

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников / _____ /

« ___ » _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Аналитическая химия

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

05.03.06/05.04.06 Экология и природопользование

Форма обучения: очная

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.062 Экология и природопользование программы бакалавриата

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 30 декабря 2020 года (протокол №1368).

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** вариативная часть, обязательный курс, курс - 2, семестр – 3
2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** Общий курс химии в 9 – 11 классах средней школы, начальные знания по высшей математике, физика, курс «Общая химия» для студентов 1 курса факультета почвоведения МГУ
3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями
<p>Б-УК-3. Способен в контексте профессиональной деятельности использовать знания об основных понятиях и методах естествознания</p>	<p>Индикаторы: Б.УК-3.1. Использует понятия и основные законы естественных наук при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>Уметь: находить необходимые для работы сведения в открытых источниках информации Уметь: сопоставлять информацию из разных источников, оценивать ее достоверность Уметь: формулировать научные гипотезы при обсуждении литературных и собственных данных Владеть навыками поиска и критического анализа информации</p>
<p>Б-ОПК-1. Способен использовать базовые знания математики и естественных наук (физики, химии, биологии, экологии и наук о Земле) при решении задач в области экологии и природопользования.</p>	<p>Индикаторы: Б-ОПК-1.3. Применяет базовые знания химии при проведении химико-аналитических исследований в области экологии и природопользования</p>	<p>Знать: основные закономерности химических равновесий и процессов в гомогенных и гетерогенных системах Владеть: теоретическими основами химических и современных инструментальных методов анализа, представлять области их практического применения Уметь: формулировать и решать конкретные задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе аналитической химии</p>

4. **Объем дисциплины** 3,0 з.е., в том числе 90 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 18 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** очный (допустимо частичное использование дистанционных образовательных технологий)

6. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	Всего (часы)	В том числе						Домашние задания, решение задач. Оформление лабораторных работ. Подготовка к коллоквиумам и контрольным работам	Всего
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)				Всего			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)				
Раздел 1. Химические методы анализа.	66							8	
Тема 1. Введение в аналитическую химию.	2	2				2			
Тема 2. Равновесие в гетерогенных системах. Гравиметрия.	17	6		9		15	2	2	
Форма текущей аттестации по разделу	2	Коллоквиум (устный опрос), рубежная контрольная работа				2		2	
Тема 3. Химическое равновесие в гомогенных системах: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, комплексообразования. Титриметрические методы анализа.	43	14		27		41	2	2	

Форма текущей аттестации по разделу	2	Коллоквиум (устный опрос), рубежная контрольная работа				2		2
Раздел 2. Методы разделения и концентрирования	12							4
Тема 1. Экстракция и хроматография.	10	2		6		8	2	2
Форма текущей аттестации по разделу	2	Коллоквиум (устный опрос), рубежная контрольная работа						2
Раздел 3. Физико-химические методы анализа.	28							6
Тема 1. Основы спектроскопических методов анализа.	14	6		6		12	2	2
Тема 2. Основы электрохимических методов анализа.	12	4		6		10	2	2
Форма текущей аттестации по разделу	2	Коллоквиум (устный опрос), рубежная контрольная работа				2		2
Раздел 4. Метрологические основы аналитической химии	2	2				2		
Практическая подготовка**	54			54		54		
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>								
Итого:	108	36		54		90		18

**** Практическая подготовка осуществляется на базе кафедры аналитической химии химического факультета МГУ, практическая подготовка на базе которой осуществляется на основании Договора)**

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1 Химические методы анализа.

Тема 1. Введение в аналитическую химию. Предмет аналитической химии. Методы аналитической химии.

Тема 2. Равновесие в гетерогенных системах. Гравиметрия. Образование и свойства осадков. Чистота осадков. Практическое применение гравиметрии.

Тема 3. Химическое равновесие в гомогенных системах: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, комплексообразования. Титриметрические методы анализа. Кривые кислотно-основного титрования. Индикаторы. Практическое применение кислотно-основного титрования. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования. Индикаторы. Практическое применение окислительно-восстановительного титрования. Комплексонометрическое титрование.

Раздел 2. Методы разделения и концентрирования.

Тема 1. Методы разделения и концентрирования веществ. Экстракция и хроматография. Основные количественные характеристики методов. Классификация и практическое применение хроматографии.

Раздел 3. Физико-химические методы анализа.

Тема 1. Основы спектроскопических методов анализа. Введение в спектроскопические методы анализа. Молекулярная спектроскопия. Спектрофотометрия. Атомная спектроскопия.

Тема 2. Основы электрохимических методов анализа. введение в электрохимические методы анализа. Потенциометрия.

Раздел 4. Метрологические основы аналитической химии. Аналитический сигнал. Способы выражения зависимости аналитический сигнал-концентрация. Обработка результатов химического анализа.

7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине:

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение результатов обучения, перечисленных в п.5.

