

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра \_\_\_\_\_ ХИМИИ \_\_\_\_\_**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной работе

\_\_\_\_\_ М.А. Дзауров  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

**Специальность: 1.4.2. Аналитическая химия**

**МАГАС 202\_\_**

Рабочая программа дисциплины «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА» составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Программа составлена: Арчакова Р.Д., к.т.н., доцент, профессор каф. химии

(Ф.И.О., ученая степень, звание, должность разработчиков).

Программа рецензирована: Темирханов Б.А. к.х.н., доцент каф. химии  
(Ф.И.О., ученая степень, звание, должность)

Рецензия прикладывается к РПД

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры **Химии**  
«\_\_»\_\_\_\_\_ 202\_ (протокол №\_\_)

Программа обсуждена и одобрена методической  
комиссией \_\_\_\_\_ специальностей \_\_\_\_\_ аспирантуры  
\_\_\_\_\_ дата (протокол №\_\_)

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целями освоения дисциплины «Современные методы химического анализа» являются:**

- познакомить аспирантов с основными современными методами химического анализа;
- дать фундаментальные знания о принципах, закономерностях, областях применения современных методов химического анализа;
- научить грамотному квалифицированному применению выбранных методов на практике.

## **2. Задачи дисциплины**

**Задача** дисциплины состоит в том, что на основании полученных теоретических знаний и практического овладения методами анализа объектов окружающей среды, а также методами расчета результатов эксперимента, студенты могли правильно выбирать методы исследования объектов в соответствии с поставленной перед ними проблемой, разработать схему анализа, практически провести его и интерпретировать полученные результаты.

## **3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Современные методы химического анализа» относится к специальным дисциплинам отрасли науки и научной специальности, включенным в дисциплины по выбору образовательного компонента основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования по специальности 1.4.2 – «Аналитическая химия» и всего на ее изучение отводится 108 часов (36 часов аудиторной работы и 72 часа самостоятельной работы). В соответствии с учебным планом, занятия проводятся на втором году обучения.

Дисциплина готовит к решению следующих задач профессиональной научно-педагогической деятельности.

В области педагогической деятельности:

-умение использовать знания и навыки в педагогической деятельности при преподавании данной дисциплины.

В области научно-исследовательской деятельности:

-умение поставить задачу, провести эксперимент, сделать выводы и оформить их.

В области методической деятельности:

-уметь разбить сложную структуру дисциплины на составные части, выявить главные и второстепенные темы, составлять необходимые документы.

Для освоения дисциплины «Современные методы химического анализа» аспиранты используют знания и умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин, освоенных в процессе основной образовательной программы высшего профессионального и послевузовского образования:

- аналитическая химия (методы анализа, пробоотбор и пробоподготовка, концентрирование и разделение);
- органическая химия (свойства органических веществ);
- физическая химия (сорбционные процессы);
- физика (оптика, атомная спектроскопия, электричество);
- математика (методы математической статистики).

#### **4.ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**Знать:**

- место аналитической химии в системе наук;
- существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии;
- сущность методов разделения и концентрирования;
- сущность и области применения хроматографических методов анализа.

**Уметь:**

- применять в практической деятельности современные методы химического анализа;
- проводить анализ многокомпонентных смесей;

#### **Владеть:**

- методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения;
  - метрологическими методами анализа;
  - основами теории аналитической химии;
  - навыками химического эксперимента, основными аналитическими методами исследования химических веществ и материалов;
  - навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химического эксперимента;
  - умением правильного объяснения результатов эксперимента, если даже результат отрицательный;
- методами оказания первой помощи при несчастных случаях в химической лаборатории

### **5. ОБЪЕМ И ВИД УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Виды учебной работы	Трудоемкость (часы)		Семестры (указание часов по семестрам)
Аудиторные занятия (всего)	36		36
В том числе:			
Лекции	18		18
Практические занятия			
Лабораторные работы	18		18
Самостоятельная работа (всего)	72		72
Формы аттестации по дисциплине (зачет, экзамен)	зачет		зачет
Общая трудоемкость дисциплины	Часы	ЗЕТ	108/3
	108	3	

