Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.06.2026 10:35:39
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Полиграфический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан Полиграфического факультета
_____/Нагорнова И.В./
«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инструментальные методы исследования, контроля и испытания материалов

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль

Инженерия композитных решений

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва 2026 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям обучающегося и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся по направлению. подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, изучающих дисциплину «Инструментальные методы контроля и испытания материалов».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденным приказом МОН РФ от 24 апреля 2018 г. № 306;
- Основной образовательной программой высшего образования по профилю «Инженерия композитных решений» направления подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов;
- Академическим учебным планом профиля «Инженерия композитных решений» направления подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов.

Разработчик (и):

Профессор кафедры «Инновационные материалы принтмедиаиндустрии»,

д.техн.н, профессор_____/А.В. Дедов/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Инновационные материалы принтмедиаиндустрии»,

к.физ.-мат.н., доцент_____/Г.О.Рытиков/

Руководитель образовательной программы

д.техн.н., профессор_____/А.П.Кондратов/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3 Структура и содержание дисциплины 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
3.3 Содержание дисциплины 6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 10
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 10
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 11
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 11
4.2 Основная литература 11
4.3 Дополнительная литература 11
4.4 Электронные образовательные ресурсы 12
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 12
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 12
5 Материально-техническое обеспечение 12
6 Методические рекомендации 13
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 13
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 13
7. Фонд оценочных средств 14
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 14
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 14
7.3 Оценочные средства 16

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Основные цели изучения дисциплины:

- обретение способности к решению производственных и исследовательских задач на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов;
- обретение способности к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов при решении конкретных задач производства.

Основные задачи изучения дисциплины:

- освоение навыков исследования материалов и процессов с использованием современных приборов, современных методов планирования и проведения исследовательских экспериментов, выбора необходимого набора методик и оборудования;
- приобретение навыков и умений проведения комплексных испытаний полиграфических материалов с использованием комплекса современных инструментов и исследовательских приборов;
- изучение принципов работы и определение возможностей использования современных инструментальных методов анализа состава, структуры и свойств полимерных материалов и покрытий, явлений и процессов в них на различных стадиях их получения, обработки, переработки и эксплуатации.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны:

знать: основные принципы работы современного испытательного оборудования; основные процессы и закономерности формирования полимерных композитов; основные принципы исследования и контроля полимерных материалов; основные принципы оценки проблемных ситуаций на основе фундаментальных знаний в области организации производства материалов и полимерного материаловедения.

уметь: работать на основных классах испытательных приборов и измерительного оборудования; выбирать методы научного исследования и проектирования материалов и конструкций; применять полученные знания при разработке моделей технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; организовывать, выполнять экспериментальные исследования на современном уровне и анализировать их результаты, оценивать их достоверность и точность.

владеть: основными приемами эксплуатации измерительного оборудования и обработки получаемых результатов; основными методами испытаний и анализа материалов и процессов в области материаловедения полимеров; терминологией в области физических и физико-химических методов исследования и системного анализа результатов научных и производственных экспериментов.

Обучение по дисциплине «Инструментальные методы исследования, контроля и испытания материалов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	**ИОПК-1.1.** Решает исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов.
ПК-1. Способен к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов и конкретных задач производства	**ИПК-1.1.** Осуществляет рациональный выбор материалов, исходя из заданных технологических свойств готовой продукции. **ИПК-1.2.** Разрабатывает комплексные технологические решения производства изделий из композиционных материалов, применяя компьютерное моделирование.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Инструментальные методы исследования, контроля и испытания материалов» относится к числу дисциплин обязательной части основной образовательной программы магистратуры. Дисциплина связана логически и структурно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП: «Методология научных исследований», «Физикохимия межфазных взаимодействий», «Материаловедение и технологии композитов», «Методология выбора материалов и технологий производства композитов», «Электронная микроскопия и спектрометрия», «Материаловедческая экспертиза», «Технологии производства жидкофазных композитных материалов», «Фотохимические технологии в производстве композитов», «Учебная практика (ознакомительная)», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы», «Математическая обработка результатов измерений».

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Инструментальные методы исследования, контроля и испытания материалов» составляет 4 зачетных единиц (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2
1	**Аудиторные занятия**	**36**	36
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Практические занятия	-	-
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**108**	108
	В том числе:		
2.1	Подготовка к лекционным занятиям	54	54
2.2.	Подготовка к лабораторным занятиям	54	54
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачёт		**Зачёт**
	Итого	**144**	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Предмет, цель, задачи дисциплины. Химические методы анализа материалов.	16	2		2		12
2	Тема 2. Хроматографические методы исследования состава и свойств материалов.	16	2		2		12
3	Тема 3. Атомно-эмиссионный и атомно-абсорбционный метод анализа материалов.	16	2		2		12
4	Тема 4. Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ-областях. Люминесцентный метод анализа материалов.	16	2		2		12
5	Тема 5. ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния (рамановская).	16	2		2		12
6	Тема 6. Методы анализа материалов, основанные на использовании рассеяния и преломления электромагнитного излучения.	16	2		2		12
7	Тема 7. Оптические методы неразрушающего контроля материалов и изделий из них.	16	2		2		12
8	Тема 8. Масс-спектроскопия и резонансные методы исследования материалов.	16	2		2		12
9	Тема 9. Электрохимические и радиохимические методы исследования материалов.	16	2		2		12
	Итого	**144**	**18**		**18**		**108**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Предмет, цель, задачи дисциплины. Химические методы анализа материалов

Предмет и содержание дисциплины. Терминология, применяемая в курсе. Взаимосвязь между строением вещества и проявляемыми физико-химическими свойствами. Изменения свойств элементов, используемых в анализе, а также соединений на их основе: растворимость, способность к комплексообразованию, окислительно-восстановительные свойства.

