Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 01.07.2025 11:02:40
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ А.Г. Балашов
«20» декабря 2024 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Аналитическая химия»

Направление подготовки - 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
Направленность (профиль) - «Технологии материалов микроэлектроники»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 00FCD5F6E07DC83F809D56CE1D350ACCD1
Владелец ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"
Действителен с 09.04.2025 по 03.07.2026

Москва 2024

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующей компетенции образовательной программы:

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	**ОПК-1.АХ** Способен использовать аналитические методы исследования и диагностики систем	**Знание** теоретических основ аналитической химии; методов и принципов идентификации и определения веществ; классификации методов анализа и сущности процессов, лежащих в их основе **Умение** планировать аналитический эксперимент, используя методы анализа применительно к основным типам современных материалов; интерпретировать, статистически обрабатывать и обобщать результаты эксперимента; формулировать выводы и использовать результаты работы для решения производственных задач. **Опыт работы** с приборами и оборудованием; методиками химического и физико-химического анализа

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙПРОГРАММЫ

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части блока Блока 1 дисциплин образовательной программы, является одной из основных химических дисциплин, играет огромную роль в подготовке инженера-технолога, специалиста по материалам.

Данный учебный курс требует от студентов специальной подготовки, основывается на базе курсов общей химии, физики, математики.

Знания и навыки данной дисциплины в дальнейшем будут использованы в дисциплинах Физическая химия, Общее материаловедение, Технологии материалов электронной техники.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость(ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	4	4	144	36	36	-	36	Экз(36), КР

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Основы аналитической химии. Химические методы анализа. Теория и практика гравиметрического анализа.	12	6	-	4	Тестирование
					Контроль выполнения и защита лабораторных работ
					Рубежный контроль
2. Химические методы анализа. Теория и практика объемного анализа.	8	14	-	16	Тестирование
					Контроль выполнения и защита лабораторных работ
					Рубежный контроль
					Сдача расчетно-графической работы
3. Инструментальные методы анализа.	16	16	-	16	Тестирование
					Контроль выполнения и защита лабораторных работ
					Защита курсовой работы

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Предмет аналитической химии. Значение аналитической химии. Основные этапы развития аналитической химии. Методы аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Общая схема аналитического определения.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	2	2	Метрологические основы аналитической химии. Ошибка и отклонение. Значащие цифры. Точность и воспроизводимость результатов. Рациональные правила вычисления и статистическая обработка экспериментальных результатов согласно правилам Международного союза чистой и прикладной химии (ИЮПАК). Математическая обработка результатов измерений.
	3	2	Теория и практика пробоотбора. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки. Представительность пробы; взаимосвязь с объектом и методом анализа. Факторы, обусловливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.
	4	2	Методы маскирования, выделения, разделения и концентрирования. Количественные характеристики концентрирования. Осаждение и соосаждение. Экстракция. Основные законы и количественные характеристики. Классификация экстракционных процессов и их практическое использование. Сорбция. Механизм сорбции. Активные угли. Ионообменники и хелатообразующие сорбенты на органической матрице. Неорганические сорбенты. Электрохимические методы разделения. Методы испарения. Управляемая кристаллизация. Другие методы разделения и концентрирования.
	5	2	Типы реакций и процессов в аналитической химии: кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования, окислительно-восстановительные реакции; осаждение. Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Структура растворителей и раствора. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Описание сложных равновесий.
	6	2	Гравиметрический анализ. Сущность гравиметрического анализа. Форма осаждения. Полнота осаждения. Чистота осадка. Промывание осадков. Гравиметрическая форма. Расчеты в гравиметрическом анализе. Количественное разделение методом осаждения. Осаждение с коллектором. Практическое применение. Общая оценка метода.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
2	7	2	Титриметрический анализ. Сущность титриметрического анализа. Стандартизация растворов титрантов. Основные приемы титрования. Расчеты в титриметрическом анализе. Расчет результата прямого титрования при разных способах выражения концентрации раствора. Расчет результата в методах обратного титрования. Кривые титрования. Основные методы титриметрического анализа.
	8	2	Кислотно-основное титрование. Рабочие растворы. Кривые титрования и выбор индикатора. Кривые титрования смеси кислот и смеси оснований. Методы обнаружения точки эквивалентности. Практическое применение методов кислотно-основного титрования. Общая оценка метода.
	9	2	Окислительно-восстановительное титрование. Реакции окисления-восстановления. Окислительно-восстановительные потенциалы. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Скорость и механизм реакций окисления-восстановления. Редокс-индикаторы. Кривые титрования. Рабочие растворы. Перманганатометрия. Иодометрия. Практическое применение. Общая оценка метода.
	10	2	Комплексометрическое титрование. Комплексометрия (хелатометрия). Рабочие растворы. Кривые титрования. Индикаторы. Практическое применение. Общая оценка метода. Осадительное титрование. Сущность осадительного титрования. Произведение растворимости. Рабочие растворы. Кривые титрования. Индикаторы. Практическое применение. Общая оценка метода.
3	11-13	6	Электрохимические методы анализа. Общая характеристика методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах. Потенциометрия. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионометрия. Ионоселективные электроды. Потенциометрическое титрование. Способы обнаружения конечной точки титрования в реакциях: кислотно-основных, комплексообразования, окисления-восстановления; процессах осаждения. Другие электрохимические методы анализа. Общая характеристика электрохимических методов. Практическое применение.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	14-16	6	Оптические методы анализа. Спектроскопические методы анализа. Спектр электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением. Классификация спектроскопических методов. Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Законы испускания и поглощения. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий. Основные законы поглощения электромагнитного излучения. Общая характеристика оптических методов. Практическое применение.
	17-18	4	Хроматографические методы анализа. Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные параметры хроматограммы. Общая характеристика хроматографических методов. Практическое применение.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	6	Определение содержания железа гравиметрическим методом.
2	2	6	Методы нейтрализации. Приготовление первичного рабочего раствора тетрабората натрия $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, по точной навеске. Установка нормальной концентрации соляной кислоты по раствору буры. Прямое титрование: определение жесткости воды.Определение компонентов при совместном присутствии: определение NaOH и Na_2CO_3 при совместном

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
			присутствии.
	3	4	Методы окислительно-восстановительного титрования. Приготовление стандартного раствора щавелевой кислоты. Стандартизация раствора перманганата калия по щавелевой кислоте. Определение нормальной концентрации соли Мора. Определение хрома в $K_2Cr_2O_7$ методом обратного титрования с $KMnO_4$.
	4	4	Комплексонометрия. Приготовление стандартного раствора соли цинка. Установка нормальной концентрации раствора ЭДТА по раствору соли цинка. Определение содержания никеля в воде.
3	5	4	Прямая потенциометрия: ионометрическое определение Cl^-–ионов или NO_3^-–ионов с помощью ионоселективного электрода. Определение катионов металлов в воде методом инверсионной вольтамперметрии.
	6	4	Потенциометрическое титрование (ПТ) по реакции нейтрализации. Определение HCl.Потенциометрическое титрование по реакциям окисления-восстановления. Определение кобальта.
	7	4	Фотометрический анализ (ФЭК): определение содержание фосфора/кремния методом фотоэлектроколориметрии. Спектрофотометрия (СФ): определение хрома и марганца при совместном присутствии (ВО).
	8	4	Хроматографические методы анализа: определение содержания в растворе нейтральных солей методом ионообменной колоночной хроматографии. Разделение смеси меди (II) и железа (III) методом ионообменной хроматографии с последующим количественным их определением.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Подготовка к лабораторной работе 1
	1	Подготовка к рубежному контролю
	1	Тестирование (электронное)

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
2	6	Подготовка к лабораторным работам 2-4
	1	Подготовка к рубежному контролю
	1	Тестирование (электронное)
	8	Выполнение расчетно-графической работы
3	4	Подготовка к лабораторным работам 5-8
	2	Тестирование (электронное)
	10	Выполнение и подготовка к защите курсовой работы

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1	Эмиссионный спектральный анализ. Основы качественного и количественного спектрального анализа. Происхождение атомно-эмиссионных спектров. Чувствительность и точность метода. Метод добавок. Примеры методик определения элементов по методу добавок.
2	Пламенная фотометрия. Теоретические основы метода. Аппаратура. Объекты исследования. Чувствительность и точность метода. Примеры методик определения элементов пламенной фотометрией.
3	Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Теоретические основы метода. Аппаратура. Примеры определения элементов.
4	Фотометрический анализ. Теоретические основы метода. Происхождение спектров поглощения. Приборы. Фотоколориметрическое определение одного компонента в растворе. Примеры фотометрического определения элемента после экстракционного концентрирования.
5	Спектрофотометрия. Теоретические основы метода. Определение одного компонента. Пример экстракционно-фотометрического определения элемента.
6	Спектрофотометрия Теоретические основы метода. Спектрофотометрическое определение двух компонентов. Пример методики определения двух элементов в видимой области.
7	Спектрофотометрия. Теоретические основы метода. Определение концентрации вещества в растворе дифференциальным методом. Пример методики определения двух элементов в УФ-области.
8	Спектрофотометрия. Теоретические основы метода. Выбор спектральной области измерения. Методы определения концентрации веществ, поглощающих в видимой и ультрафиолетовой областях спектра. Примеры методик.
9	Абсорбционный спектральный анализ в инфракрасной области спектра. Основы метода. Молекулярный спектральный анализ по инфракрасным спектрам. Примеры применения метода для анализа материалов микроэлектроники.

10	Люминесцентный анализ. Теоретические основы метода. Происхождение спектров люминесценции. Зависимость интенсивности люминесценции от концентрации. Методы количественного люминесцентного анализа. Пример применения методики люминесцентного определения.
11	Электрохимические методы анализа. Потенциометрия. Теоретические основы метода. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Их применение в различных типах химических реакций. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование (ПТ). Кривые титрования. Способы нахождения конечной точки титрования: графические и расчетные. Применение ЭВМ для расчета кривых титрования. Пример методики ПТ по ОВР.
12	Кондуктометрия. Теоретические основы метода. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Кривые титрования. Определение точки эквивалентности. Пример методики кондуктометрического титрования.
13	Полярография. Теоретические основы метода. Зависимость диффузионного тока от концентрации. Потенциал полуволны. Возникновение максимумов на полярографических кривых. Факторы, влияющие на величину диффузионного тока и искажающие форму полярографической волны. Пример методики определения одного или двух компонентов методом классической полярографии.
14	Полярография. Теоретические основы метода. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны. Количественные методы полярографического анализа.
15	Амперометрическое титрование. Теоретические основы метода. Типы кривых амперометрического титрования. Определение конца титрования. Установки, применяемые для амперометрического титрования. Пример методики амперометрического титрования.
16	Хроматография. Ее разновидности (тонкослойная, бумажная, жидкостная). Области ее применения.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, http://orioks.miet.ru/):

Сценарий обучения по дисциплине

Модуль 1 «Основы аналитической химии. Химические методы анализа. Теория и практика гравиметрического анализа**»**

- ✓ Краткие теоретические сведения
- ✓ Учебно-методические материалы для подготовки к лабораторным работам
- ✓ Учебно-методические материалы для подготовки к электронному тестированию

Модуль 2 «Химические методы анализа. Теория и практика объемного анализа**»**

- ✓ Краткие теоретические сведения
- ✓ Учебно-методические материалы для подготовки к лабораторным работам
- ✓ Учебно-методические материалы для подготовки к электронному тестированию
- ✓ Учебно-методические материалы для выполнения расчетно-графической работы

Модуль 3 «Инструментальные методы анализа**»**

- ✓ Краткие теоретические сведения

- ✓ Учебно-методические материалы для подготовки к лабораторным работам
- ✓ Учебно-методические материалы для подготовки к электронному тестированию
- ✓ Учебно-методические материалы для выполнения курсовой работы

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Никитина, Н.Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина; под редакцией Н. Г. Никитиной. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2024. - 394 с. - (Бакалавр.Прикладной курс). - URL: https://urait.ru/bcode/431144 (дата обращения: 02.04.2024). - ISBN 978-5-534-00427-4.
2. Гравиметрические и титриметрические методы анализа: Метод.указания по курсу "Аналитическая химия" / Н.Г. Никитина [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. Н.Г. Никитиной. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : МИЭТ, 2018. - 96 с.
3. Основы аналитической химии: Учебник для вузов: В 2-х кн. Кн. 2: Методы химического анализа / Ю.А. Золотов [и др.]; Под ред. Ю.А. Золотова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2004. - 504 с. - (Классический университетский учебник). - ISBN 5-06-004734-2; 5-06-004735-0: 170-98.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХБАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. **eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека**: сайт. – Москва, 2000. – URL: https://elibrary.ru(дата обращения: 11.09.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**.

Обучение может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: *раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта.*

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах *видеолекций, видеороликов к лабораторным работам, тестирования в ОРИОКС.*

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах *электронных компонентов сервиса youtube.*

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	ОС Microsoft Windows, MS Office, браузер
Учебная аудитория «Лаборатория аналитической химии»	Вытяжные шкафы, наборы химреактивов, химическая посуда, штативы, аквадистиллятор, весы лабораторные, плитки электрические, сушильный шкаф, муфельная печь, иономеры, наборы электродов, фотоэлектроколориметры, спектрофотометры, кондуктометры	Не требуется
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows, MS Office, браузер

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ОПК-1.АХ** Способен использовать аналитические методы исследования и диагностики систем

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL:http://orioks.miet.ru/.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Для закрепления знаний, полученных при выполнении самостоятельной работы, а также для получения навыков исследовательской и практической работы на лабораторном оборудовании и установках, проводятся ***лабораторные работы***.

Лабораторные работы проводятся, как правило, в интерактивном режиме при работе в малых группах и диалоге с преподавателем с разбором конкретных ситуаций в процессе выполнения экспериментальных исследований и при защите полученных результатов.

В процессе освоения дисциплины студенты самостоятельно готовят и выполняют предусмотренные контрольные мероприятия на проверку усвоения необходимых знаний в форме рубежного контроля, тестирования, на проверку умений – в форме защиты лабораторных работ, на проверку опыта деятельности – в форме защиты курсовой работы.

Посещение лекций и лабораторных занятий является обязательным. Наиболее сложные и проблемные вопросы курса могут быть разъяснены обучающимся во время очных консультаций и дистанционных консультаций с использованием современных коммуникационных платформ и электронной почты.

Посещение консультаций необязательное, за исключением тех случаев, когда преподаватель персонально приглашает студента на консультацию.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия, активность в семестре и сдача экзамена. Для получения допуска к экзамену по дисциплине необходимо выполнить обязательные контрольные мероприятия, предусмотренные графиком контрольных мероприятий. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету.

Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: http://orioks.miet.ru/ .

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института ПМТ, к.т.н. _____ /Н.Г.Осипенкова/

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», направленности (профилю) «Технологии материалов микроэлектроники» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института 19 декабря 2024 года, протокол № 16

Директор Института ПМТ _____ /С.В.Дубков/

Лист согласования

Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ _____ /А.Л.Переверзев /

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____/И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____/Т.П.Филиппова/