**6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО  
ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ  
КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ  
ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**Таблица 6.1.**

**Структура и содержание дисциплины**

№ п/ п	Раздел дисциплины	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)  Форма промежу точного контроля
			Лекции	Лаборат. занятия	СРС	
1.	Методы разделения и концентрирования	4	4	4	14	Контроль ная работа № 1
2.	Экстракционные методы	4	4	4	16	
3.	Сорбционные методы концентрирования	4	4	4	14	Контроль ная работа № 2
4.	Флотация	4	4	4	16	
5.	Хроматографический метод анализа	4	2	2	12	Тест
	<b>Итого:</b>		<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	

**Содержание дисциплины «Современные методы химического анализа»**

**Методы разделения и концентрирования.** Значение методов разделения и концентрирования, области применения. Классификация методов. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Сочетание концентрирования с методами определения: комбинированные и гибридные.

**Экстракционные методы.** Этапы развития, современное состояние.

Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ.

Количественные характеристики экстракции.

Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Автоматизация экстракционных процессов. Экстракция микроэлементов. Экстракция органических соединений. Сверхкритическая флюидная экстракция: достоинства и ограничения метода.

**Сорбционные методы концентрирования:** методы испарения; отгонка после химических превращений; газовая экстракция и анализ паровой фазы. Особенности концентрирования осаждением и соосаждением. Достоинства и недостатки. Требования к коллектору и пути его выбора. Неорганические и органические соосаждители. Примеры использования соосаждения для концентрирования неорганических и органических соединений.

**Флотация.** Техника осуществления. Флотация после осаждения ионная флотация. Факторы, влияющие на флотационное концентрирование.

Селективное растворение. Растворители, обеспечивающие избирательность растворения. Примеры использования селективного растворения в фазовом анализе неорганических материалов и для концентрирования микроэлементов при анализе почв и растений. Пробирная плавка. Существо метода и его значение при определении благородных металлов. Примеры использования методов для выделения и концентрирования микроэлементов и органических соединений из различных объектов: объекты окружающей среды (различные типы вод, почвы, воздух), пищевых продуктов, биологических и других объектов.

### **Хроматографический метод анализа**

Сущность хроматографического метода. История его возникновения. Современное состояние метода и области применения, значение и место среди других аналитических методов. Режим хроматографических процессов: фронтальный, вытеснительный, элюентный. Классификация хромато-графических методов по агрегатному состоянию фаз, механизму

взаимодействия сорбат-сорбент, применяемой технике, способу относительного перемещения фаз.

**Теоретические основы хроматографии** Основные характеристики хроматографического процесса. Коэффициент распределения. Удерживаемый объем и время удерживания. Коэффициент емкости. Коэффициент удерживания, его физический смысл. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Коэффициент разделения. Разрешение.

Теория равновесной хроматографии. Связь скорости перемещения вещества вдоль слоя неподвижной фазы с коэффициентом распределения и изотермой сорбции. Зависимость формы хроматографического пика от вида изотермы сорбции.

Размывание хроматографической зоны и его физические причины. Неравновесная хроматография. Основы концепции теоретических тарелок, связь с противоточным распределением. Число теоретических тарелок и эффективность колонки. Понятие ВЭТТ. Недостатки концепции теоретических тарелок.

Кинетические теории хроматографии. Факторы, влияющие на размывание зон (вихревая диффузия, молекулярная диффузия, сопротивление массопередачи в подвижной и неподвижной фазах). Зависимость ВЭТТ от скорости потока. Уравнение Ван-Деемтера. Принципиальная схема хроматографа. Выбор параметров хроматографического определения. Идентификация веществ. Количественный анализ. Измерение площадей и высот пиков. Методы внутреннего и внешнего стандартов. Источники ошибок, воспроизводимость измерений.

### **Газовая хроматография**

Принцип метода. Теоретические основы метода. Определяемые вещества. Основные аналитические характеристики. Газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография.



Аппаратура для газовой хроматографии. Хроматографические колонки, термостаты, детекторы. Классификация детекторов и их важнейшие характеристики (линейность, чувствительность, отношение сигнал/шум, предел обнаружения). Программирование температуры.