Методы исследования веществ – физические, химические и физико-химические. Классификация методов, их значение и преимущества. Чувствительность и селективность. Воспроизводимость определений. Методы определения концентрации в инструментальном анализе.

Основные методы отбора проб. Понятие о концентрировании. Соосаждение. Законы Хлопина и Дернера-Хоскинса. Изоморфизм кристаллов. Экстракция, основные понятия и приемы. Коэффициент распределения. Многократная экстракция. Количественные расчеты в соосаждении и экстракции.

Периодический закон Д.И. Менделеева и аналитическая классификация ионов. Систематический и дробный анализ. Специфический реагент. Классификация катионов и анионов. Схема качественного анализа. Групповой реагент. Специфическая реакция и специфический реагент. Способы повышения избирательности реакций: изменение pH раствора, маскировка мешающих ионов. Методы обнаружения ионов (образование осадков, окрашенных ионов, микрокристаллоскопические капельные реакции).

Гравиметрический анализ. Техника и расчеты в гравиметрическом анализе. Методы повышения точности гравиметрических определений. Практическое применение.

Титриметрия. Общая характеристика метода. Теория кислотно-основного титрования. Характеристика метода. Кривые титрования. Расчёт и построение кривых титрования в однокомпонентных системах. Скачек титрования и факторы, влияющие на него. Кислотно-основные индикаторы и теории их действия. Интервал перехода окраски индикатора. Выбор индикатора по кривым титрования. Прямое и обратное титрование.

Окислительно-восстановительное титрование. Характеристика метода. Перманганатометрия. Практическое применение.

Комплексонометрическое титрование. Теоретические основы. Характеристика метода. Практическое применение.

Тема 2. Хроматографические методы исследования состава и свойств материалов

Классификации хроматографических методов: по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз (газовая и жидкостная хроматографии), по способу перемещения подвижной фазы (колоночная и тонкослойная хроматографии), по сорбционным свойствам подвижной фазы (проявительная, вытеснительная и фронтальная хроматографии) и т.д. Основные понятия и определения: время удерживания, удерживаемый объем, селективность колонки и т.п. Хроматограммы. Носители и неподвижные фазы для газо-адсорбционной хроматографии и газо-жидкостной хроматографии. Понятие эффективности колонки и способы ее оценки и оптимизации. Влияние параметров хроматографирования на эффективность колонки.

Аппаратура для газовой хроматографии. Схема газового хроматографа: блок подготовки газов, термостат колонок, устройство ввода пробы, детектор, регистрирующий прибор (самописец). Основные хроматографические детекторы: ДТП, ПИД, ЭЗД, ПФД, ТИД.

Количественный и качественный хроматографический анализ. Методы абсолютной калибровки и внутреннего стандарта. Анализ смесей по временам удерживания и индексам удерживания веществ. Обращенная газовая хроматография, её применение для физико-химических исследований материалов и процессов.

Жидкостная хроматография (колоночная и плоскостная). Адсорбенты для жидкостной хроматографии. Выбор подвижной фазы, градиентная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Практическое применение ЖАХ: хроматография низкомолекулярных веществ, олигомеров и полимеров.

Ионообменная хроматография. Классификация ионитов. Практическое применение.

Основные понятия бумажной (БХ) и тонкослойной хроматографии (ТСХ). Способы проведения хроматографии. Выбор подвижной фазы. Оценка разделительной способности и эффективности. Идентификация разделённых веществ. Количественный анализ.

Эксклюзионная хроматография (гель–хроматография). Материалы матриц и обменников. Гидрофильные и гидрофобные гели. Основной принцип гель-фильтрации. Выбор элюента. Эффективность разделения. Определение молекулярно-массового распределения полимеров.

Тема 3. Атомно-эмиссионный и атомно-абсорбционный анализ

Общая характеристика и классификация спектроскопических методов, основные этапы развития спектроскопии. Электромагнитное излучение, природа электромагнитного излучения, спектр электромагнитного излучения.

Взаимодействие излучения с веществом: поглощение, испускание, рассеяние. Основные законы поглощения и испускания света. Светорассеяние. Строение атома и происхождение атомных спектров.

Основные источники энергии, приемники излучения. Качественный и количественный элементный анализ. Особенности и отличия атомно-адсорбционной и атомно-эмиссионной спектроскопии. Типовые приборы для атомной спектроскопии.

Тема 4. Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ-областях. Люминесцентный метод анализа материалов

Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях. Классификация и отнесение электронных переходов. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность и пропускание.

Молярный коэффициент погашения. Закон аддитивности. Монохроматизация излучения. Электронный спектр поглощения. Характеристики максимума поглощения в спектре. Анализ смеси веществ в растворе. Полосы в спектре как характеристики колебания фрагментов молекул. Аппаратура: спектрофотометры и фотоэлектроколориметры. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализах. Специфика электронных спектров поглощения различных классов соединений. Область спектра, используемая для идентификации веществ. Виды люминесценции. Сущность метода. Законы люминесценции. Тушение флуоресценции. Связь интенсивности люминесценции и концентрации люминофора. Приборы для измерения люминесценции. Качественный и количественный анализ.

