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой и/или маркерной доской.

Для самостоятельной работы необходима аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет", обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, а также помещения научной библиотеки ПГНИУ.

Для проведения текущего контроля необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Аналитическая химия**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине и критерии их оценивания**

<b>Планируемый результат обучения</b>	<b>Знания, умения и навыки</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>УРО.3</b> Проводит анализ новых направлений исследований и обосновывает перспективы их проведения в соответствующей области знаний</p>	<p>Знает основные этапы химического анализа, методы химического анализа различных объектов и способы обработки результатов химического анализа. Умеет осуществлять выбор методов анализа различных объектов в зависимости от состава образца, содержания анализируемого компонента, свойств матрицы. Владеет навыком определения оптимальных методов и методик химического анализа различных по природе образцов.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Имеет фрагментарные знания основных этапов химического анализа, методов химического анализа различных объектов и способов обработки результатов химического анализа. Не умеет осуществлять выбор методов анализа различных объектов в зависимости от состава образца, содержания анализируемого компонента, свойств матрицы и не владеет навыком определения оптимальных методов и методик химического анализа различных по природе образцов.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает основные этапы химического анализа, методы химического анализа различных объектов и способы обработки результатов химического анализа. Не умеет осуществлять выбор методов анализа различных объектов в зависимости от состава образца, содержания анализируемого компонента, свойств матрицы и не владеет навыком определения оптимальных методов и методик химического анализа различных по природе образцов.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные этапы химического анализа, методы химического анализа различных объектов и способы обработки результатов химического анализа. Умеет осуществлять выбор методов анализа различных объектов в зависимости от состава образца, содержания анализируемого компонента, свойств матрицы, но не владеет навыком определения оптимальных методов и методик химического анализа различных по природе образцов.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p>

<b>Планируемый результат обучения</b>	<b>Знания, умения и навыки</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные этапы химического анализа, методы химического анализа различных объектов и способы обработки результатов химического анализа. Умеет осуществлять выбор методов анализа различных объектов в зависимости от состава образца, содержания анализируемого компонента, свойств матрицы. Владеет навыком определения оптимальных методов и методик химического анализа различных по природе образцов.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен**

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов : 100**

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Планируемый результат обучения	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>УРО.3</b> Проводит анализ новых направлений исследований и обосновывает перспективы их проведения в соответствующей области знаний	Метрологические основы химического анализа <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение проводить расчет основных метрологических характеристик аналитических методик
<b>УРО.3</b> Проводит анализ новых направлений исследований и обосновывает перспективы их проведения в соответствующей области знаний	Методы разделения и концентрирования <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание основных методов и количественных характеристик разделения и концентрирования в химическом анализе
<b>УРО.3</b> Проводит анализ новых направлений исследований и обосновывает перспективы их проведения в соответствующей области знаний	Прикладной химический анализ <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знание основных этапов и методов химического анализа. Умение выбирать метод анализа для образца в зависимости от содержания определяемого компонента, состава и свойств образца

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Метрологические основы химического анализа

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Решение задачи на оценку повторяемости и воспроизводимости методики	15
Решение задачи на оценку погрешности серии измерений	10
Решение задачи на расчет промахов в выборке	5

### Методы разделения и концентрирования

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Ответ на вопрос о выборе оптимального метода разделения и концентрирования для заданного образца	15
Ответ на вопрос о сущности одного из методов разделения и концентрирования	10
Решение задачи на расчет основных количественных характеристик методов разделения и концентрирования (степени извлечения, коэффициента распределения и пр.)	5

### Прикладной химический анализ

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Обоснование выбора метода анализа и используемого метода разделения и концентрирования для заданного образца	10
Описание особенностей пробоотбора и пробоподготовки заданного образца, включая написание химических реакций и описание протекающих физико-химических процессов	10
Представление и вывод формул для расчета результатов анализа	10
Описание сути метода анализа, подкрепленного химическими реакциями и описанием протекающих физико-химических процессов при анализе	10