Газы-носители, адсорбенты и неподвижные фазы, требования к ним. Модифицирование носителей. Реакционная газовая хроматография. Высокоэффективная капиллярная хроматография. Примеры применения.

Качественный газо-хроматографический анализ. Идентификация веществ на основе величины удерживания. Метод тестеров. Индексы удерживания Ковача. Источники погрешностей при их определении. Методика количественной газовой хроматографии.

Хромато-масс-спектрометрия. Области применения.

### **Жидкостная хроматография**

Принцип	метода.	Определяемые	вещества.
Аналитические	характеристики	современной	высоко-эффективной
хроматографии (ВЭЖХ). Аппаратура для жидкостной хроматографии. Жидкостные хроматографы (колоночные, капиллярные). Насосы. Вводы проб. Колонки. Детекторы и их выбор. Подготовка пробы.			

### **Адсорбционная хроматография.**

**Основные** представления о механизме жидкостной адсорбционной хроматографии (ЖАХ): роль химии поверхности адсорбента и природы жидкой подвижной фазы. Силикагель, его структура и химия поверхности. Модифицированные силикагели, принципы их получения и свойства. Оксид алюминия и другие сорбенты в ЖАХ. Требования к ним. Подвижная фаза (элюент) и требования к ней. Элюирующая сила подвижной фазы, элюотропные ряды. Влияние природы и состава элюента на селективность разделения в ЖАХ. Изократическое и градиентное элюирование. Влияние температуры на элюирование.

Нормально-фазовая ЖАХ на силикагеле. Модели удерживания и типы взаимодействия сорбата с поверхностью сорбента. Роль воды. Области применения нормально-фазовой ЖАХ.

Обращенно-фазовая хроматография на модифицированных сорбентах. Механизмы удерживания. Сольвофобная теория удерживания. Влияние структуры сорбатов на удерживание (дипольный момент, поляризуемость, объемы молекул, площадь гидрофобной поверхности). Влияние соотношения полярных и неполярных групп, внутримолекулярных связей и распределения электронной плотности в молекулах сорбата на их удерживание. Применение обращенно-фазовой ВЭЖХ.

**Ионообменная хроматография.** Сущность метода. Основные представления о механизме ионного обмена. Ионообменное равновесие. Константа равновесия, селективность, фактор разделения. Ряды селективности. Кинетика ионного обмена. Ионный обмен в неводных и смешанных средах.

Неорганические и органические ионообменники, их классификация. Комплексообразующие сорбенты. Физико-химические свойства ионообменников (обменная емкость, набухание, термическая и реакционная устойчивость). Синтез ионообменников.

Ионный обмен в колонках. Применение в анализе. Определение общей солевой концентрации, концентрирование микропримесей из разбавленных растворов. Разделение элементов с близкими химическими свойствами и аминокислот.

**Ионная хроматография.** Основы ионной хроматографии (ИХ). Сорбенты, требования к ним. Синтез сорбентов. Выбор сорбентов, размер частиц, матрица, функциональные группы. Время удерживания иона, его связь с коэффициентом селективности, обменной емкостью, объемом сорбента. Элюенты. Состав и элюирующая способность. Влияние pH и концентрации элюента на удерживание ионов. Аппаратура для ИХ, способы детектирования. Двухколоночная и одноколоночная ионная хроматография.

Условия определения анионов и катионов. Примеры применения ИХ в анализе смесей неорганических и органических анионов и катионов.

**Ион-парная хроматография.** Сущность метода. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая ион-парная хроматография. Применение в анализе органических и неорганических соединений.

**Эксклюзионная хроматография.,** Сущность метода. Особенности механизма удерживания молекул. Области применения.

**Лигандобменная хроматография.** Сущность метода. Сорбенты и подвижные фазы для разделения аминов и аминокислот.

**Жидкость-жидкостная (распределительная) хроматография.** Основы метода. Коэффициент распределения, факторы, влияющие на его величину. Носители, подвижные фазы, требования к ним. Подвижные фазы. Противоточная хроматография. Примеры применения.