Тема 5. ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния (рамановская)

Квантово-механический подход к описанию колебательных спектров. Уровни энергии и их классификация. Фундаментальные, обертонные и составные частоты. Интенсивность полос колебательных спектров. Правила отбора и интенсивность в ИК поглощении и в спектрах КР. Частоты и формы нормальных колебаний молекул. Симметрия нормальных колебаний, координаты симметрии. Характеристичность нормальных колебаний. Ограничения концепции групповых частот. Применение методов колебательной спектроскопии для идентификации веществ, структурно-группового, молекулярного и количественного анализов. Специфичность колебательных спектров. Техника и методики ИК-спектроскопии и спектроскопии КР. Аппаратура для ИК-спектроскопии, приготовление образцов. Аппаратура для спектроскопии КР. Сравнение методов ИК и КР, их преимущества и недостатки.

Тема 6. Методы основанные на использовании рассеяния и преломления электромагнитного излучения

Электрические и оптические свойства молекул. Полярные и неполярные молекулы. Взаимодействие полярной молекулы с электростатическим полем. Дипольный момент. Поляризация диэлектрика. Электронная, атомная и ориентационная поляризация. Поляризация деформации. Уравнение Клаузиуса - Мосотти. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от плотности и поляризуемости вещества. Мольная, удельная рефракции. Уравнение Лорентц-Лорентца. Аддитивность молекулярной рефракции. Экзальтация мольной рефракции. Дисперсия света. Применение молекулярной рефракции и дисперсии для идентификации и установления строения молекул. Методы определения дипольного момента на основе измерения диэлектрической проницаемости, диэлькометрия.

Светорассеяние. Широкоугловое рассеяние света. Оптический фотометр. Лазерный фотометр. Определение молекулярной массы.

Тема 7. Оптические методы неразрушающего контроля

Методы оптического вида контроля: визуальный (дефектоскопия), визуально-оптический (дефектоскопия с помощью микроскопов, стереоскопия, эндоскопия), интерферометрический (оптическая толщинометрия, контроль формы), поляризационный (контроль напряжений в прозрачных средах), фазоконтрастный (контроль оптической неоднородности прозрачных сред), рефлексометрический (контроль шероховатости поверхности изделий, измерение блеска и глянца), денситометрический (анализ оптической плотности прозрачных пленок), колориметрический (анализ цвета изделий), голографический (контроль геометрии объектов сложной формы, однородности оптических сред).

Оптическая микроскопия. Принципиальная схема микроскопа. Микроскопия в проходящем и отраженном свете. Способы подготовки образцов. Варианты использования оптической микроскопии.

Просвечивающая электронная микроскопия. Зависимость разрешающей способности микроскопа от длины волны электрона. Принципиальная схема электронного микроскопа. Электронный микроскоп с атомным разрешением (ультрамикроскопия). Методы подготовки образцов. Тонкие пленки и срезы. Метод реплик. Оттенение и контрастирование. Примеры использования электронной микроскопии в исследовании материалов и покрытий. Электронная микроскопия для химического анализа. Электроннозондовый рентгеноспектральный

микроанализ. Сканирующая электронная микроскопия. Устройство электронного микроскопа. Подготовка образцов. Области применения растровой электронной микроскопии.

Тема 8. Масс-спектроскопия и резонансные методы

Методы ионизации: электронный удар, фотоионизация, химическая ионизация и др. Комбинированные методы. Ионный ток и сечение ионизации. Зависимость сечения ионизации от энергии ионизирующих электронов. Потенциалы появления ионов. Типы ионов в масс-спектрометрах - молекулярные, осколочные, метастабильные, многозарядные. Масс-спектрометры с отклонением под действием магнитного поля, приборы с двойной фокусировкой, времяпролетные масс-спектрометры. Разрешающая сила масс-спектрометра. Применение масс-спектроскопии. Идентификация вещества. Таблицы массовых чисел. Соотношение изотопов. Корреляции между молекулярной структурой и масс-спектрами. Хромато-масс-спектроскопия.

Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Снятие вырождения спиновых состояний в постоянном магнитном поле. Условие ядерного магнитного резонанса. Схема спектрометра ЯМР. Химический сдвиг и спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР. Константа экранирования ядра. Относительный химический сдвиг, его определение и использование в химии. Протонный магнитный резонанс. Метод двойного резонанса. Применение спектров ЯМР при исследовании материалов и процессов. Техника и методика эксперимента. Преобразование Фурье и получение спектров ЯМР. Спектроскопия углерода C^{13}. Сравнение метода ЯМР с другими методами, его достоинства и ограничения.

Метод ЭПР. Принципы спектроскопии электронного парамагнитного резонанса. Условие ЭПР, g-фактор и его значение. Сверхтонкое расщепление сигнала ЭПР при взаимодействии с одним и несколькими ядрами. Применение метода ЭПР при исследовании материалов и процессов. Парамагнитные металлы как примеси в композиционных материалах.

