

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра химии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Батыгов З.О.

«26» мая 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Факультет: химико-биологический

Направление подготовки /специальность: 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки: «Физическая химия»

Программа подготовки: академическая магистратура

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

МАГАС 20 18 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Современные методы химического анализа» являются:

- познакомить магистрантов 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. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Современные методы химического анализа» относится к вариативной части обязательных дисциплин; изучается в 4 семестре. Курс опирается на знания магистрантов, приобретенные при изучении основ аналитической химии и обеспечивает теоретическую подготовку и практические навыки в области современных методов химического анализа.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Современные методы химического анализа» с предыдущими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Современные методы химического анализа»	Семестр
Б1.В.ДВ.4	Основные методы анализа	1
Б1.В.ДВ.3	Хроматография	2
Б1.В.ОД.1	История и методология химии	3

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

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

- а) общепрофессиональных (ОПК) – ОПК-2,**
- б) профессиональных (ПК) - ПК-1, ПК-3.**

Таблица 3.1.

**Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины
«Современные методы химического анализа», с временными этапами освоения ее
содержания**

Коды компетенций (ФГОС)	Компетенция	Семестр изучения
ОПК-2	Владение современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации	4
ПК-1	Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	4
ПК-3	Готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	4

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	4 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия	32	32
Лекции	14	14
Лабораторные занятия	16	16
Контроль самостоятельной работы	2	2
Самостоятельная работа студентов	40	40

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

Таблица 5.1.

Структура и содержание дисциплины

№ п/ п	Раздел дисциплины	семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваем ости (по неделям семестра) Форма промежу точного контроля
				Лекции	Лаборат. занятия	СРС	
1.	Методы разделения и концентрирования	1	1-2	3	3	8	Контроль ная работа № 1
2.	Экстракционные методы		3-5	3	3	8	
3.	Сорбционные методы концентрирования	1	6-8	3	3	8	Контроль ная работа № 2
4.	Флотация	1	9-11	2	3	8	
5.	Хроматографический метод анализа	1	12-14	3	4	8	Тест
Итого:				14	16	40	

Таблица 5.2.

Конкретизация результатов освоения дисциплины

<i>ОПК-2 Владение современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации</i>		
Знать: возможности использования современных информационных технологий в образовании и науке; системы сбора, обработки и хранения химической информации; виды программного обеспечения для представления результатов химических исследований, принципы создания, построения и виды компьютерных презентаций; использовать презентационную графику для визуализации результатов теоретического и экспериментального исследований.	Уметь: создавать авторские и пользоваться стандартными банками компьютерных программ и банками данных; анализировать результаты математической обработки научных данных с целью определения их достоверности и области использования; использовать презентационную графику для визуализации результатов теоретического и экспериментального исследований.	Владеть: методами обработки информации системами мультимедиа, навыками создания компьютерных презентаций, в том числе интерактивных; всеми видами научного общения.
<i>ПК-1 Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты</i>		
Знать: о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии твердого тела (синтез и применение веществ в наноструктурных технологиях, исследования в экстремальных условиях, химия жизненных процессов, химия и экология и др.); электрические и магнитные свойства перспективных материалов, используемых в современной технике; принципы обработки полученных в исследованиях результатов; возможности использования Интернет-ресурсов для ознакомления с передовыми исследованиями в	Уметь: анализировать состав и свойства полученных веществ с целью доказательства выполнения поставленной задачи; давать рекомендации на основании проведенных исследований; оценивать экологические последствия, связанные с развитием ядерной промышленности, производить целенаправленный выбор источников ионизирующего излучения, необходимых для получения желаемого эффекта при обработке различных природных и искусственных объектов, и применять их	Владеть: современными технологиями получения энергетических и наноматериалов, радиоактивных элементов, физико-химическим инструментарием, необходимым для определения степени воздействия ионизирующего излучения на различные объекты окружающей среды; навыками работы с поисковыми и информационными ресурсами на английском языке в сети Интернет.

сфере профессиональных результатов.	в соответствии с различными требованиями; классифицировать материалы по различным признакам.	
<i>ПК-3 Готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований</i>		
Знать: принципы работы на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований.	Уметь: работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований, выбрать средства измерений, методику анализа, оценить уровень загрязнений; анализировать современные материалы и средства регистрации информации; делать выбор средств и материалов регистрации информации при проведении научных исследований.	Владеть: навыками выбора оптимального метода исследования функциональных материалов в зависимости от объема и целей исследования для решения поставленных задач на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных.

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.

6. 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: студенты 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).

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. 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

Лекционные занятия проводятся 1 раза неделю в объеме 1 часа и 1 часа лабораторных занятий в 4 семестре. После окончания изучения каждой темы магистранты

проходят тестирование, собеседование, выполняют контрольные работы.

7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Таблица 7.1.

Содержание самостоятельной работы обучающихся

<i>№№ п/п</i>	<i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Формы работы</i>
1.	Методы разделения и концентрирования	8	собеседование
2.	Экстракционные методы	8	собеседование
3.	Сорбционные методы концентрирования	8	собеседование
4.	Флотация	8	собеседование
5.	Хроматографический метод анализа	8	собеседование

**8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Фонды оценочных средств и критерии оценки представлены отдельно, как приложение к рабочей программе.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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., Комплексонометрическое 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.

в) Интернет-ресурсы

1. [http:// anchem.ru](http://anchem.ru)
2. <http://chemistry.narod.ru>
3. ChemSoft 2004

10. МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Теоретический курс: лекции: презентации (диск)
2. Практикум

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.