**Тонкослойная и бумажная хроматография.** Теоретические основы методов. Величина  $K_f$ , ее связь с коэффициентом распределения. Методы определения этой величины. Факторы на нее влияющие. Бумага для хроматографии, подложки, сорбенты для тонкослойной хроматографии (ТСХ). Растворители для бумажной и тонкослойной хроматографии.

Техника получения хроматограмм: восходящая, нисходящая, одномерная, двумерная и круговая. Электрофоретическая бумажная хроматография. Методы качественного и количественного анализа. Высокоэффективная ТСХ. Области применения.

**Сверхкритическая флюидная хроматография** Сущность метода. Сверхкритические флюиды, основные их свойства (плотность, вязкость, коэффициент диффузии). Колонки, области применения. Сравнение методов ВЭЖХ, газовой и сверхкритической флюидной хроматографии.

## **7. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.**

Кафедра Химии располагает кадровыми ресурсами, гарантирующими качество подготовки аспиранта по специальности 1.4.2. Аналитическая химия в соответствии с ФГТ.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении теоретического курса на лекциях предусматривается заложение материала в виде презентации. Отдельные лекции излагаются по проблемной технологии.

На лекциях используются в качестве демонстрационного материала Периодическая система элементов Д. И. Менделеева и ряд других справочных таблиц.

Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием опережающей самостоятельной работы: магистранты получают задания на ознакомление с новым материалом до его изложения на лекциях.

Для более основательной оценки усвояемости теоретического материала магистрантам предлагаются тесты, а также традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

### 8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 8.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Основы аналитической химии. В 2-х кн. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2005.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия, в 2-х кн., М.: Дрофа, 2002.
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие для вузов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2001. 463 с.
4. Практикум по физико-химическим методам анализа./Под ред. Петрухина О.М. М.: Химия, 1989
5. Физико-химические методы анализа. / Под ред. Алесковского А.И., Л.:Химия, 1988

#### 8.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

**Таблица 8.1.**

**Содержание самостоятельной работы обучающихся**

№№ п/п	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1.	Методы разделения и концентрирования	14	собеседование
	Экстракционные методы	16	собеседование
2.	Сорбционные методы концентрирования	14	собеседование
4.	Флотация	16	собеседование
5.	Хроматографический метод анализа	12	собеседование

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Учебная литература**

#### **а) основная**

1. Основы аналитической химии. В 2-х кн. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2005.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия, в 2-х кн., М.: Дрофа, 2002.
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие для вузов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2001. 463 с.
4. Практикум по физико-химическим методам анализа./Под ред. Петрухина О.М. М.: Химия, 1989
5. Физико-химические методы анализа. / Под ред. Алесковского А.И., Л.:Химия, 1988
6. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа, Л.: Химия, 1984
7. Амелин В.Г. Химические методы идентификации и полуколичественного экспресс-определения веществ. Владимир. Изд-во ВлГУ. 2001.
8. Амелин В.Г. Аналитическая химия. Методические указания к лабораторным работам. Владимир. Изд-во ВлГУ. 1998.

#### **б) дополнительная**

1. Крешков А.П. Основы аналитической химии, в 2-х томах, М.: Химия, 1972
2. Шварценбах Г., Флашка Г., Комплексометрическое титрование, М.: Химия, 1984
3. Бок Р. Методы разложения в аналитической химии, М.: Химия, 1984
4. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984
5. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. Л.: Химия, 1986.

### **9.2. Интернет-ресурсы:**

<http://fizrast.ru/sitemap.html>  
<http://www.don-agro.ru>  
<http://xn-80abucjiibhv9a.xn-plai/>  
<http://www.agroxxi.ru/> (РГБ)  
<http://elibrary.rsl.ru> Научная электронная библиотека  
<http://elibrary.ru/default.asp> Российская национальная библиотека  
<http://primo.nlr.ru> <http://nbmgu.ru> Электронная библиотека  
Российской государственной библиотеки

### 9.3. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнгГУ

1.1. Microsoft Windows 7

1.2. Microsoft Office 2007

1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”

1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32

1.5. Справочно-правовая система “Консультант”

1.6. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

**Таблица 9.1.**

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -

Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информιο»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины «Современные методы химического анализа»:

1. Весы аналитические, технические.
2. Спектрофотометр СФ-46.
3. Фотоколориметры КФК-2, КФК-2МП.
4. Иономеры И130, Эксперт, Аквилон.
5. Атомно-абсорбционный спектрометр «Квант Z-ЭТА» с программным обеспечением и набором ламп.
6. Газовый хроматограф «Кристалл» с детекторами по теплопроводности, электронному захвату и капиллярными колонками.
7. Оборудование для тонкослойной хроматографии.
8. ИК-спектрометр.
9. Мерная посуда, ступки для пробоподготовки из агата и яшмы, чашки, тигли из платины, кварца, стеклоуглерода.
10. Центрифуга.
11. Компьютерное и мультимедийное оборудование.
12. видео- и аудиовизуальные средства обучения и др.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теоретический материал дисциплины «Современные методы химического анализа» изучается в течение 3-го семестра в соответствии с учебным планом. Самостоятельная внеаудиторная работа магистров обеспечена электронными учебно-методическими ресурсами (система Moodle), возможностью общения магистранта с преподавателем посредством электронной почты, доступом в Internet.

Основу теоретической подготовки по дисциплине составляют лекции, которые представляются систематически в сочетании с семинарскими и лабораторными занятиями. Основные учения и владения отрабатываются и закрепляются на семинарских и лабораторных занятиях. Аудиторные занятия (лекции, семинары и лабораторные занятия) объединены с самостоятельной внеаудиторной работой магистров над рекомендуемой литературой, а также заданиями, которые выдаёт преподаватель и при подготовке к лабораторным занятиям.

При изучении дисциплины магистрантами могут использоваться следующие информационные технологии и инновационные методы:

- электронный вариант учебно-методического комплекса (с использованием системы Moodle);
- ресурсы электронной библиотечной системы;
- ресурсы Интернет;
- мультимедийная техника.

Преподаватель, читающий дисциплину, ведет учет посещаемости и осуществляет контроль за выполнением самостоятельной работы. Текущий контроль заключается в мониторинге выполнения учебной программы дисциплины на аудиторных занятиях и оценке работы на семинарских и практических занятиях.



## Приложение

### ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### *Примерные задания контрольной работы*

#### ВАРИАНТ 1

##### **Вопросы:**

1. Определите понятия: «аналитическая химия», «химический анализ», «метод анализа», «методика анализа», «качественный анализ», «количественный анализ».
2. Классифицируйте погрешности химического анализа в зависимости от способа вычисления и от причин их вызывающих.
3. Дайте определение следующих способов выражения концентрации растворов: молярная концентрация; массовая, объемная и мольная доли.
4. Запишите формулы для вычисления водородного и гидроксильного показателей. Как изменяются их величины в водных растворах кислот и оснований. Приведите формулу, отражающую взаимосвязь показателей.
5. Приведите определение титриметрического анализа. Какой процесс называется титрованием. Классифицируйте методы титриметрического анализа в зависимости от вида химических реакций, протекающих в процессе титрования.
6. Приведите примеры мерной посуды. Для каких целей она предназначена.
7. Перечислите основные стадии гравиметрического анализа.

##### **Задачи:**

8. Округлите результат измерения оптической плотности 0,345846, если погрешность измерения на данном участке шкалы составляет 0,005 единиц? Какая из оставленных цифр является недостоверной или таковая в записи результата не приводится?
9. Проведите расчет и правильно округлите результат:  
$$42,50 + 2,0045 - 12 \cdot 2,00 + 35,00 : 5,0 - 0,0095$$
10. Какая из приведенных реакций является протолитической и почему  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COONH}_4 + \text{H}_2\text{O}$  или  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ . Укажите для выбранной реакции сопряженные кислотно-основные пары. Запишите уравнение константы равновесия.
11. Какие из приведенных смесей проявляют кислотно-основное буферное действие:
  - а) уксусная кислота-ацетат натрия;
  - б) хлороводородная кислота – натрия гидроокись;
  - в) раствор аммиака - хлорид аммония;
  - г) серная кислота-сульфат аммония.
12. В 150,0 мл раствора содержится 15,0 г хлорида натрия. Рассчитайте титр раствора.

13. Рассчитайте pH 0,100 М раствора гидроокиси калия.