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля:

Примерный список заданий для проведения текущей и промежуточной аттестации:

- 1) Ионное состояние вещества в идеальной и реальной системах. Общая и равновесная концентрации. Термодинамическая и условная константы равновесия. Их взаимосвязь. Современные представления о кислотах и основаниях. Протолитическая теория. Константы кислотности и основности.
- 2) Равновесие в гетерогенной системе осадок - насыщенный раствор. Константа равновесия (произведение растворимости) – термодинамическая, реальная, условная. Условия выпадения и растворения осадка. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Сущность гравиметрического анализа. Осаждаемая и гравиметрическая форма, требования к ним.
- 3) Сущность и классификация титриметрических методов. Выражение концентраций растворов в титриметрии. Расчет молярной массы эквивалента в разных методах титрования. Первичные и вторичные стандартные растворы.

- 4) Основные признаки комплексных соединений. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Хелаты и внутрикомплексные соединения. Хелатный эффект. Применение аминополикарбоновых кислот в титриметрии. Обнаружение конечной точки титрования. Способы комплексометрического титрования.
- 5) Окислительно-восстановительное равновесие. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Влияние электростатических и химических взаимодействий на потенциал. Окислительно-восстановительное титрование. Первичные и вторичные стандартные растворы. Кривые титрования. Индикаторы. Краткая характеристика различных методов.
- 6) Классификация хроматографических методов анализа. Хроматограммы и способы их получения. Основные принципы бумажной и тонкослойной хроматографии. Примеры практического применения.
- 7) Классификация электрохимических методов анализа. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Прямая потенциометрия. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Стекланный и фторид-селективный электроды.
- 8) Классификация спектроскопических методов. Важнейшие характеристики спектральных линий. Атомная эмиссионная и атомная абсорбционная спектроскопия. Спектрофотометрия. Выбор оптимальных условий проведения фотометрических реакций. Применение спектроскопических методов для определения концентрации вещества.

7.2. Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:

Типовой вариант к рубежной контрольной работе №1 (равновесие осадок – раствор, гравиметрия, кислотно – основное равновесие и титрование)

1. Термодинамическая константа диссоциации кислоты HA равна $2,3 \cdot 10^{-5}$. Рассчитайте реальную константу диссоциации кислоты в $0,1$ М растворе хлорида магния.
2. Найдите растворимость S (г/л) $BaCO_3$ в присутствии $0,016$ М раствора Na_2CO_3 (с учетом ионной силы). Изобразите графически зависимость S от концентрации $BaCl_2$ и Na_2CO_3 .
3. Укажите эквиваленты и факторы эквивалентности серной кислоты H_2SO_4 в реакциях
 - а) $H_2SO_4 + NaOH = NaHSO_4 + H_2O$
 - б) $H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O$
4. Для определения CH_3COOH в соке $25,0$ мл сока разбавили до $500,0$ мл водой, оттитровали аликвоты по $15,0$ мл $0,0500$ М $NaOH$ и получили следующие результаты (мл): $12,30$, $12,25$, $12,55$, $12,35$ мл. а) Какой индикатор выбрать: метиловый оранжевый ($pT=4,0$) или фенолфталеин ($pT = 9,0$)? б) Сколько уксуса содержится в литровой бутылке сока (в г, моль, ммоль, моль/л)?
5. Чем загрязнен осадок, полученный при добавлении избытка H_2SO_4 к раствору $BaCl_2$?

8. Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания устные и письменные опросы и контрольные работы	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения практические контрольные задания, выполнение экспериментальных лабораторных работ	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) Экзамен	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

9. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной учебной литературы:

1. Основы аналитической химии. В 2 кн. / Под ред. Золотова Ю.А. М.: Академия, 2010, 2014.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство. /Под ред. Золотова Ю.А. М.: Лаборатория знаний, 2017. 462 с.
3. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы. / Под ред. Золотова Ю.А. М.: Лаборатория знаний, 2020. 413 с.
4. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. М.: Высш. шк., 1991. 255 с.

5. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. М.: Мир, 2001. 267 с.

Дополнительная литература:

1. Ушакова Н.Н. Курс аналитической химии. М.: Изд-во МГУ, 1984. 349 с.
2. Кристиан Г. Аналитическая химия в 2 томах. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 623, 504 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине «Аналитическая химия»:

Осипова Е.А., Смирнова С.В. Практикум, семинары, коллоквиумы и контрольные работы по аналитической химии. Методические указания для студентов факультета почвоведения. Москва: Постер-М, 2022. 93 с..

Образовательные технологии:

- использование компьютерных программ, управляющих приборами; обработка полученных экспериментальных данных на компьютерах;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса.

Описание материально-технической базы

А. Лекционная аудитория, лабораторные практикумы.

Б. Основное оборудование в общем практикуме – набор химической посуды для гравиметрических и титриметрических методов, аналитические весы, нагревательные элементы, универсальный иономер, рН-метр, фотоэлектроколориметр КФК-2, газовый хроматограф.

В. Реактивы, необходимые для титрования – первичные стандарты, титранты, индикаторы, органические реагенты.

10. Язык преподавания: русский

11. Преподаватели:

1. ФИО: Осипова Елена Андреевна

Должность: Доцент кафедры аналитической химии химического факультета МГУ

Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат химических наук, диплом ВАК ХМ №013870 от 3.04.1985 г.

Ученое звание (когда и кем присвоено): Доцент, аттестат доцента ГКРФ по высшему образованию ДЦ №017099 от 17.04.1996 г.

2. ФИО: Смирнова Светлана Валерьевна

Должность: Доцент кафедры аналитической химии химического факультета МГУ

Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат химических наук, МГУ, химический факультет, 06.03.2002 г., диплом ВАК серия КТ № 070874.

3. ФИО: Фурлетов Алексей Алексеевич

Должность: Старший преподаватель кафедры аналитической химии химического факультета МГУ

Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат химических наук, МГУ, химический факультет, 20.04.2022 г., диплом серия МК № 001601.

4. ФИО: Торочешникова Ирина Ивановна

Должность: Доцент кафедры аналитической химии химического факультета МГУ

Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат химических наук, МГУ, химический факультет, 1983 г., диплом ВАК ХМ №012097.

Ученое звание (когда и кем присвоено): Доцент, аттестат доцента Министерства образования РФ 458-д, 2003 г.

5. ФИО: Сорокина Надежда Михайловна

Должность: Доцент кафедры аналитической химии химического факультета МГУ

Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат химических наук, МГУ, химический факультет, диплом серия КТ №010504 от 24 июня 1999 г.

Ученое звание (когда и кем присвоено): Доцент, аттестат доцента Министерства образования РФ ДЦ №2151/979-д, 2007г.

6. ФИО: Рогова Ольга Борисовна

Должность: Старший преподаватель кафедры аналитической химии химического факультета МГУ

Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат биологич. наук, МГУ, 27.04.2010 г., диплом ВАК РФ серия ДНК № 116646.

7. ФИО: Рехарская Екатерина Михайловна

Должность: Ассистент кафедры аналитической химии химического факультета МГУ

Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат химических наук, МГУ, химический факультет, 13.10.2005 г., диплом серия КТ №167955.

8. ФИО: Толмачева Вероника Владимировна

Должность: Доцент кафедры аналитической химии химического факультета МГУ

Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат химических наук, МГУ, химический факультет, 14.12.2016 г., диплом КНД №031893.

12. Разработчики программы:

ФИО: Осипова Елена Андреевна

Должность: Доцент кафедры аналитической химии химического факультета МГУ

Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат химических наук, диплом ВАК ХМ №013870 от 3.04.1985 г.

Ученое звание (когда и кем присвоено): Доцент, аттестат доцента ГКРФ по высшему образованию ДЦ №017099 от 17.04.1996 г.

13. Краткая аннотация дисциплины:

Аналитическая химия – наука, развивающая теоретические основы анализа химического состава веществ и разрабатывающая методы идентификации, обнаружения, определения и разделения химических элементов и их соединений, а также методы установления химического строения веществ. Аналитическая химия - это наука об определении химического состава веществ и отчасти их химического строения.

Аналитическая химия играет большую роль в различных областях человеческой деятельности. Ни одна из естественных наук в настоящее время не может обойтись без

надежных данных химического анализа. Многие открытия в области биологии, микробиологии, почвоведения были сделаны на основании результатов определения самых различных элементов в биологических материалах, почвах, природных водах и т.д. Диапазон, в котором колеблется содержание определяемых элементов, очень широк: от нескольких десятков процентов (например, диоксида кремния в почвах) до миллионных долей процента (например, микроэлементов в коре головного мозга или сыворотке крови).

Для решения аналитических задач используют методы, основанные на химических реакциях (химические методы) или на измерении физических параметров, связанных со свойствами определяемого вещества (физико-химические и физические методы анализа). При выполнении анализа перед исследователем стоят две задачи: выяснение состава объекта и установление содержания и количественных соотношений между входящими в его состав элементами. Первая задача решается методами качественного анализа, вторая - количественного анализа. Методы аналитической химии позволяют отвечать на вопросы о том, из чего состоит вещество, какие компоненты входят в его состав, а также каково содержание компонентов или какова их концентрация, эти методы позволяют узнать, в какой форме данный компонент присутствует в объекте, например, установить степень окисления, а иногда дают возможность установить и пространственное расположение компонентов.

На достижения аналитической химии опираются исследования всех естествоиспытателей, поскольку любые свойства объектов материального мира связаны с их составом или массой. Особенно это касается почвоведения и экологии, значительное место в исследованиях которых занимает анализ почв, природных и сточных вод, контроль загрязнений почв и водоемов.