



МЧС РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным
ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Кафедра химии и процессов горения

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника института
по учебной работе
полковник внутренней службы

 А. В. Пешков

« 19 » 09 2024 г.

**Рабочая программа факультативного курса
Физико-химические метода анализа**

Научная специальность 3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в адъюнктуре
(аспирантуре)

Год начала реализации образовательной программы: 2024

Екатеринбург

2024

Составитель:

Начальник кафедры
к. хим. н., доцент



А. В. Кокшаров

Рассмотрено на заседании кафедры химии и процессов горения

« 12 » сентября 2024 г., протокол № 1

Рассмотрено на заседании научно-технического совета

« 18 » 09 2024 г., протокол № 6

Научная специальность	Индекс дисциплины по учебному плану
3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	2.1.5.1(Ф)

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА

Целью факультатива «Физико-химические методы анализа» является знакомство адъюнктов и аспирантов с современными инструментальными методами анализа веществ и материалов.

Для достижения поставленных целей предусматривается решение следующих задач:

- передать основные теоретические знания по курсу;
- привить обучающимся навыки выполнения анализа веществ и материалов с использованием измерительного оборудования;
- провести исследование материальных объектов в рамках выполнения научно-исследовательской работы.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие образовательную программу:

— научно-исследовательская деятельность по направлению обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, изучающая и обеспечивающая защищенность личности, имущества, общества и государства от чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера;

— преподавательская деятельность в области подготовки кадров с высшим образованием для работы по направлению безопасности в чрезвычайных ситуациях:

а) ведомственных и специализированных подразделений;

б) научно-исследовательских и образовательных организаций высшего образования, а также организаций дополнительного профессионального образования.

2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ФАКУЛЬТАТИВНОМУ КУРСУ, СООТНЕСЕННЫХ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Результаты освоения ОП	Планируемые результаты обучения		
	Знать	Уметь	Владеть
Быть способен планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты, оценивать научную значимость, перспективы прикладного использования	Методологию экспериментальных исследований материальных объектов с помощью физико-химических методов анализа	Формулировать цели и задачи экспериментальных исследований с помощью физико-химических методов анализа	Навыками формулирования целей и задач научных исследований материальных объектов с помощью физико-химических методов анализа
Владеть методикой разработки прогностических и естественно-научных моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к области исследования	Процедуру разработки методов физико-химического анализа и их применения	Разрабатывать методы физико-химического анализа	Навыками разработки методов физико-химического анализа и их применения в самостоятельной научно-

Результаты освоения ОП	Планируемые результаты обучения		
	Знать	Уметь	Владеть
			исследовательской работе в сфере обеспечения безопасности с учетом правил соблюдения авторских прав
Быть способен подготавливать научно-технические отчеты и публикации по результатам выполненных исследований	Особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме	Представлять результаты научной деятельности в устной и письменной форме	Навыками представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме
Быть способен проводить экспертные исследования веществ и материалов в целях исследования пожаров и пожарной безопасности объектов защиты	Основные способы анализа веществ и материалов в целях исследования пожаров и пожарной безопасности объектов защиты	Анализировать вещества и материалы в целях исследования пожаров и пожарной безопасности объектов защиты	Навыками анализа веществ и материалов в целях исследования пожаров и пожарной безопасности объектов защиты

3. МЕСТО ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Факультативный курс относится к факультативной части образовательной программы по специальности 3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Пререквизиты	История и философия науки
Кореквизиты	Методика и методология научных исследований; Безопасность в чрезвычайных ситуациях
Постреквизиты	Информационные технологии в науке и образовании

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 4.1

№ п/п	Виды работ	ЗЕТ	Количество часов по учебному плану	
			Форма обучения очная	Форма обучения заочная
1	Общая трудоёмкость	7 з.е.	108 ч.	
2	Контактная работа обучающихся с преподавателем:		72 ч.	72 ч.
3	Контроль		4 ч.	4 ч.
4	Самостоятельная работа обучающихся:		32 ч.	32 ч.