## ВАРИАНТ 2

1. Определите понятия: «аналитическая химия», «химический анализ», «метод анализа», «методика анализа», «качественный анализ», «количественный анализ».

2. Классифицируйте погрешности химического анализа в зависимости от способа вычисления и от причин их вызывающих.

3. Дайте определение следующих способов выражения концентрации растворов: молярная концентрация; массовая, объемная и мольная доли.

4. Запишите формулы для вычисления водородного и гидроксильного показателей. Как изменяются их величины в водных растворах кислот и оснований. Приведите формулу, отражающую взаимосвязь показателей.

4. Приведите определение титриметрического анализа. Какой процесс называется титрованием. Классифицируйте методы титриметрического анализа в зависимости от вида химических реакций, протекающих в процессе титрования.

5. Приведите примеры мерной посуды. Для каких целей она предназначена.

6. Приведите определение гравиметрического анализа. Перечислите основные стадии гравиметрического анализа.

7. Запишите математические выражения законов Бугара-Ламберта-Бера и аддитивности оптических плотностей. В каких методах анализа применяются эти законы.

8. Приведите примеры электрохимических методов анализа.

### Задачи:

9. Округлите результат измерения оптической плотности 0,345846, если погрешность измерения на данном участке шкалы составляет 0,005 единиц? Какая из оставленных цифр является недостоверной или таковая в записи результата не приводится?

10. Проведите расчет и правильно округлите результат:

$$42,50 + 2,0045 - 12 \cdot 2,00 + 35,00 : 5,0 - 0,0095$$

11. Какая из приведенных реакций является протолитической и почему  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COONH}_4 + \text{H}_2\text{O}$  или  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ . Укажите для выбранной реакции сопряженные кислотно-основные пары. Запишите уравнение константы равновесия.

12. Какие из приведенных смесей проявляют кислотно-основное буферное действие:

- а) уксусная кислота-ацетат натрия;
- б) хлороводородная кислота – натрия гидроокись;
- в) раствор аммиака - хлорид аммония;
- г) серная кислота-сульфат аммония.

13. В 150,0 мл раствора содержится 15,0 г хлорида натрия. Рассчитайте титр раствора.

14. Сколько граммов растворенного вещества содержится в 1,00 л 0,100

М раствора  $\text{BaCl}_2$ .

15. Определите фактор эквивалентности и вычислите молярную массу эквивалента фосфорной кислоты и перманганата калия:

а)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ .

16. Рассчитайте pH 0,100 М раствора гидроокиси калия.

17. Определите, в прямом или в обратном направлении будет протекать химическая реакция  $\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ . ( $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,771 \text{ В}$ ,  $E^\circ(\text{I}_2/2\text{I}^-) = +0,535 \text{ В}$ ).

18. Вычислите растворимость хлорида серебра в воде при 25 °С.  $\text{ПР}(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$ .

### *Вопросы к зачету*

#### **Общие вопросы аналитической химии**

1. Предмет, задачи и функции аналитической химии.
2. Роль и задачи аналитической химии в системе экологической безопасности, охраны труда и при разрешении чрезвычайных ситуаций.
3. Понятие метода и методики анализа. Методы аналитической химии.
4. Химический анализ. Методы химического анализа.
5. Виды химического анализа: качественный и количественный анализ.
6. Аналитический сигнал.
7. Результат анализа.
8. Погрешности химического анализа. Классификация погрешностей в зависимости от способа их вычисления и от причин их вызывающих.
9. Общее представление о статистической обработке результатов анализа и формы его представления.
10. Правила округления результатов промежуточных вычислений и результата анализа. Значащие и незначащие цифры.
11. Правила округления при выполнении различных арифметических действий.