Тема 9. Электрохимические и радиохимические методы исследования материалов

Теоретические основы. Обратимые и необратимые электрохимические процессы. Классификация и взаимосвязь электрохимических методов. Потенциометрия. Сущность потенциометрии. Механизм электродных процессов и ЭДС гальванических элементов. Характеристика электродов. Прямая и косвенная потенциометрия. Потенциометрический анализ. Ионометрия. Кривые потенциометрического титрования. Способы определения конечной точки титрования (расчётные, графические). Аппаратура.

Кондуктометрия. Общая характеристика кондуктометрии. Теоретические основы метода. Электрическая проводимость и ее изменение: зависимость от концентрации электролита, разбавления, температуры. Уравнение Кольрауша. Теоретические основы метода. Классификация методов кондуктометрии. Кондуктометрическое титрование. Кривые кондуктометрического титрования. Использование кондуктометрических датчиков в хроматографии и других методах исследования.

Кулонометрия. Теоретические основы метода. Электролиз. Законы Фарадея. Кулонометрическая ячейка. Прямая и косвенная кулонометрия. Типы электродов. Использование кулонометрии в анализе следовых количеств веществ и других методах исследования. Использование характеристик вольтамперограмм для исследования органических и неорганических соединений. Классическая, осциллографическая, импульсная и переменно-токовая полярография. Каталитические и адсорбционные токи. Применение инверсионной вольтамперометрии для исследования объектов. Прямые и косвенные вольтамперометрические методы.

Основные виды радиоактивного распада. Механизмы радиационно-химических процессов. Способы регистрации радиационно-химических превращений. Основы химической дозиметрии. Дозиметры на основе полимерных материалов

Активационный анализ. Методы радиоактивных меток. Радио-спектральный анализ. Рентгенофлуоресцентный метод.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Практические и лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины, темы	Тематика практических лабораторных занятий	Трудо-емкость, (час.)
1	Тема 1.	Освоение методик качественного химического анализа. Практическая реализация приемов подготовки образцов для анализа, осаждения и соосаждения веществ. Методология обсчета полученных результатов.	2
2	Тема 2.	Практическая реализация газовой и ионообменной хроматографии. Количественное определение ионов никеля в растворе методом восходящей бумажной хроматографии. Методология обсчета полученных результатов.	2
3	Тема 3.	Освоение методик обработки результатов фотоколориметрических измерений методом сравнения и методом градуировочного графика. Фотоколориметрическое определение хрома и марганца при их совместном присутствии в растворе.	2
	Тема 4.	Практическая реализация люминесцентного метода анализа. Методология обсчета полученных результатов.	2
	Тема 5.	Методология расшифровки ИК-спектров органических соединений.	2
	Тема 6.	Идентификация соединения по его показателю преломления и плотности. Определение концентрации веществ в растворе методом рефрактометрии.	2
4	Тема 7.	Установление структуры химических соединений по их ИК-, ЯМР и масс-спектрам. Методология расшифровки ЯМР-спектров сложных органических соединений	2
5	Тема 8.	Практическая реализация радиометрических методов анализа. Методология обсчета полученных результатов.	2
	Тема 9	Освоение методики потенциометрического титрования. Методология обсчета полученных результатов.	2
Итого			**18**

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) не предусмотрен.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон 184-ФЗ от 27.12.2001 г. «О техническом регулировании» с дополнениями и разъяснениями Федеральных законов «О внесении изменений в Федеральный закон «О техническом регулировании» от 01.05. 2007 г. № 65-ФЗ, 21.07.2011 г. №255-ФЗ, 23.06.2014 г. №160-ФЗ, 05.04.2016 г. №104-ФЗ, который вступил в силу с 01.01.2021 г.
2. Стандарт ГОСТ 3.1109 «Единая система технологической документации».
3. Стандарт ГОСТ Р 8.000-2015 «Государственная система обеспечения единства измерений».
4. Стандарт ГОСТ 8.057-80 «ГСИ. Эталоны единиц физических величин».
5. Стандарт ГОСТ Р 50779-2000 «Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения».
6. Стандарт ГОСТ 18353-79 «Контроль неразрушающий».
7. Стандарт ГОСТ 53696-2009 «Контроль неразрушающий».

4.2 Основная литература

1. Сараева С.Ю., Иванова А.В., Козицина А.И. Химические и инструментальные методы анализа; учебное пособие; М-во образования и науки РФ, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Урал. ун-т. 2021. – 216 с.
2. Сальникова Е.В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение: учебное пособие; – Оренбург: Оренбургский гос. ун-т. 2017. – 121 с.
3. Дмитриевич И.Н., Пругло Г.Ф., Федорова О.В., Комиссаренков А.А. Физико-химические методы анализа. Ч.III. Хроматографические методы анализа: учебное пособие; – СПб: СПб ГТУРП. 2014. – 53 с.
4. Гиндуллина Т.М. Хроматографические методы анализа: учебно-методическое пособие / Гиндуллина Т.М., Дубова Н.М.; – Томск: Томский политехнический ун-т. 2010. – 80 с.
5. Конюхов, В.Ю. Методы исследования материалов и процессов: учебное пособие / В.Ю. Конюхов, Гоголадзе И.А., З.В. Пеху З.В.; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГУП. – М. : МГУП. 2007. – 226 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Фарус, О.А. Физические и физико-химические методы анализа. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / О.А. Фарус, Г.И. Якушева. – М. – Берлин: Директ-Медиа. 2015. – 78 с. – URL: http://www.knigafund.ru/books/185089
2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Количественный анализ, физико-химические методы анализа: Практикум / Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. – М.: ГЭОТАР-Медиа. 2012. – 368 с.
3 Дивин А.Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Часть 4. Методы и средства измерения состава и свойств веществ. / Дивин А.Г., Пономарев С.В. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ. 2014. — 104 с.
– URL: https://www.iprbookshop.ru/63865.html
4. Гришаева Т.И. Методы люминесцентного анализа: учебное пособие. СПб: АНО НПО «Профессионал». 2003. – 226 с.
https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_bibl_557442 /
5. Васильев, В.П. Аналитическая химия: В 2-х кн.: учебник для вузов. Кн.2. Физико-химические методы анализа / В.П. Васильев. – 2-е изд., перераб., доп. – М.: Дрофа. 2002. – 383 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru в разделе «Электронная библиотека МПУ» http://elib.mgup.ru .

1. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
4. Материаловедение. Курс лекций: Электронный ресурс. Режим доступа: http://narfu.ru/iet/divisions/ktkmim/literature/materialovedenie , свободный.
5. Полимеры: Электронный ресурс. Сайт «Википедия. Свободная энциклопедия». Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki / Полимеры, свободный.
6. Полиграфический словарь. Электронный ресурс. Сайт типографии АС Медиа. Режим доступа: http://www.as-media.ru/dict/01.html, свободный.
7. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
8. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Текстовый процессор.
2. Табличный процессор.
3. Графический редактор.
4. Средство создания электронных презентаций.
5. Онлайн-компилятор.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Химический ресурс в интернете. http://www.primchem.narod.ru/sites.html
2. Образовательный ресурс Интернета. ХИМИЯ. http://www.alleng.ru./edu/chem.htm
3. Научная электронная библиотека // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] http://elibrary.ru/defaultx.asp
4. Научная соцсеть www.Science-Community.org
5. Федеральная университетская компьютерная сеть России // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] http://www.runnet.ru/
6. Профессиональная поисковая система Science Direct //Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] http://www.sciencedirect.com/
7. Электронно-библиотечная система «Лань» Электронный ресурс [Режим доступа: авторизованный] http://e.lanbook.com/

5 Материально-техническое обеспечение

Занятия проводятся в учебных лабораториях кафедры «Инновационные материалы принтмедиаиндустрия» в учебном корпусе по адресу: 125008 г. Москва, ул. Прянишникова, д.2а, оснащённых необходимым комплексом технических средств:

1. Приборами, необходимыми для выполнения лабораторных работ.
2. Наборами слайдов, презентаций, видеофрагментов и видеозаписей.
3. Лабораторным оборудованием и мебелью.
4. Мультимедийными средствами (экран, проектор, компьютер, интерактивная доска.
5. Образцами материалов для исследований.

Для самостоятельной работы обучающимся предлагается использовать коворкинг-зоны корпуса, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- проведение занятий лекционного типа;
- подготовка к выполнению практических и лабораторных работ;
- решение задач;
- дискуссии, обсуждение выбора метода исследования, контроля и испытания материалов;
- подготовка и выполнение контрольных работ в аудиториях вуза;
- организация и проведение текущего контроля знаний обучающихся в форме контрольных работ.

При проведении лекционных, практических и лабораторных занятий, текущей и промежуточной аттестации по дисциплине «Инструментальные методы исследования, контроля и испытания материалов» целесообразно использовать следующие образовательные технологии:

1. По ряду разделов дисциплины предусмотрено проведение контрольной работы.
2. На лабораторных практических занятиях для решения аналитических задач следует использовать отраслевые нормативные документы, что позволяет формировать навыки практической работы в реальных условиях.
3. Проведение ряда лекционных занятий, содержащих таблицы и рисунки в качестве иллюстраций рассматриваемого материала, необходимо осуществлять с использованием слайдов, подготовленных в программе Microsoft Power Point.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Получение углубленных знаний по дисциплине достигается за счет активной самостоятельной работы обучающихся. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с учебной и научной литературой по проблемам дисциплины, анализа научных концепций.

В рамках дисциплины предусмотрены различные формы контроля уровня достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций. Форма текущего контроля – активная работа на практических и лабораторных занятиях, письменные контрольные работы. Формой промежуточного контроля по данной дисциплине является зачет, в ходе которого оценивается уровень достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций.

Методические указания по освоению дисциплины.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ дисциплины. Посещение лекционных занятий является обязательным. Конспектирование лекционного материала допускается как письменным, так и компьютерным способом. Регулярное повторение материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к текущим формам аттестации по дисциплине является одним из важнейших видов самостоятельной работы студента в течение семестра, необходимой для качественной подготовки к промежуточной аттестации.

Проведение практических лабораторных занятий по дисциплине осуществляется в следующих формах: анализ правовой базы, регламентирующей применение инструментальных методов исследования, контроля и испытания материалов, опрос по материалам, рассмотренным на лекциях и изученным самостоятельно по рекомендованной литературе; решение типовых расчетных задач; анализ и обсуждение практических ситуаций. Посещение практических занятий и активное участие в них является обязательным. Подготовка к практическим занятиям включает в себя изучение конспектов лекционного материала и рекомендованной литературы для

адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретное занятие.

Проведение лабораторных работ осуществляется в следующих формах: анализ правовой базы, регламентирующей применение инструментальных методов исследования, контроля и испытания материалов», опрос по материалам, рассмотренным на лекциях и изученным самостоятельно по рекомендованной литературе; анализ и выполнение экспериментальной работы; решение типовых расчетных задач. Посещение лабораторных занятий и активное участие в них является обязательным.

Методические указания по выполнению различных форм внеаудиторной самостоятельной работы.

Изучение основной и дополнительной литературы, а также нормативно-правовых документов по дисциплине проводится на регулярной основе по каждому разделу в соответствии с приведенными в п.7 рабочей программы рекомендациями для подготовки к промежуточной аттестации. Список основной и дополнительной литературы и обязательных к изучению нормативно-правовых документов по дисциплине приведен в настоящей рабочей программе. Следует отдавать предпочтение изучению нормативных документов по соответствующим разделам дисциплины по сравнению с их адаптированной интерпретацией в учебной литературе.

Решение задач по дисциплине является самостоятельной работой обучающегося и осуществляется в форме выполнения домашнего задания.

Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме зачёта. Примерный перечень вопросов к зачёту и критерии оценки ответа обучающегося в целях унификации процедуры оценки достижения заявленных индикаторов сформированности компетенций приведены в составе ФОС по дисциплине.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (зачёта).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

*7.2.1 **Критерии оценки ответа*** (формирование компетенций ПК-1, ОПК-1)

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, практические навыки, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся на высоком уровне владеет:

- навыками осуществления научных исследований в области материаловедения и технологии материалов; применяет полученные знания при разработке моделей технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов, умеет выбирать методы научного исследования и проектирования материалов и конструкций;
- навыками решения метрологических производственных и исследовательских задач, организации, выполнения экспериментальных исследований на современном уровне и анализа полученных результатов.

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, практические навыки, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся хорошо владеет:

- навыками осуществления научных исследований в области материаловедения и технологии материалов; применяет полученные знания при разработке моделей технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов, умеет выбирать методы научного исследования и проектирования материалов и конструкций;
- навыками решения метрологических производственных и исследовательских задач, организации, выполнения экспериментальных исследований на современном уровне и анализа полученных результатов.

«3» (удовлетворительно): обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение монологической речью, терминами, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет:

- навыками осуществления научных исследований в области материаловедения и технологии материалов; применяет полученные знания при разработке моделей технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов, умеет выбирать методы научного исследования и проектирования материалов и конструкций;
- навыками решения метрологических производственных и исследовательских задач, организации, выполнения экспериментальных исследований на современном уровне и анализа полученных результатов.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, отсутствие практических навыков, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминами, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на дополнительные вопросы.

Обучающийся не владеет:

- навыками осуществления научных исследований в области материаловедения и технологии материалов; применяет полученные знания при разработке моделей технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов, умеет выбирать методы научного исследования и проектирования материалов и конструкций;
- навыками решения метрологических производственных и исследовательских задач, организации, выполнения экспериментальных исследований на современном уровне и анализа полученных результатов.

7.2.2 Критерии оценки работы обучающегося на практических и лабораторных занятиях:

(формирование компетенций ПК-1 ОПК-1)

«5» (отлично): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, активно работал на практических занятиях.

Обучающийся на высоком уровне владеет:

- умением осуществлять научные исследования в области материаловедения и технологии материалов; умением разрабатывать модели технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; умением осуществлять рациональный выбор методов научного исследования и проектирования материалов и конструкций;
- умением решать производственные и исследовательские задачи; умением организовывать и выполнять экспериментальные исследования на современном уровне; умением анализировать полученные экспериментальные результаты.

«4» (хорошо): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на практических занятиях.

Обучающийся хорошо владеет:

- умением осуществлять научные исследования в области материаловедения и технологии материалов; умением разрабатывать модели технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; умением осуществлять рациональный выбор методов научного исследования и проектирования материалов и конструкций;
- умением решать производственные и исследовательские задачи; умением организовывать и выполнять экспериментальные исследования на современном уровне; умением анализировать полученные экспериментальные результаты.

«3» (удовлетворительно): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет:

- умением осуществлять научные исследования в области материаловедения и технологии материалов; умением разрабатывать модели технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; умением осуществлять рациональный выбор методов научного исследования и проектирования материалов и конструкций;
- умением решать производственные и исследовательские задачи; умением организовывать и выполнять экспериментальные исследования на современном уровне; умением анализировать полученные экспериментальные результаты.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся не выполнил или выполнил неправильно практические задания, предусмотренные практическими занятиями; обучающийся ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Обучающийся не владеет:

- умением осуществлять научные исследования в области материаловедения и технологии материалов; умением разрабатывать модели технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов; умением осуществлять рациональный выбор методов научного исследования и проектирования материалов и конструкций;
- умением решать производственные и исследовательские задачи; умением организовывать и выполнять экспериментальные исследования на современном уровне; умением анализировать полученные экспериментальные результаты.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль (работа на лабораторных работах и практических занятиях)

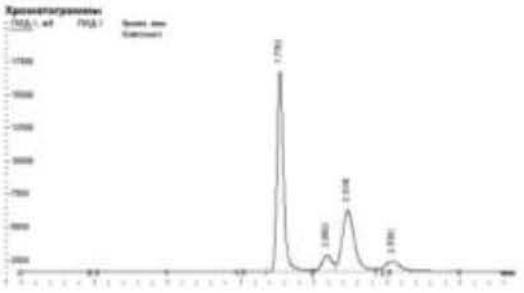
Примеры задач и практических ситуаций для рассмотрения на практических занятиях.

Формирование компетенции ПК-1:

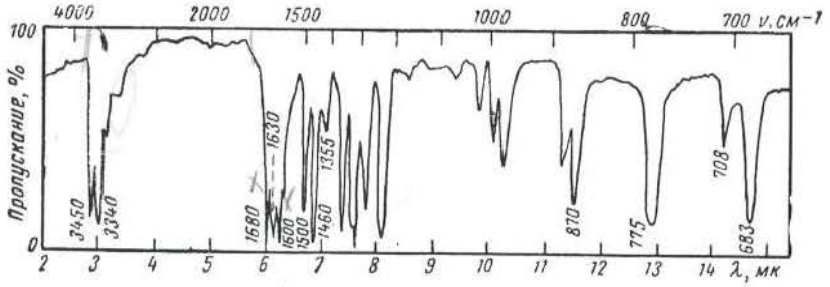
1. Определить можно ли добиться 99 % извлечения растворенного вещества с константой распределения 20 в результате: а) однократной обработки 100,0 мл водного раствора этого вещества 25,0 мл бензола; б) трехкратной такой же обработки?
2. Исследуется смесь бензола, гексана и толуола неизвестного состава. Для хроматографического анализа к 50 г смеси добавили некоторое количество этанола. Хроматографирование смеси производилось на газовом хроматографе «Кристалл 5000.1» с пламенно-ионизационным детектором. Порядок выхода пиков на хроматограмме: этанол, гексан, бензол, толуол. Мертвое время t_o=0.2мин. Определите состав смеси бензола, гексана и толуола методом внутренней нормализации.

Расчет по компонентам

Время. мин	Компо-нент	Группа	Площадь	Высота	Концентра-ция	Ед. концентра-ции	Детектор
1,770	Этанол		48053,687	15166,515			ПИД-1
2,092	Гексан		6369,471	1259,353			ПИД-1
2,234	Бензол		28259,079	4702,165			ПИД-1
2,538	Толуол		8196,963	804,909			ПИД-1



2. При анализе пробы массой 0,9816 г на содержание кобальта хемилюминесцентным фотографическим методом на одну фотопластинку снимали свечение пробы анализируемого раствора, стандартов и холостого опыта. В ячейки кюветы помещали по 0,5 мл раствора соли кобальта, прибавляли салицилат натрия (для устранения мешающего действия катионов меди и железа) и одинаковое количество пероксида водорода. Затем кювету выдерживали до полного прекращения свечения, пластинку фотометрировали на микрофотометре МФ-2. Значение степени почернения пластинки ΔS стандартных растворов, содержащих 4,0; 8,0; 12,0; 16,0 мкг/мл кобальта, составили 0,17; 0,28; 0,40; 0,51 соответственно. Вычислить массовую долю (%) кобальта в пробе, если $\Delta S_x = 0,20$.
3. Определить содержание V в препарате по его естественной β-активности, если зарегистрированная активность препарата I = 60 имп/с, эффективность счета I=0.3. На долю β-излучения приходится 75% всех распадов. Содержание ^{50}V в природной смеси составляет 0,24%, период его полураспада $T_{1/2}$ $6 \cdot 10^{15}$ лет.
4. Какие структурные элементы можно определить в соединении C_8H_9ON, спектр от которого приведен на рис. (в пластинке KBr).



Для соединения $C_4H_8O_2$ предложите структуру, которая согласуется с приведенными данными спектроскопии ^1H ЯМР: 1.21 (с, 3Н), 1,93 (с, 3Н), 4.03 (кв, 2Н).

По спектрам поглощения в видимой области приведенным на рис.1-3 определите в каких случаях можно проводить фотоколориметрическое определение концентрации пигментов А и В при их совместном присутствии в растворе.

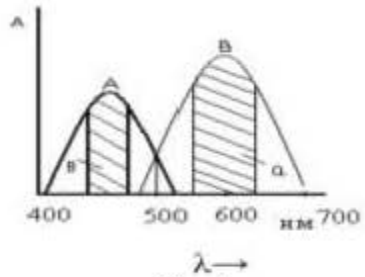


Рис.1

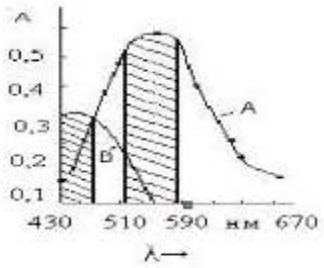


Рис.2

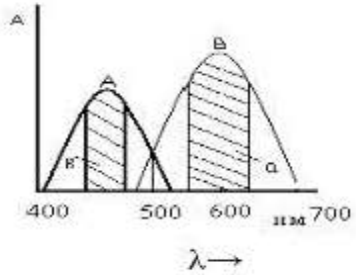


Рис.3

Формирование компетенции ОПК-1:

1. Какой тип ионита, с какой ионогенной группой ($SO_3^-H^+$ или $NR_3^+OH^-$) Вы рекомендуете применить для анализа растворов, содержащих соли железа?

2. Укажите, какое из нижеперечисленных выражений характеризует связь между коэффициентом пропускания (T, %) и оптической плотностью (A):

1) $A = 2 - \ln T$; 2) $A = 2 - \lg T$; 3) $A = -\lg T$; 4) $A = 2 \cdot \lg T$.

3. В чем заключаются метод сравнения и градуировочного графика? Почему при серийных определениях целесообразнее использовать метод градуировочного графика?

Укажите, какие кривые кондуктометрического титрования, приведенные на рис.1-3, относятся к титрованию: сильной кислоты, слабой кислоты, смеси сильной и слабой кислот сильным основанием.

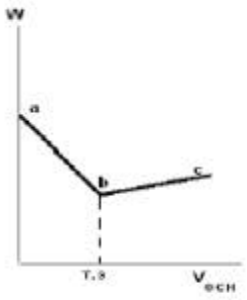


Рис.1

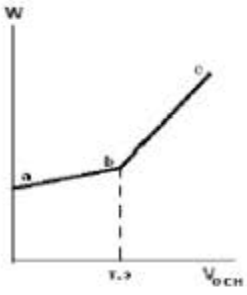


Рис.2

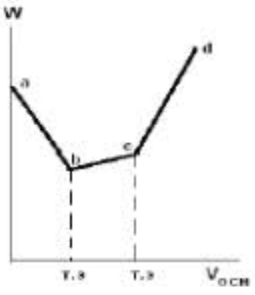
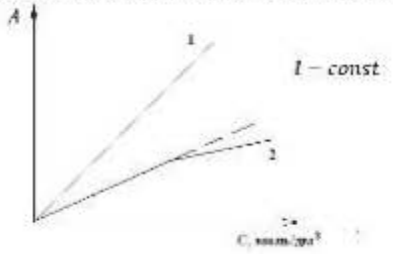


Рис.3

5. На рисунке приведены графики зависимости A от C при данной длине волны. Определите для какого раствора можно проводить количественный анализ методом фотоколориметрии.



6. В таблице приведены результаты измерения квантового выхода флуоресценции органолюминофора X с увеличением его концентрации в водном растворе:

$Cx*10^4$, М	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00	11,00	13,00	15,00
$B_{кв}$	0.901	0.899	0.900	0,571	0,353	0,232	0,141	0,090

Как можно интерпретировать полученные результаты? Из графика $B_{кв} = f(Cx)$ определите концентрационный барьер.

7.3.2 Промежуточная аттестация (зачёт)

(формирование компетенций ПК-1, ОПК-1)

Примерные вопросы к зачёту.

1. Классификация методов анализа. Выбор метода анализа. Этапы анализа.
2. Метод и методика анализа. Аналитический сигнал.
3. Зависимость аналитического сигнала от состава пробы. Приемы определения аналитического сигнала.
4. Основные этапы и приемы пробоподготовки.
5. Классификация методов соосаждения.
6. Закон Хлопина и условия его соблюдения. Изоморфизм. Коэффициент кристаллизации.
7. Особенности химических методов анализа. Качественный и количественный анализ.
8. Классификация хроматографических методов анализа. Теория адсорбции.
9. Основные хроматографические параметры. Требования к идеальной ПФ в ГЖХ.
10. Влияние параметров хроматографирования на эффективность разделения. Уравнение Ван-Деемтера.
11. Количественный хроматографический анализ. Методы абсолютной калибровки и внутреннего стандарта.
12. Жидкостная хроматография. Особенности реализации и область применения.
13. Основные характеристики электромагнитного излучения (ЭМИ). Классификация спектральных методов.
14. Атомарные спектры – эмиссионные и адсорбционные. Теория, принципы реализации и применимость.
15. Основные закономерности поглощения ЭМИ. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
16. Электронные спектры. Роль и место УФ-Вид спектроскопии.
17. Колебательные спектры. Валентные и деформационные колебания. Приемы получения ИК-спектров.
18. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Основные теоретические предпосылки.
19. Химический сдвиг. Влияние структуры молекулы на величину химического сдвига.
20. Спектры ЯМР второго порядка. Спин-спиновое расщепление, применение для тонкого анализа структуры.
21. Основные отличительные особенности ЯМР-спектров ядер ^{13}C.
22. Структурная масс-спектрометрия. Основные принципы и методы реализации. Основные узлы прибора.
23. Молекулярный ион, способы его получения и расшифровки.
24. Основные правила, определяющие направления фрагментации в масс-спектрах.
25. Особенности реализации гибридных методов ГХ-МС.
26. Методы основанные на использовании рассеяния и преломления электромагнитного излучения.
27. Люминесцентный метод анализа. Сущность метода. Законы люминесценции.
28. Методы основанные на использовании рассеяния и преломления электромагнитного излучения.
29. Оптические методы неразрушающего контроля. Задачи, выбор метода.
30. Основные виды радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада и его параметры.
31. Теоретическое обоснование альфа- и гамма-спектрометрии и их преимущества.
32. Количественный анализ элементов по их естественной радиоактивности.
33. Рентгено-флуоресцентный анализ. Принципы проведения и получаемые результаты.
34. Активационный анализ. Принципы реализации и получаемая информация. Абсолютный и относительный методы активационного анализа.
35. Электрохимические методы анализа. Электрохимическая ячейка. Основные принципы реализации.
36. Электроды сравнения и индикаторные. Мембранные и металлические электроды.
37. Потенциометрическое титрование. Ионометрия.
38. Кондуктометрия. Принципы организации и применение.
39. Прямая и косвенная кулонометрия. Законы Фарадея.
40. Вольтамперометрия. Полярографическая ячейка. Полярограммы.