Очная форма обучения

Таблица 4.2

№ п/п	Наименование разделов и тем	Трудоемкость освоения темы дисциплины, ч									
		Общая	Кол-во аудиторных часов							Самостоятельная работа	
			Всего	Лекции	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные работы	Формы контроля			
								Контрольные работы	Зачёты		Экзамены
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 семестр											
1	Классификация физико-химических методов анализа. Общая характеристика методов	10	2	2							8
2	Электрохимические методы анализа (ЭХМА)	42	34	2		2	30				8
3	Хроматографические методы анализа	28	20	2		2	16				8
4	Оптические методы анализа	24	16	2		2	12				8
	Зачёт	4							4		
Итого по дисциплине		108	76	8		6	58		4		32

Заочная форма обучения

Таблица 4.3

№ п/п	Наименование разделов и тем	Трудоемкость освоения темы дисциплины, ч									
		Общая	Кол-во аудиторных часов							Самостоятельная работа	
			Всего	Лекции	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные работы	Формы контроля			
								Контрольные работы	Зачёты		Экзамены
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 семестр											
1	Классификация физико-химических методов анализа. Общая характеристика методов	10	2	2							8
2	Электрохимические методы анализа (ЭХМА)	42	34	2		2	30				8
3	Хроматографические методы анализа	28	20	2		2	16				8
4	Оптические методы анализа	24	16	2		2	12				8
	Зачёт	4							4		
Итого по дисциплине		108	76	8		6	58		4		32

5. СОДЕРЖАНИЕ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА**ТЕМА 1. Классификация физико-химических методов анализа. Общая характеристика методов.**

Общая характеристика физико-химических методов. Классификация физико-химических методов анализа. Значение и преимущества методов. Чувствительность и разрешающая способность методов. Характеристическое время метода. Интеграция методов.

ТЕМА 2. Электрохимические методы анализа (ЭХМА).

Роль ЭХМА среди других методов анализа объектов окружающей среды. Классификация методов и их особенности. Преимущества и области применения методов.

Прямая потенциометрия. Равновесный электродный потенциал. Уравнение Нернста. Электрохимическая ячейка, схема. Индикаторные и электроды сравнения. Электроды 1 и 2 рода. Ионоселективные электроды. Стекланный электрод,

механизм возникновения потенциала. Электроды на основе жидких мембран. Твердые мембранные электроды (кристаллические и некристаллические мембраны).

Способы определения концентраций с помощью ионоселективных электродов (метод градуировочных прямых, метод стандартных добавок, титрование с ионоселективными электродами). Измерение потенциалов. Измерение pH электрохимическим методом.

Потенциометрическое титрование. Компенсационные и некомпенсационные методы потенциометрического титрования. Методы определения конечной точки потенциометрического титрования. Методы титрования до ЭДС, равной нулю и до тока, равного нулю (при потенциале конечной точки титрования). Биметаллические системы электродов в практике ПТ. Потенциометрическое титрование по методу нейтрализации, осаждения, комплексообразования и окисления-восстановления (типы индикаторных электродов, кривые титрования).

Примеры определения веществ методами потенциометрического титрования. Обработка кривых титрования. Принципиальная схема установки для потенциометрического титрования.

Кондуктометрические методы анализа.

Сущность и классификация методов. Электрическая проводимость растворов: удельная и эквивалентная. Влияние на электропроводность природы электролита и растворителя, концентрации электролита, температуры. Прямая кондуктометрия: сущность, схема установки для определения электрической проводимости, электроды, метод калибровочного графика, расчеты. Особенности и области применения метода.

Кондуктометрическое титрование: сущность и особенности метода. Кривые кондуктометрического титрования по методу нейтрализации, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления. Неводное титрование. Установка для кондуктометрического титрования.

ТЕМА 3. Хроматографические методы анализа.

Классификация методов хроматографии: по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.

Факторы, влияющие на эффективность и селективность разделения.

Количественный хроматографический анализ: метод нормировки, метод внутренней нормировки, метод внутреннего стандарта.

Методы идентификации веществ в хроматографии. Основные параметры хроматограммы, их определения, индексы удерживания Ковача и их свойства.

Общая характеристика ионной хроматографии. Принципы ионообменного разделения. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Практическое применение ионной хроматографии.

Хроматография на плоскости. Способы получения плоскостных хроматограмм. Бумажная хроматография. Тонкослойная хроматография. Области применения, преимущества и ограничения методов хроматография на плоскости.

Общая характеристика газо-жидкостной хроматографии. Подвижная и неподвижная фазы. Последовательность элюирования веществ из колонки. Коэффициент распределения, его физический смысл. Области применения, преимущества и ограничения газо-жидкостной хроматографии.

Общая характеристика колоночной хроматографии. Классификация методов. Сорбенты и носители, требования к ним. Процессы сорбции и распределения, происходящие в колонке. Области применения.

ТЕМА 4. Оптические методы анализа.

Общая характеристика спектроскопических методов. Электромагнитное излучение и его взаимодействие с веществом. Классификация методов.

Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Методы атомизации, их достоинства и недостатки. Источники возбуждения. Механизм возникновения разрядов, характеристика источников возбуждения (дуговой разряд: дуга постоянного тока, дуга переменного тока, плазмотрон). Способы стабилизации дугового разряда. (Искровой разряд: конденсированная и управляемая искра, плазмотрон, полый катод, лазер как источник возбуждения в спектральном анализе). Схема и принцип действия.

Типы спектральных приборов. Приборы, используемые для регистрации эмиссионного спектра (кварцевые и с дифракционной решеткой). Основные характеристики спектральных приборов (дисперсия, разрешающая способность, светосила). Способы освещения щели.

Основы фотографического спектрального анализа. Аналитическая зависимость между интенсивностью и концентрацией. Зависимость между оптической плотностью и интенсивностью спектральных линий. Методы эмиссионного спектрального анализа: качественные, полуколичественные количественные методы. Метод трех эталонов. Метод постоянного графика. Метод добавок. Оценка источников ошибок в количественном спектральном анализе.

Атомно-абсорбционные методы анализа. Условия образования поглощающего слоя, поглощение световой энергии атомом, формирование аналитического сигнала. Связь оптической плотности с концентрацией элемента в пламени. Характеристика пламенных и непламенных способов атомизации пробы. Основные узлы приборов атомно-абсорбционной спектроскопии: I) источники света (лампа с полым катодом); II) монохроматизаторы: 1) оптические фильтры (светофильтры), 2) призмы, 3) дифракционные решетки; III) отделение для пробы (кюветные отделения); IV) приемники (дефлекторы) излучения: фотоэлементы.

Методы молекулярной спектроскопии. Молекулярная абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях. Общая характеристика метода, его возможности, современное состояние и перспективы развития. Основные законы поглощения электромагнитного излучения. Спектры поглощения, связь между окраской вещества и спектрами поглощения. Физико-химические условия образования фотометрируемых аналитических форм.

Типы фотометрируемых систем. Общая характеристика реагентов, применяемых в фотометрии; требования к ним. Выбор оптимальных условий определе-

ния. Устранение влияния сопутствующих компонентов. Аппаратура и техника фотометрируемых измерений. Основные типы приборов, физические основы измерений. Методы количественного анализа: визуальные и объективные (методы сравнения, добавок, градуировочной характеристики).

Рефрактометрия. Сущность метода. Области применения. Устройство, принцип действия рефрактометров. Методы рефрактометрических исследований.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ФАКУЛЬТАТИВНОМУ КУРСУ

Полный комплект оценочных материалов находится в комплексе методических материалов и оценочных средств дисциплины.

Перечень вопросов для подготовки к зачёту.

1. Классификация физико-химических методов анализа. Их возможности и области применения. Характеристика методов анализа.
2. Прямая потенциометрия. Электрохимическая ячейка, схема. Индикаторные и электроды сравнения. Уравнение Нернста для электродов 1 и 2 рода.
3. Ионоселективные электроды. Их классификация. Установка для измерения потенциалов с использованием ионоселективных электродов.
4. Стекланные электроды. Электроды на основе жидких мембран. Твердые мембранные электроды. Возникновение потенциала на мембране. Области их применения.
5. Определение концентрации ионов методом прямой потенциометрии: метод градуировочного графика, метод добавок, метод градуировки электродов.
6. Сущность, классификация методов потенциометрического титрования. Принципиальная схема установки для потенциометрического титрования. Методы определения конечной точки потенциометрического титрования. Преимущества и ограничения метода.
7. Сущность, классификация методов кондуктометрии. Прямая кондуктометрия: схема установки для измерения электрической проводимости, электроды. Применение прямой кондуктометрии.
8. Вольтамперометрические методы анализа: сущность, классификация. Классическая полярография.
9. Инверсионная вольтамперометрия. Сущность метода. Вид вольтамперограммы и её характеристики. Электролитическая ячейка для измерений, электроды. Достоинства и недостатки метода.
10. Хроматография. Классификация методов хроматографии: по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.
11. Общая характеристика ионной хроматографии. Механизм разделения веществ в ионной хроматографии. Обменная емкость. Практическое применение.

12. Газовая хроматография. Идентификация веществ по хроматограммам. Количественный анализ: метод нормировки, метод внутренней нормировки, метод внутреннего стандарта.

13. Общая характеристика газо-жидкостной хроматографии. Подвижная и неподвижная фазы. Последовательность элюирования веществ из колонки. Коэффициент распределения, его физический смысл. Области применения, преимущества и ограничения.

14. Идентификации веществ в хроматографии. Индексы удерживания, их свойства и определение.

15. Общая характеристика колоночной хроматографии. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Процессы, происходящие в колонке.

16. Хроматография на плоскости. Принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм. Тонкослойная хроматография. Области применения.

17. Детектирование аналитического сигнала в хроматографии. Типы детекторов, их чувствительность и селективность. Области применения.

18. Электромагнитное излучение. Спектр электромагнитного излучения. Взаимодействие атомов и молекул с электромагнитным излучением. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Источники возбуждения.

19. Методы эмиссионного спектрального анализа: качественные, полуколичественные и количественные.

20. Эмиссионная фотометрия пламени. Источники возбуждения и приборы. Методы количественного анализа.

21. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Сущность метода, законы светопоглощения света атомным паром. Достоинства атомно-абсорбционной спектроскопии.

22. Источники излучения в атомно-абсорбционном анализе, принцип действия, их особенности.

23. Атомно-абсорбционная спектроскопия, способы атомизации пробы, преимущества и ограничения каждого метода.

24. Пламенный способ атомизации пробы. Характеристики пламени (смеси используемых горючих газов, зоны пламени).

25. Непламенные способы атомизации пробы, их преимущества по сравнению с пламенным.

26. Блок-схема атомно-абсорбционного спектрометра, назначение отдельных структурных элементов. Возможности атомно-абсорбционной спектроскопии.

27. Молекулярная спектроскопия. Возникновение спектров поглощения. Закон Бугера-Ламберта-Бера, фотометрические величины. Спектро- и фотометрические измерения, принципиальное различие методов.

28. Применение фотометрических измерений: методы градуировочного графика, характеристики добавок и метод стандартных растворов.

29. Способы монохроматизации света. Основные узлы фотокolorиметров и их характеристики.

30. Рефрактометрия. Сущность метода. Области применения. Устройство, принцип действия рефрактометров. Методы рефрактометрических исследований.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература.

1. Александрова, Т. П. Физико-химические методы анализа: учебное пособие / Т. П. Александрова, А. И. Апарнев, А. А. Казакова. – Новосибирск: Новосибирский гос. технический ун-т, 2014. – 90 с.

2. Власова, Е. Г. Аналитическая химия: химические методы анализа: учебник / Е. Г. Власова; под редакцией О. М. Петрухина, Л. Б. Кузнецовой; художник В. Е. Шкерин. — 2-е изд. — М.: Лаборатория знаний, 2021. — 467 с. — ISBN 978-5-93208-502-8. — Текст: электронный // Лань: ЭБС. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166725>.

7.2. Дополнительная литература.

3. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия / Н. С. Ахметов. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 744 с. — ISBN 978-5-507-45394-8. — Текст: электронный // Лань: ЭБС. — URL: <https://e.lanbook.com/book/267359>.

4. Мистюков, И. А. Расследование и экспертиза пожаров: учебное пособие / И. А. Мистюков, А. Н. Кроль. — Кемерово: КемГУ, 2017. — 162 с. — ISBN 979-5-89289-137-9. — Текст: электронный // Лань: ЭБС. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102670>.

8. РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА

1. Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. — Москва, 2000 — Режим доступа: <http://eLibrary.ru>.

2. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]: содержит электронные версии книг, учебников, монографий, сборников научных трудов как отечественных, так и зарубежных авторов, периодических изданий. Режим доступа: <http://www.rbc.ru>.

9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ФАКУЛЬТАТИВНОМУ КУРСУ

1. Офисный пакет Microsoft Office.
2. Операционная система Windows.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА

1. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.
2. Ознакомление с терминами, понятиями с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.
3. Определение вопросов, терминов, материала, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на практическом занятии.
4. Просмотр рекомендуемой литературы.
5. Выполнение заданий для самостоятельной работы.
6. Аккуратное и своевременное ведение рабочей тетради на практических занятиях.
7. При подготовке к экзамену, коллоквиуму и контрольным работам необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного практического и семинарского типа групповых и индивидуальных консультаций, включая выполнение самостоятельных работ, текущего контроля и промежуточной аттестации (Л-511, Л-505).

Учебная лаборатория отработки практических навыков (Л-402).

12. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

При проведении занятий по дисциплине (модулю) в особых условиях (чрезвычайные ситуации, неблагоприятные эпидемиологические условия, введение военного положение и др.) их реализация осуществляется в соответствии с Положениями института. При необходимости, на основании локальных нормативных актов института, используются учебные и тематические планы по образовательным программам сокращенного обучения на особый период времени.