#### *Химические методы анализа*

1. Понятие о количестве вещества. Единицы измерения количества вещества.
2. Эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента. Закон эквивалентов.
3. Общее понятие о растворах. Растворитель и растворенное вещество.
4. Способы выражения концентрации растворов.
6. Понятие о кислотах и основаниях. Протолитическая теория кислот и оснований (теория Бренстеда-Лоури).
7. Сила кислот и оснований. Константы диссоциации кислот и оснований.
8. Водородный и гидроксильный показатели. Расчет pH и pOH водных растворов сильных и слабых кислот и оснований.
9. Кислотно-основные буферные растворы: состав, механизм действия, примеры. Расчет pH буферных растворов. Буферная емкость.
10. Кислотно-основное (протолитическое) титрование. Применение закона эквивалентов в титриметрическом анализе.
11. Стандартные растворы.
12. Кислотно-основные индикаторы: примеры индикаторов; выбор индикаторов.
13. Комплексные соединения. Критерии отнесения соединений к классу комплексных. Примеры комплексных соединений.
14. Хелатные комплексные соединения.

15. Примеры применения комплексных соединений в аналитической химии.
16. Комплексометрическое титрование. Комплексонометрия.
17. Наиболее распространенные комплексоны. Трилон Б.
18. Индикаторы в комплексометрическом титровании.
19. Окислительно-восстановительные реакции: определение, примеры окислителей, восстановителей, окислительно-восстановительных реакций.
20. Применение окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии.
21. Окислительно-восстановительное титрование: методы, классификация, индикаторы.
22. Перманганатометрия и бихроматометрия.
23. Малорастворимые соединения. Ионная и молекулярная растворимости веществ.
24. Произведение растворимости. Математическая связь растворимости и произведения растворимости.
25. Применение малорастворимых соединений в аналитической химии для обнаружения и определения веществ.
26. Гравиметрический анализ: определение метода, методы гравиметрического анализа, примеры применения, достоинства и недостатки.
27. Общая схема проведения гравиметрического определения методом осаждения.
28. Форма осаждения. Гравиметрическая форма. Гравиметрический фактор.
29. Различия при работе с кристаллическими и аморфными осадками.
30. Техника проведения гравиметрического определения методом осаждения: растворение, осаждение, промывание осадков, фильтрование, высушивание и прокаливание.
31. Весы. Взвешивание. Правила работы на теххимических и аналитических весах.
32. Расчеты в гравиметрическом анализе.

### ***Инструментальные методы химического анализа***

1. Химические, физико-химические и физические методы анализа: определения, основные понятия, классификация.
2. Электромагнитное излучение. Основные характеристики электромагнитного излучения. Спектры веществ. Классификация спектров. Спектральная линия. Характеристики спектральной линии: положение максимума, пиковая и интегральная интенсивности, полуширина, контур.
3. Оптические (спектральные) методы анализа: классификация, области применения, достоинства и недостатки.
4. Законы Бугера-Ламберта-Бера и аддитивности оптических плотностей. Молярный коэффициент светопоглощения.
5. Способы определения концентрации веществ в растворах.
5. Спектрофотометры и фотокolorиметры. Назначение основных блоков приборов.
6. Электрохимические методы анализа. Классификация методов, области применения, достоинства и недостатки.
7. Общее представление о потенциометрическом методе анализа: определение, прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование.
8. Общее представление об амперометрическом методе анализа: основные понятия, классификация, области применения, достоинства и недостатки.
9. Общее представление о кондуктометрическом методе анализа: основные понятия, классификация, области применения, достоинства и недостатки.

### ***Критерии оценки ответа на зачете***

<b>Оценка</b>	<b>Критерии ответа</b>
<b>Зачтено</b>	Глубокое и хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; обстоятельный, логический и грамотный ответ во время сдачи зачета; удельный вес ошибок при контрольном тестировании – не более 50%.
<b>Незачтено</b>	Слабое знание основной терминологии, теоретических закономерностей, фактических данных, ошибочный ответ на зачете; удельный вес ошибок при контрольном тестировании – более 50%.

Программу составила:

к.х.н., доцент кафедры химии

Акталиева А.Г.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 10 от « 21 » июня 2021 г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/ Султыгова З.Х. /

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом

химико-биологического факультета

Протокол заседания № 10 от « 23 » июня 2021 г.

Председатель учебно-методического совета

\_\_\_\_\_/ Плиева А.М. /

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

Протокол заседания № 10 от « 30 » июня 2021 г.

Председатель Учебно-методического совета университета

\_\_\_\_\_/ Хашагульгов Ш.Б. /

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и  
регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой