

государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Факультет естественных и инженерных наук
Кафедра химии, новых технологий и материалов



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-
методической работе

 / Деникин А.С./
подпись Фамилия И.О.

« 01 » 02 2016 г.

Рабочая программа дисциплины

Хроматография

Направление подготовки
04.03.01 Химия

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Направленность (профиль) программы:
Физическая химия

Форма обучения очная

Дубна, 2016

Преподаватель

доктор химических наук, проф. А.М. Долгоносов
кафедра химии, новых технологий и материалов _____
(подпись)

Канд.хим.наук, Е.Д. Грибова
кафедра химии, новых технологий и материалов _____
(подпись)

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки высшего образования 04.03.01. Химия

Программа рассмотрена на заседании кафедры химии, новых технологий и материалов

Протокол заседания № 1 от «22» 01 2016 г.

Заведующий кафедрой _____ С.В. Моржухина
(Фамилия И.О., подпись)

и.о.декана факультета _____ О.А. Савватеева

«26» 01 2016 г.

Эксперт Зубов Б.К., д.т.н., проф., зав. каб. ГЕОХИ РАН
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность;
подпись, заверенная по месту работы)

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины состоит в том, чтобы заложить у студентов основы глубоких знаний в области динамики сорбционных процессов и хроматографического способа разделения веществ, способствовать прочному усвоению студентами основных разделов современной аналитической хроматографии, познакомить с высокоэффективными, селективными и чувствительными инструментами в области газовой, жидкостной и ионной хроматографии.

При составлении программ спецкурса основное внимание уделено тому, чтобы его содержание соответствовало современному состоянию теории и практики аналитической химии.

Практические занятия должны способствовать прочному усвоению студентами основных разделов современной аналитической хроматографии, познакомить с высокоэффективными, селективными и чувствительными инструментами в области газовой, жидкостной и ионной хроматографии.

Задачи дисциплины:

Ознакомить студентов со следующими вопросами:

- теоретические основы сорбционных и, в частности, хроматографических процессов, равновесные и кинетические факторы, влияющие на их протекание;
- сущность, аналитические и метрологические характеристики, возможности и ограничения, принципиальные схемы приборов и оборудования, области применения хроматографических методов анализа;
- общие приемы анализа, включая отбор проб, устранение мешающего влияния компонентов и концентрирование;
- методы статистической обработки результатов анализа и оценки их правильности;

2. Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются: химические элементы, простые молекулы и сложные соединения в различном агрегатном состоянии (неорганические и органические вещества и материалы на их основе), полученные в результате химического синтеза (лабораторного, промышленного) или выделенные из природных объектов

3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Специальный курс «Хроматография» для бакалавров по направлению «Химия», предназначен для углубления знаний студентов по теории и практике методов хроматографического анализа и является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1.

Курс опирается на знания, приобретенные при изучении основ аналитической химии, физических методов исследования, неорганической, органической и физической химии, основ математической статистики и обеспечивает теоретическую подготовку и практические навыки в области современных методов химического анализа.

Изучение дисциплины дает основу для изучения как последующих курсов химического профиля:

- выполнение работ в рамках преддипломной практики, ВКР, НИР.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
<p>ПК-1- *. **, ***, *****, способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам</p>	<p>Знать: 31(ПК-1) принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств измерений, инструкции по эксплуатации оборудования</p> <p>Знать 32(ПК-1)- Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы разработки и аттестации методик измерений, принципы нормирования точности измерений, действующие стандарты и технические условия</p> <p>Уметь У1(ПК-1) Проводить анализ веществ и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, обработка экспериментальных результатов</p> <p>Уметь У2(ПК-1)- Осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств веществ и материалов на соответствие требований к объектам исследования</p> <p>Владеть В1(ПК-1) навыками применения новых методов получения, испытания и оценки новых веществ и материалов</p>
<p>ПК-2 —*. **, ***, *****, ***** владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований</p>	<p>Знать: 31(ПК-2) Основное лабораторное оборудование, соответствующее целям и задачам исследования, принципы действия, методы проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений</p> <p>Знать 32(ПК-2) существующие методы и методики оценки структуры и свойств веществ и материалов, их применимость и достоверности</p> <p>Уметь У1(ПК-2) Осуществлять подбор лабораторно-аналитического оборудования для исследования структуры и свойств веществ и материалов</p> <p>Уметь У2(ПК-2) Проводить и организовывать работы по настройке оборудования согласно паспорту к прибору и его поверку</p> <p>Уметь У3(ПК-2) Проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов</p> <p>Владеть В1(ПК-2) навыками анализа современного состояния методов лабораторного эксперимента и необходимого для его проведения оборудования</p>
<p>ПК-3 - владением системой фундаментальных химических понятий</p>	<p>Уметь У1(ПК-3) Проводить анализ и корректировку существующих методов синтеза и исследования с учетом необходимости достижения и определения новых характеристик веществ и материалов</p>

<p>ПК-4-*. **, ***, ****, способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p>Знать: З1(ПК-4) теоретические и методологические основы смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач</p> <p>Уметь У1(ПК-4) Составлять перечни количественных и качественных характеристик свойств новых веществ и материалов, разрабатывать подходы к оценке характеристик новых материалов</p>
<p>ПК-5- способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий *) **, ***, ****, *****);</p>	<p>Знать: З1(ПК-5) основные методы обработки результатов работ в профессиональной сфере деятельности</p> <p>Уметь У2(ПК-5) Выбирать методы и средства проведения обработки экспериментальных данных</p> <p>Владеть В1(ПК-5) приемами и технологиями систематизации, обработки и подготовки данных для составления отчетов по результатам испытаний по решению профессиональных задач.</p>
<p>ПК-6- *. **, ***, ****, ***** владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций;</p>	<p>Уметь У1(ПК-6) Проводить анализ результатов лабораторного эксперимента</p> <p>Уметь У2(ПК-6) Проводить анализ результатов лабораторного эксперимента</p>
<p>ПК-7-*. **, ***, ****, ***** владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p>	<p>Знать: З1(ПК-7) Методы безопасного обращения с реактивами и лабораторным оборудованием</p> <p>Уметь У1(ПК-7) формулировать цели проведения лабораторного эксперимента, осуществлять планирование эксперимента с учетом норм безопасности</p>

результат обучения сформулирован на основании требований профессионального стандарта

*)Профессиональный стандарт **СПЕЦИАЛИСТ ПО РАЗРАБОТКЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. N 604н)

**)Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных наноструктурированных пленок (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «10» июля 2014 г. №447н)

***Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. Министерством труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. N 121н)

****) **СПЕЦИАЛИСТ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ И МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОСТРУКТУР** (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 593н)

*****) **Специалист по метрологии** (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. N 124н)

5. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единиц, всего 144 часов, из которых:

52 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем:

18 часов – лекционные занятия;

34 часов – практические занятия, включая мероприятия промежуточной аттестации – зачет с оценкой,

92 часов составляет самостоятельная работа обучающегося

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля) Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них		
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка к практической работе.	Всего
7 семестр										
Введение. Хроматографический метод: характеристика, цели и задачи	14	2		2		устный опрос в конце лекции. Защита практической работы	4			10
Методы сорбционного разделения смесей веществ	14	2		2		устный опрос в конце лекции. Защита практической работы выполнение расчетной работы подготовка реферата доклад по теме реферата	4			10
Принципы аналитической хроматографии	16	2		2		устный опрос в конце лекции. Защита практической работы выполнение расчетной работы подготовка реферата доклад по теме реферата	4			12
Результаты хроматографического анализа	20	4		4		устный опрос в конце лекции. Защита практической работы выполнение расчетной работы подготовка реферата доклад по теме реферата	8			12
Газовая хроматография	20	2		6		устный опрос в конце лекции. Защита практической работы выполнение расчетной работы проверочная работа подготовка реферата доклад по теме реферата	8			12

Высокоэффективная жидкостная хроматография	20	2		6		устный опрос в конце лекции. Защита практической работы выполнение расчетной работы подготовка реферата доклад по теме реферата	8			12
Ионная хроматография	20	2		6		устный опрос в конце лекции. Защита практической работы выполнение расчетной работы проверочная работа подготовка реферата доклад по теме реферата	8			12
Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической хроматографии	20	2		6		устный опрос в конце лекции. Защита практической работы выполнение расчетной работы	8			12
Промежуточная аттестация зачет с оценкой									X	
Итого	144	18		34			52			92

Содержание разделов дисциплины

Введение

Хроматографический метод: характеристика, цели и задачи. Понятие метода химического анализа. Определение аналитической хроматографии.

Методы сорбционного разделения смесей веществ

Классификация хроматографических методов анализа. Представление о сорбционном процессе. Сорбционная емкость, распределение и диффузия. Законы, управляющие процессами разделения. Материальный баланс в сорбции. Сорбционное равновесие. Кинетика сорбции. Задача высокоэффективной элютивной хроматографии. Вывод хроматографических характеристик.

Принципы аналитической хроматографии

Принципиальная схема аналитического хроматографа. Разделяющая колонка. Неподвижная фаза в высокоэффективной хроматографии. Узлы и системы хроматографа.

Результаты хроматографического анализа

Обработка результатов хроматографического эксперимента. Способы минимизации систематической ошибки и получения информации о хроматографической системе. Решение задач аналитической хроматографии с помощью математического моделирования процессов.

Газовая хроматография

Назначение и область применения метода. Элементы газового хроматографа. Фазы и процессы. Селективность разделения в газовой хроматографии. Детекторы. Применение метода в анализе.

Высокоэффективная жидкостная хроматография

Назначение и область применения метода. Элементы жидкостного хроматографа. Фазы и процессы. Элюирующая способность подвижной фазы. Детекторы. Применение метода в анализе.

Ионная хроматография

Назначение и область применения метода. Элементы ионного хроматографа. Разделяющие сорбенты. Селективность разделения в ионной хроматографии. Применение метода в анализе.

Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической хроматографии

Необходимость автоматизации и интеллектуализации современного химического анализа. Уровни моделирования хроматографических методов. Прямые, оптимизационные и обратные задачи математического моделирования. Основы организации процесса анализа. Программы IONCHROM и MOL-CHROM.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено выполнение практических работ. Для выполнения лабораторных работ необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание, произвести все необходимые расчеты, получить допуск к работе. После выполнения работы необходимо оформить в рабочем журнале отчет и защитить работу.

Лабораторный практикум

№	Наименование практических занятий	Неделя
ЛР 1	Ознакомление с методом газовой хроматографии	2
ЛР 2	Ознакомление с методом жидкостной хроматографии	4
ЛР 3	Ознакомление с методом ионной хроматографии	6
ЛР 4	Проведение экспериментов по газовой хроматографии	8
ЛР 5	Проведение экспериментов по жидкостной хроматографии	11
ЛР 6	Проведение экспериментов по ионной хроматографии	13
ЛР 7	Анализ образца водопроводной воды	15
ЛР 8	Анализ образцов природной воды	17

Методические материалы по теории и технике эксперимента для практических работ, перечень контрольных вопросов и заданий изложены в методических разработках, которые выдаются студентам в электронном виде

1. Долгоносов А.М. Методы колоночной аналитической хроматографии./ Учебное пособие для студентов химических специальностей. Дубна. 2009. 141
2. Грибова Е.Д., Долгоносов А.М. Хроматография. Практикум

Кроме этого, запланировано выполнение расчетно-графических работ по индивидуальным заданиям, которые выполняются на компьютере, состоят из нескольких заданий. Каждое задание после выполнения работы необходимо защитить.

Тематика расчетно-графических работ:

№	Наименование практических занятий	Неделя
РГ 1	Анализ экспериментальной хроматограммы	2
РГ 2	Определение времени удерживания, высоты, площади пика.	4
РГ 3	Освоение приемов определения компонентов в неразделенных пиках	6
РГ 4	Обработка результатов эксперимента при помощи EXCEL, ORIGIN и вручную	8
РГ 5	Программирование при помощи ORIGIN расчета характеристик градуировочного графика, данные для которого получены в ходе выполнения студентом лабораторных работ.	10
РГ 6	Применение программы IONCHROM для анализа экспериментальной хроматограммы	12

Методические материалы для преподавателей

Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- активное участие обучающихся в учебном процессе;
- проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения проблем;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием мультимедиа презентаций, индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий. Индивидуальные задания подбираются студентам с учетом их работы над темами НИР.

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины.

При наличии академических задолженностей по практическим занятиям, связанных с их пропусками преподаватель вправе выдать задание студенту в виде реферата по пропущенной теме занятия.

Методические материалы по организации самостоятельной работы студентов

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов из них часть часов отводится на выполнение работ по индивидуальному заданию.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение индивидуальных практических домашних работ с последующей их защитой
- работу с Интернет-источниками.

Программой дисциплины предусмотрено выполнение практических работ. Для выполнения практических работ необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание, произвести все необходимые расчеты, получить допуск к работе. После выполнения практической работы необходимо оформить отчет и защитить практическую работу.

Кроме этого, запланировано выполнение работ по индивидуальным заданиям. Каждое задание после выполнения работы необходимо защитить.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

8. Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

В учебном процессе, помимо чтения лекций, широко используются активные и интерактивные формы (обсуждение отдельных разделов дисциплины, защита практических работ). В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Для закрепления знаний студентов по отдельным разделам курса Хроматография проводятся практические занятия, целью которых является укрепление навыков самостоятельной работы.

Перечень обязательных видов работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- выполнение практических работ;
- подготовка реферата
- доклад по теме реферата
- защита практических работ;
- выполнение домашних работ;
- выполнение расчетно-графических работ
- выполнение индивидуальных заданий
- выполнение проверочных и контрольных работ.

Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
6	Лекционные занятия	Проблемная технология,	6
	Практические занятия	Работа по индивидуальному заданию, дискуссия во время устного опроса Работа в группах Выполнение практической работы Допуск к практической работе, Составление отчета по практической работе Защита практической работы,	12
Всего:			18

При изучении теоретического курса на лекциях предусматривается изложение материала в виде презентации.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный

на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины «Хроматография» следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

9. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

• **Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

Полный перечень компетенций выпускников образовательной программы «Химия. Физическая химия» с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в картах компетенций образовательной программы.

Перечень компетенций выпускников образовательной программы «Химия. Физическая химия», в формировании которых участвует данная дисциплина представлен в разделе 4 рабочей программы дисциплины. Указание результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы формирования компетенций, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования представлено ниже.

• Описание шкал оценивания

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине в форме зачета с оценкой используется пятибалльная система оценивания.

Описание шкал оценивания для различных заданий, выполняемых в рамках текущего контроля, представлено в методических материалах, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

• **Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
	1	2	3	4	5	
ЗНАТЬ: принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств измерений, инструкции по эксплуатации оборудования Код 31(ПК-1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания принципов работы, области применения и принципиальных ограничений методов и средств измерений, инструкции по эксплуатации оборудования	Общие, но не структурированные знания принципов работы, области применения и принципиальных ограничений методов и средств измерений, инструкции по эксплуатации оборудования	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных принципов работы, области применения и принципиальных ограничений методов и средств измерений, инструкции по эксплуатации оборудования	Сформированные систематические знания принципов работы, области применения и принципиальных ограничений методов и средств измерений, инструкции по эксплуатации оборудования	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ подготовка реферата доклад по теме реферата зачет
ЗНАТЬ: Нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы разработки и аттестации методик измерений, принципы нормирования точности измерений, действующие стандарты и технические условия Код 32(ПК-1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания нормативных и методических документов, регламентирующих вопросы разработки и аттестации методик измерений, принципов нормирования точности измерений, действующих стандартов и технических условий	Общие, но не структурированные знания нормативных и методических документов, регламентирующих вопросы разработки и аттестации методик измерений, принципов нормирования точности измерений, действующих стандартов и технических условий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных нормативных и методических документов, регламентирующих вопросы разработки и аттестации методик измерений, принципов нормирования точности измерений, действующих стандартов и технических условий	Сформированные систематические знания нормативных и методических документов, регламентирующих вопросы разработки и аттестации методик измерений, принципов нормирования точности измерений, действующих стандартов и технических условий	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ подготовка реферата доклад по теме реферата зачет

<p>УМЕТЬ: Проводить анализ веществ и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, обработка экспериментальных результатов Код У1 (ПК-1)</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать структуру и состав веществ и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, проводить обработку экспериментальных результатов	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ веществ и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, обработка экспериментальных результатов	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ веществ и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, обработка экспериментальных результатов	Сформированное умение анализировать структуру и состав веществ и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, проводить обработку экспериментальных результатов	выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ зачет
<p>УМЕТЬ: Осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств веществ и материалов на соответствие требований к объектам исследования Код У2 (ПК-1)</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств веществ и материалов на соответствие требований к объектам исследования	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение выбора методов и методик анализа структуры и свойств веществ и материалов на соответствие требований к объектам исследования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств веществ и материалов на соответствие требований к объектам исследования	Сформированное умение осуществлять выбор методов и методик анализа структуры и свойств веществ и материалов на соответствие требований к объектам исследования	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ подготовка реферата доклад по теме реферата зачет
<p>ВЛАДЕТЬ: навыками применения новых методов получения, испытания и оценки новых веществ и материалов Код В1 (ПК-1)</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков новых методов получения, испытания и оценки новых веществ и материалов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков новых методов получения, испытания и оценки новых веществ и материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков новых методов получения, испытания и оценки новых веществ и материалов	Успешное и систематическое применение навыков новых методов получения, испытания и оценки новых веществ и материалов	выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий зачет

<p>ЗНАТЬ: Основное лабораторное оборудование, соответствующее целям и задачам исследования, принципы действия, методы проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений Код 31(ПК-2)</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основном лабораторном оборудовании, соответствующем целям и задачам исследования, принципах действия, методах проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений	Неполные представления об основном лабораторном оборудовании, соответствующем целям и задачам исследования, принципах действия, методах проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы об основном лабораторном оборудовании, соответствующем целям и задачам исследования, принципах действия, методах проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений	Сформированные систематические представления об основном лабораторном оборудовании, соответствующем целям и задачам исследования, принципах действия, методах проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ подготовка реферата доклад по теме реферата зачет
<p>ЗНАТЬ: существующие методы и методики оценки структуры и свойств веществ и материалов, их применимость и достоверности Код 32(ПК-2)</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о существующих методах и методиках оценки структуры и свойств веществ и материалов, их применимости и достоверности	Неполные представления о существующих методах и методиках оценки структуры и свойств веществ и материалов, их применимости и достоверности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представлений о существующих методах и методиках оценки структуры и свойств веществ и материалов, их применимости и достоверности	Сформированные систематические представления о существующих методах и методиках оценки структуры и свойств веществ и материалов, их применимости и достоверности	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ подготовка реферата доклад по теме реферата зачет
<p>УМЕТЬ: Осуществлять подбор лабораторно-аналитического оборудования для исследования структуры и свойств веществ и материалов Код У1(ПК-2)</p>	Отсутствие умений	Фрагментарное умение осуществлять подбор лабораторно-аналитического оборудования для исследования структуры и свойств веществ и материалов	В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять подбор лабораторно-аналитического оборудования для исследования структуры и свойств веществ и материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять подбор лабораторно-аналитического оборудования для исследования структуры и свойств веществ и материалов	Сформированное умение осуществлять подбор лабораторно-аналитического оборудования для исследования структуры и свойств веществ и материалов	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий подготовка реферата

						доклад по теме реферата зачет
УМЕТЬ: Проводить и организовывать работы по настройке оборудования согласно паспорту к прибору и его поверку Код У2(ПК-2)	Отсутствие умений	Фрагментарное умение проводить и организовывать работы по настройке оборудования согласно паспорту к прибору и его поверку	В целом успешное, но не систематическое умение проводить и организовывать работы по настройке оборудования согласно паспорту к прибору и его поверку	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить и организовывать работы по настройке оборудования согласно паспорту к прибору и его поверку	Сформированное умение проводить и организовывать работы по настройке оборудования согласно паспорту к прибору и его поверку	выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий зачет
УМЕТЬ: Проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов Код У3(ПК-2)	Отсутствие умений	Фрагментарное умение проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов	В целом успешное, но не систематическое умение проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов	Сформированное умение проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов	выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ зачет
ВЛАДЕТЬ: навыками анализа современного состояния методов лабораторного эксперимента и необходимого для его проведения оборудования Код В1(ПК-2)	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа современного состояния методов лабораторного эксперимента и необходимого для его проведения оборудования	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа современного состояния методов лабораторного эксперимента и необходимого для его проведения оборудования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа современного состояния методов лабораторного эксперимента и необходимого для его проведения оборудования	Успешное и систематическое применение навыков анализа современного состояния методов лабораторного эксперимента и необходимого для его проведения оборудования	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ подготовка реферата доклад по теме реферата зачет

<p>УМЕТЬ: Проводить анализ и корректировку существующих методов синтеза и исследования с учетом необходимости достижения и определения новых характеристик веществ и материалов Код У1(ПК-3)</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение проводить анализ и корректировку существующих методов синтеза и исследования с учетом необходимости достижения и определения новых характеристик веществ и материалов	В целом успешное, но не систематическое умение проводить корректировку существующих методов синтеза и исследования с учетом необходимости достижения и определения новых характеристик веществ и материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить корректировку существующих методов синтеза и исследования с учетом необходимости достижения и определения новых характеристик веществ и материалов	Успешное и систематическое умение проводить корректировку существующих методов синтеза и исследования с учетом необходимости достижения и определения новых характеристик веществ и материалов	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ зачет
<p>ЗНАНИЕ теоретические и методологические основы смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач Код З1 (ПК-4)</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания теоретических и методологических основ смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач	Неполные знания теоретических и методологических основ смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теоретических и методологических основ смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач	Сформированные и систематические знания теоретических и методологических основ смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ подготовка реферата доклад по теме реферата зачет

<p>УМЕТЬ: Составлять перечни количественных и качественных характеристик свойств новых веществ и материалов, разрабатывать подходы к оценке характеристик новых материалов</p> <p>Код У1(ПК-4)</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение составлять перечни количественных и качественных характеристик свойств новых веществ и материалов, разрабатывать подходы к оценке характеристик новых материалов	В целом успешное, но не систематическое умение составлять перечни количественных и качественных характеристик свойств новых веществ и материалов, разрабатывать подходы к оценке характеристик новых материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение составлять перечни количественных и качественных характеристик свойств новых веществ и материалов, разрабатывать подходы к оценке характеристик новых материалов	Успешное и систематическое умение составлять перечни количественных и качественных характеристик свойств новых веществ и материалов, разрабатывать подходы к оценке характеристик новых материалов	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ подготовка реферата доклад по теме реферата зачет
<p>ЗНАТЬ: основные методы обработки результатов работ в профессиональной сфере деятельности</p> <p>Код З1(ПК-5)</p>	Не имеет базовых знаний об основных методах обработки результатов работ в профессиональной сфере деятельности	Допускает существенные ошибки в основных методах обработки результатов работ в профессиональной сфере деятельности	Демонстрирует частичные знания основных методов обработки результатов работ в профессиональной сфере деятельности	Демонстрирует знания основных методов обработки результатов работ в профессиональной сфере деятельности.	Раскрывает полное содержание основных методов обработки результатов работ в профессиональной сфере деятельности	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ зачет
<p>УМЕТЬ: Выбирать методы и средства проведения обработки экспериментальных данных</p> <p>Код У2(ПК-5)</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение выбирать методы и средства проведения обработки экспериментальных данных	В целом успешное, но не систематическое умение выбирать методы и средства проведения обработки экспериментальных данных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать методы и средства проведения обработки экспериментальных данных	Успешное и систематическое умение выбирать методы и средства проведения обработки экспериментальных данных	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ зачет

<p>ВЛАДЕТЬ: приемами и технологиями систематизации, обработки и подготовки данных для составления отчетов по результатам испытаний по решению профессиональных задач. Код В1(ПК-5)</p>	Не владеет	Владеет отдельными приемами и технологиями систематизации, обработки и подготовки данных для составления отчетов по результатам испытаний по решению профессиональных задач.	Владеет отдельными приемами и технологиями систематизации, обработки и подготовки данных для составления отчетов по результатам испытаний по решению профессиональных задач.	Владеет приемами и технологиями систематизации, обработки и подготовки данных для составления отчетов по результатам испытаний по решению профессиональных задач.	Демонстрирует владение системой приемов и технологий систематизации, обработки и подготовки данных для составления отчетов по результатам испытаний по решению профессиональных задач.	выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий зачет
<p>ЗНАТЬ: Основные методы представления и обработки результатов химического эксперимента Код З1(ПК-6)</p>	Не имеет знаний	Допускает существенные ошибки при представлении и обработке результатов химического эксперимента	Демонстрирует частичные знания основных методов представления и обработки результатов химического эксперимента	Демонстрирует знания основных методов представления и обработки результатов химического эксперимента	Раскрывает полное содержание процесса основных методов представления и обработки результатов химического эксперимента	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ зачет
<p>УМЕТЬ: Проводить анализ результатов лабораторного эксперимента Код У1(ПК-6)</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение проведения анализа результатов лабораторного эксперимента	В целом успешное, но не систематическое умение проведения анализа результатов лабораторного эксперимента	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проведения анализа результатов лабораторного эксперимента	Успешное и систематическое умение проведения анализа результатов лабораторного эксперимента	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ зачет
ЗНАТЬ:	Не имеет	Допускает существенные	Демонстрирует частичные	Демонстрирует знания	Раскрывает полные	устный опрос

Методы безопасного обращения с реактивами и лабораторным оборудованием Код 31(ПК-7)	знаний	венные ошибки при разьяснении методов безопасного обращения с реактивами и лабораторным оборудованием	ные знания методов безопасного обращения с реактивами и лабораторным оборудованием	ния методов безопасного обращения с реактивами и лабораторным оборудованием	ное содержание процесса методов безопасного обращения с реактивами и лабораторным оборудованием	выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ зачет
УМЕТЬ: формулировать цели проведения лабораторного эксперимента, осуществлять планирование эксперимента с учетом норм безопасности Код У1(ПК-7)	Отсутствие умений	Частично освоенное умение формулировать цели проведения лабораторного эксперимента, осуществлять планирование эксперимента с учетом норм безопасности	В целом успешное, но не систематическое умение формулировать цели проведения лабораторного эксперимента, осуществлять планирование эксперимента с учетом норм безопасности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение формулировать цели проведения лабораторного эксперимента, осуществлять планирование эксперимента с учетом норм безопасности	Успешное и систематическое умение формулировать цели проведения лабораторного эксперимента, осуществлять планирование эксперимента с учетом норм безопасности	устный опрос выполнение практических работ; защита практических работ; выполнение домашних работ; выполнение расчетно-графических работ выполнение индивидуальных заданий выполнение проверочных и контрольных работ зачет

- **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.**

Промежуточная аттестация:

Перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Подвижная и неподвижная фазы и виды элютивной хроматографии. Блок-схема хроматографа. Методы дозирования пробы.
2. Уровни и задачи математического моделирования методов аналитической химии.
3. Одноколоночная ионная хроматография: подвижные фазы, детекторы, преимущества и недостатки по сравнению с двухколоночным вариантом.
4. Принципы работы основных типов детекторов для жидкостной хроматографии. Области применения ВЭЖХ.
5. Классификация методов хроматографического анализа. Хроматография как сорбционный процесс.
6. Газовая хроматография. Колонки, сорбенты, носители, неподвижные фазы, подвижные фазы, механизмы разделения.
7. Качественный и количественный хроматографический анализ. Основные хроматографические характеристики.
8. Принципы работы и рабочие характеристики основных детекторов для газовой хроматографии. Области применения газовой хроматографии.
9. Жидкостная хроматография. Нормально-фазовая и обращено-фазовая хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Колонки, сорбенты, подвижные фазы, механизмы удерживания.
10. Ионообменная хроматография. Равновесие и селективность ионного обмена. Высокоэффективная ионообменная хроматография. Сорбенты.
11. Ионная хроматография с химическим подавлением электропроводности. Процессы, происходящие в разделяющей колонке и в подавителе. Применение ионной хроматографии.
12. Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии. Необходимость автоматизации и интеллектуализации современного химического анализа.
13. Классифицируйте хроматографические методы анализа по природе подвижной фазы, по механизму разделения и по способу хроматографирования.
14. В чем преимущества элюентной хроматографии перед фронтальной и вытеснительной?
15. Какие величины характеризуют эффективность хроматографической колонки? Как ее повысить?
16. Постройте график зависимости величины N от скорости потока в газовой и жидкостной хроматографии.
17. Какие хроматографические параметры можно использовать для идентификации компонентов смеси?
18. Укажите возможности и ограничения разных количественных методов хроматографического анализа.
19. Назовите источники систематических погрешностей при хроматографических определениях.
20. Что такое градиентное элюирование?
21. Какова роль основных узлов в газовом и жидкостном хроматографах высокого давления? Что общего и каковы принципиальные отличия?
22. Сравните роль подвижных фаз в газожидкостной и жидкостной хроматографии.
23. Какова роль полярности подвижной фазы при разделении органических соединений, например при разделении изомеров бензола?
24. Назовите перспективные хроматографические методы. Каковы пути их развития?

Пример билета к зачету:

Билет 1

- 1 Определение хроматографии. Особенности метода. Способы получения хроматограмм. Связь хроматографических параметров удерживания с коэффициентом распределения.
- 2 Ионообменное равновесие. Ионная хроматография. Сорбенты. Подвижные фазы.
- 3 Анализ различных классов органических соединений газовой хроматографией.
- 4 Высокоэффективная жидкостная хроматография, обращено-фазовый и нормально-фазовый варианты.
- 5 Рассчитать эффективный объем удерживания для пропана по следующим данным газохроматографического анализа:
 l_R (пропана)=10 мм, $F_c = 30$ мл/мин, $U_L = 600$ мм/ч, $P_i = 2$ атм, $t_0 = 3$ с.

Текущий контроль:

Вопросы и задачи для самостоятельной работы и текущего контроля

1. Какие физические процессы лежат в основе хроматографии? Что является количественной характеристикой установившегося равновесия в хроматографии и от чего зависит этот параметр.
2. Определение хроматографии. Классификация методов по агрегатному состоянию фаз и механизму удерживания.
3. Классификация методов хроматографии по механизму удерживания, по способу перемещения сорбата. Приведите 3-4 примера использования различных вариантов хроматографии.
4. Перечислите способы получения хроматограмм. Нарисуйте хроматограмму трехкомпонентной смеси для каждого способа. Какой способ наиболее часто используют при проведении хроматографического анализа? В чем его преимущества?
5. Сравните (представьте на одном рисунке) общий вид элюентных хроматограмм смеси двух соединений, полученных на двух колонках: А и В, если селективность разделения на колонке В выше, полагая, что эффективность колонок одинакова, разрешение пиков в обоих случаях больше 1,5, коэффициенты емкости (факторы удерживания) соединений близки и больше 10.
6. Какая информация может быть получена из анализа хроматограммы? Хроматографические параметры (не менее 5), которые могут быть использованы для идентификации соединений. Их определение.
7. Коэффициент распределения, индекс удерживания, коэффициент емкости. Основное уравнение хроматографии.
8. Дайте объяснение понятия «теоретическая тарелка». Основные положения теории теоретических тарелок. Какие параметры характеризуют эффективность хроматографической колонки?
9. Факторы, определяющие вид зависимости ВЭТТ от скорости потока для ГХ и ЖХ. Уравнение Ван Деемтера в общем виде и его графическое представление. Уравнение Голя. Зависит ли от температуры оптимальная скорость газа-носителя v_0^* , при которой достигается минимальная ВЭТТ?
10. Селективность, эффективность и разрешение хроматографических пиков. Параметры, влияющие на разрешение пиков. Время удерживания неприемлемо велико. Как изменить условия эксперимента, чтобы уменьшить его?
11. Перечислите факторы, определяющие вид зависимости ВЭТТ от объемной скорости потока для газовой хроматографии. Напишите уравнение в общем виде и дайте его графическое представление.
12. Разрешение хроматографических пиков (R_s). Хроматографические параметры, влияющие на разрешение пиков. Поясните графически.
13. На хроматограмме имеются неразрешенные пики. Как изменить условия эксперимента для улучшения разрешения?
14. Изотермы сорбции. Какова зависимость формы хроматограммы от изотермы сорбции?

Задачи

1. Рассчитать время удерживания и удерживаемый объем компонента, элюирующегося из колонки, имеющей 200 теоретических тарелок, при скорости движения диаграммной ленты 720 мм/ч, если полуширина хроматографического пика составляет 3 мм. Объемная скорость газа-носителя равна 30 мл/мин.
2. Определить длину хроматографической колонки, если удерживаемый объем одного из компонентов равен 60 мл, а полуширина пика этого компонента – 2 мм. Расход газа-носителя – 30 мл/мин. Высота, эквивалентная теоретической тарелке, равна 2.5 мм. Скорость движения диаграммной ленты – 720 мм/ч.
3. На колонке длиной 3 м расстояние удерживания одного из компонентов равно 20 мм, а полуширина хроматографического пика этого компонента – 4 мм. Рассчитать: а) число теоретических тарелок; б) высоту, эквивалентную теоретической тарелке.
4. Рассчитать время удерживания компонента, элюирующегося из колонки с 200 т.т. при скорости движения диаграммной ленты 720 мм/ч, если полуширина хроматографического пика составляет 3 мм.

5. Рассчитать эффективный объем удерживания для пропана по следующим данным газохроматографического анализа:
6. Определить длину хроматографической колонки, если время удерживания одного из компонентов равно 2 мин., а полуширина пика – 3 мм. Скорость движения диаграммной ленты – 720 мм/ч. Высота, эквивалентная теоретической тарелке, равна 3 мм.

ГХ

1. Что такое газовая хроматография? На каком принципе основаны хроматографические методы разделения? Дайте определение хроматограммы. Что служит отличительным признаком газоадсорбционной хроматографии от газожидкостной?
2. Требования к подвижной фазе в газовой хроматографии. Приведите примеры.
3. Какие требования к анализируемому веществу и неподвижной фазе предъявляют в газовой хроматографии.
4. Какие типы хроматографических колонок используют в газовой хроматографии? В чем состоит отличие (по состоянию неподвижной фазы) капиллярных и насадочных (набивных) колонок в газовой хроматографии?
5. Требования к подвижной и неподвижной фазам в ГХ. Примеры.
6. Блок-схема газового хроматографа. Термостатированные узлы. Разделение при постоянной и программированной температуре
7. Какие факторы влияют на эффективность хроматографической колонки в газовой хроматографии согласно кинетической теории хроматографии?
8. Требования к неподвижной фазе в газо-адсорбционной и газо-жидкостной хроматографии.
9. Какие узлы газового хроматографа термостатируют? Как выбирают их температуру? В каком случае разделение смеси компонентов проводят при постоянной температуре колонки, а когда необходимо программирование температуры?
10. Какие факторы влияют на эффективность хроматографической колонки в газовой хроматографии согласно кинетической теории хроматографии?
11. Стационарные неподвижные фазы. Примеры неподвижных жидких фаз, иммобилизованные сорбенты.
12. Каковы механизмы сорбционных процессов. Типы связей сорбат - сорбент?
13. В чем отличие распределительной хроматографии от адсорбционной?
14. Влияние температуры на времена удерживания соединений в ГХ. При нагреве колонки в хроматограмме обнаружены пики веществ, которых заведомо не могло быть в анализируемой смеси. Объяснить наблюдаемый факт.
15. Перечислите требования к детекторам в газовой хроматографии. Основные детекторы в ГХ (не менее 4). Сравнение их по чувствительности и селективности. Примеры определяемых соединений.
16. Почему при использовании в газовой хроматографии катарометра теплопроводность газаносителя должна быть как можно более высокой? Какие газы отвечают этому требованию?
17. Корреляционные зависимости, используемые для идентификации членов одного гомологического ряда в газовой хроматографии.
18. Требования к детекторам в ГХ.
19. Какие детекторы (не менее трех) используют в газовой хроматографии? Укажите, какие из них универсальные, а какие селективные? Почему? Приведите примеры определяемых соединений.
20. Назовите не менее 5 хроматографических параметров, которые могут быть использованы для идентификации соединений. Дайте определения этих параметров. Какие корреляционные зависимости используют для идентификации членов одного гомологического ряда в газовой хроматографии.
21. В газовой хроматографии в качестве детекторов часто используют катарометр и детектор

электронного захвата. Сравните их: а) по чувствительности; б) по селективности; в) приведите примеры определяемых соединений.

22. Виды взаимодействия сорбата с НФ. Понятие полярности НФ. Система Роршнайдера. Эталоны для определения селективности НФ в ГХ
23. Использование графических или аналитических зависимостей между характеристиками удерживания и другими физико-химическими свойствами веществ. Индексы удерживания Ковача.
24. Характеристики детекторов. Дрейф нулевой линии, нулевая линия, шум, чувствительность и предел детектирования.

Пробоподготовка в хроматографическом анализе

1. Задачи, решаемые использованием пробоподготовки в хроматографическом анализе. Что означают статический и динамический режим в хроматографии?
2. Виды процедур пробоподготовки и их определения. Жидкостно-жидкостная экстракция, парофазная экстракция и твердофазная экстракция.
3. Выбор экстрагента. Зависимость коэффициента распределения от значения рН среды при проведении ЖЖЭ.
4. ЖЖЭ, закон распределения, коэффициент концентрирования и степень извлечения. Преимущества и недостатки ЖЖЭ. Когда применяют многоступенчатую экстракцию.
5. Дисперсионная ЖЖ микроэкстракция, ЖЖЭ в отдельную каплю.
6. ТФЭ, определение и задачи, решаемые ТФЭ. Оборудование, используемое для ТФЭ. Движущая сила процесса экстракции в системе «твёрдое тело-жидкость».
7. Статическая и динамическая ТФЭ.
8. Виды статической ТФЭ и ТФМЭ. Параметры, влияющие на сорбционный процесс. Какие виды десорбции вы знаете, дайте определение? Достоинства и недостатки термодесорбции и десорбции растворителем.
9. Динамическая ТФЭ, стадии динамической ТФЭ, удерживающая и недерживающая ТФЭ. Преимущества и недостатки динамической ТФЭ.
10. Сорбенты, используемые в картриджах для ТФЭ. Механизмы удерживания различных сорбентов.
11. Дериватизация. В каких случаях она применяется. Реакции дериватизации и требования, предъявляемые к дериватам.
12. Парофазный анализ. Статическая и динамическая парофазная экстракция.

Ионная хроматография

1. Одноколоночная ионная хроматография: подвижные фазы детекторы, преимущества и недостатки по сравнению с двухколоночным вариантом.
2. Ионообменная хроматография. Равновесие и селективность ионного обмена. Высокоэффективная ионообменная хроматография. Сорбенты.
3. Ионная хроматография с химическим подавлением электропроводности. Процессы, происходящие в разделяющей колонке и в подавителе. Применение ионной хроматографии.
4. Ионообменное равновесие. Ионная хроматография. Сорбенты. Подвижные фазы.
5. Дайте определение ионной хроматографии. Как проводят разделение анионов (катионов) двухколоночной ионной хроматографией? В чем состоит роль подавляющей колонки (системы)? Требования, предъявляемые к ионообменникам, в ионной хроматографии.

ВЭЖХ

1. Перечислите требования к подвижной фазе в жидкостной хроматографии. Приведите примеры подвижных фаз.
2. В ВЭЖХ в качестве детекторов часто используют спектрофотометрический и флуоресцентный. Сравните их: а) по чувствительности; б) по селективности; в) приведите примеры определяемых соединений.
3. Какие компоненты входят в состав подвижной фазы при разделении соединений нормально-фазовой ВЭЖХ?

4. Как изменится элюирующая способность подвижной фазы в нормально-фазовой хроматографии при использовании в качестве элюента смеси гексана с 10%: а) хлороформа; б) бензола; в) ацетона. Полярность растворителей уменьшается в ряду: ацетон-хлороформ-бензол-гексан.
5. Как изменится элюирующая способность подвижной фазы в обращенно-фазовой ВЭЖХ при использовании смеси метанол-вода при их соотношении: а) 50:50; б) 40:60; в) 60:40.
6. Сравните коэффициенты емкости (факторы удерживания) для фенола, о-крезола и п-крезола (метилфенолы) при их разделении нормально-фазовой ВЭЖХ.
7. Факторы, влияющие на эффективность хроматографической колонки в ЖХ согласно кинетической теории хроматографии.
8. Требования к подвижной фазе в ЖХ. Примеры подвижных фаз в нормально- и обращенно-фазовой ВЭЖХ. Факторы, влияющие на элюирующую способность подвижных фаз в нормально-фазовой и обращенно-фазовой ВЭЖХ.
9. Назовите детекторы (не менее трех), применяемые в жидкостной хроматографии. Какие свойства сорбатов положены основу получения аналитического сигнала? Сравнение их по чувствительности и селективности. Примеры определяемых соединений.
10. Жидкостная хроматография. Ее виды. Перечислите основные механизмы удерживания веществ (не менее 4-х) в жидкостной хроматографии. На чем в каждом из вариантов основано разделение компонентов
11. Какие компоненты входят в состав подвижной фазы при разделении соединений обращенно-фазовой ВЭЖХ? Как увеличить элюирующую силу подвижной фазы?
12. Сравните коэффициенты ёмкости (факторы удерживания) для фенола и о-крезола (о-метилфенола) при их разделении нормально-фазовой ВЭЖХ.
13. Как изменится элюирующая способность подвижной фазы в нормально-фазовой хроматографии при использовании в качестве элюента смеси гексана с 10%: а) хлороформа; б) бензола; в) ацетона. Полярность растворителей уменьшается в ряду: ацетон – хлороформ – бензол – гексан.
14. Сорбенты в хроматографии. Иммобилизация сорбентов. Влияние размера сорбента, давления и длины колонок на процесс хроматографирования.
15. Принципиальная схема, основные системы и узлы жидкостного хроматографа. Дозирующие устройства. Детекторы.
16. Принцип метода жидкостной хроматографии. Задачи решаемые высокоэффективной жидкостной хроматографией. Подвижная фаза, изократическое и градиентное элюирование.
17. Сорбенты в ВЭЖХ. Силикагель и его структура. Каково преимущество синтетических органических сорбентов?
18. Какие сорбенты и элюенты используются в обращенно-фазовом и нормально-фазовом вариантах ВЭЖХ?
19. В чем сущность механизма разделения в ион-парной хроматографии?

Пример индивидуальных проверочных заданий:

Вариант 1

1. При определении этилового спирта в 15.2600 г смеси методом газожидкостной хроматографии в качестве внутреннего стандарта использовали нормальный бутиловый спирт в количестве 1.0900 г. Определить массовую долю этилового спирта по следующим данным:

Пик этилового спирта		Пик н-бутилового спирта	
Высота	Полуширина	Высота	Полуширина
35 мм	3 мм	52 мм	2 мм

2. Рассчитать удельный удерживаемый объем ксилола, если его приведенное расстояние удерживания на хроматограмме равно 15 мм при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч, расходе газа-носителя 30 мл/мин., температуре хроматографической колонки 90 °С и массе неподвижной фазы, равной 4 г.
3. Удерживаемые объёмы бутана, пентана и этанола соответственно равны 57, 152 и 78 мл. Рассчитать индекс Ковача для этанола.

Вариант 2

1. На колонке длиной 3 м расстояние удерживания одного из компонентов равно 20 мм, а полуширина хроматографического пика этого компонента – 4 мм. Рассчитать: а) число теоретических тарелок; б) высоту, эквивалентную теоретической тарелке.
2. При определении фурфурола в смеси методом газовой хроматографии площадь его пика сравнивали с площадью пика о-ксилола, который вводили в качестве внутреннего стандарта. Для стандартного образца, содержащего 25% фурфурола, и исследуемого образца (массы стандартного и исследуемого образцов одинаковы) получили следующие результаты:

Компоненты	Стандартный образец		Исследуемый образец	
	фурфурол	о-ксилол	фурфурол	о-ксилол
Площадь пика, мм ²	11	25	18.50	22.00

* Поправочный коэффициент для обоих компонентов принять равным единице. Определить массовую долю (%) фурфурола в исследованном образце.

3. Удерживаемые объёмы гептана, октана и бутилацетата соответственно равны 118, 204 и 173 мл. Рассчитать индекс Ковача для бутилацетата.

Вариант 3

1. Рассчитать массовую долю динитробензола и бензола в смеси по следующим данным, полученным при газохроматографическом определении:

Компоненты	динитробензол	бензол
Площадь пика, мм ²	305	12
Поправочный коэффициент	1.22	1.07

2. Рассчитать время удерживания компонента, элюирующегося из колонки с 200 т.т. при скорости движения диаграммной ленты 720 мм/ч, если полуширина хроматографического пика составляет 3 мм.
3. На хроматограмме были обнаружены пики с временами удерживания 61.7, 66.3, 70.4, 73.8, 78.1, 84.3, 89.0, 93.7, 97.2 и 104.9 с. Пользуясь таблицей, проведите качественную идентификацию смеси. Времена удерживания пентана, гексана и гептана соответственно 55.4, 75.8 и 107.0 с.

Вещество	I	Вещество	I
2-метилпентан	591,0	2-метилгексан	661,8
3-метилгексан	646,7	циклопентен	557,6
циклогексан	617,3	фенол	695,0
циклопентан	534,4	тиофен	655,1
фуран	588,1	2,3-диметилбутан	576,3
бензол	608,2	пиридин	672,6
2,3-диметилпентан	624,2	2,4-диметилпентан	630,7

Вариант 4

1. Рассчитать высоту, эквивалентную теоретической тарелке, для хроматографической колонки длиной 2 м, если приведенное время удерживания компонента равно 1 мин, а полуширина пика – 1 мм при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч.

2. Реакционную массу 12.7500 г после нитрования толуола проанализировали методом газожидкостной хроматографии с применением этилбензола в качестве внутреннего стандарта в количестве 1.2500 г. Определить массовую долю (%) непрореагировавшего толуола по следующим данным:

Компонент	Толуол	Этилбензол
Площадь пика, мм ²	307	352
Поправочный коэффициент	1.01	1.02

3. Времена удерживания пентана, изо-бутанола и гексана соответственно равны 54, 67 и 89 с. Рассчитать индекс Ковача для изо-бутанола.

Вариант 5

1. На колонке длиной 3 м приведенное время удерживания одного из компонентов равно 54.4 с, а полуширина хроматографического пика этого компонента – 4 мм. Скорость движения диаграммной ленты – 600 мм/ч. Рассчитать число теоретических тарелок и высоту, эквивалентную теоретической тарелке.

2. Рассчитать массовую долю ацетона и этанола в пробе, если высота и полуширина пиков этих компонентов на полученной хроматограмме равны, соответственно: 60 мм и 2 мм; 90 мм и 3 мм.

3. На хроматограмме были обнаружены пики с временами удерживания 117.2, 124.8, 137.3, 142.9, 155.8, 162.5, 167.4, 178.0, 214.8 и 223.5 с. Пользуясь таблицей, проведите качественную идентификацию смеси. Времена удерживания гексана, гептана, октана и нонана соответственно 110.5, 145.4, 202.0 и 241.7 с.

вещество	I	вещество	I
толуол	720,8	м-ксилол	833,2
пиридин	742,5	тетрагидрофуран	705,3
н-бутанол	621,4	изо-бутанол	612,2
пропилацетат	681,8	изо-пентанол	733,5
п-ксилол	855,2	н-пентанол	778,9
2-метилгексан	693,5	о-ксилол	856,9
бутилацетат	761,1	3-метилгексан	679,0

Вариант 6

1. При газохроматографическом определении этанола методом абсолютной калибровки были получены следующие данные:

Количество спирта, мг	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
Высота пика, мм	18	37	48	66	83

Для 0,02 мл исследуемого раствора был получен пик высотой 70 мм. Определить массовую долю этилового спирта в исследуемом растворе, если плотность раствора составляет 0,25 г/см³.

2. Рассчитать удерживаемый объем вещества, элюирующегося из колонки с 200 т.т. при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч и расходе газа-носителя 60 мл/мин. Полуширина хроматографического пика составляет 2 мм.

3. При хроматографировании газа, содержащего вторичные амины, на хроматограмме получен пик с временем удерживания 381 с (жидкая неподвижная фаза сквалан, температура колонки 100 °С). В тех же условиях времена удерживания н-гептана и н-октана равны 348 и 372 с соответственно. В анализируемом газе могут находиться ди-изо-пропиламин (индекс удерживания Ковача 644), ди-н-пропиламин (индекс удерживания Ковача 746), ди-втор-бутиламин (индекс удерживания Ковача 837). Какой амин содержится в анализируемой пробе?

Вариант 7

1. Рассчитать удерживаемый объем вещества, элюирующегося из колонки с 200 т.т. при скорости движения диаграммной ленты самописца, равной 600 мм/ч, скорости пропускания газа-носителя – 38 мл/мин., и имеющего полуширину хроматографического пика, равную 2 мм.

2. При газохроматографическом определении ацетона методом абсолютной калибровки были получены следующие данные:

Количество ацетона, мг	0.20	0.40	0.60	0.80
Высота пика, мм	20	40	60	80

Для 0.02 мл анализируемого раствора был получен пик высотой 50 мм. Определить массовую долю ацетона в исследуемом растворе, если плотность раствора составляет 0.25 г/см³.

3. При разделении углеводородов в хроматографической колонке с жидкой неподвижной фазой (сквалан) при 80 °С индекс удерживания Ковача для 2-метилгексана равен 667. В тех же условиях времена удерживания н-гексана и н-гептана равны 143 и 285 с соответственно. Рассчитать время удерживания 2-метилгексана.

Вариант 8

1. Определяемое соединение элюируется из колонки, имеющей 1000 т.т.. Расстояние удерживания этого компонента на хроматограмме составляет 20 мм. Условия хроматографирования несколько изменились и расстояние удерживания увеличилось до 60 мм. Рассчитать полуширину хроматографического пика в обоих случаях.

2. При газохроматографическом определении хлороформа методом абсолютной калибровки были получены следующие данные:

Количество хлороформа, мг	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75
Высота пика, мм	15	30	45	60	75

Для 0.05 мл анализируемого раствора был получен пик высотой 50 мм. Определить массовую долю хлороформа в анализируемом растворе, если плотность раствора составляет 0.25 г/см³.

3. Определить логарифмический индекс удерживания (индекс Ковача) метилциклогексана при линейном программировании температуры исходя из значений удерживания соответствующих н-парафинов приведенных в таблице:

№ п/п	Углеводород	Удерживание, t_R , с
1	н-Гексан	540
2	Метилциклогексан	636
3	н-Гептан	780

Вариант 9

1. При разделении углеводородов методом ГЖХ было установлено, что время удерживания воздуха (неудерживаемый компонент) составляет 1,72 мин, а углеводородов: н-гептана 9,63 мин; 2-метилгептана 12,40 мин; циклогептана 13,19 мин; н-октана 14,21 мин.

Рассчитайте индексы удерживания Ковача для 2-метилгептана и циклогептана.

2. Определить массовую долю (%) метана и этана в газовой смеси, если площади хроматографических пиков и поправочные коэффициенты этих компонентов равны, соответственно: 80 мм² и 1,23, 40 мм² и 1,15.

3. Рассчитать время удерживания вещества, элюирующегося из колонки с длиной 2 м и имеющее ВЭТТ, равную 0.4 см. Полуширина хроматографического пика составляет 2 мм при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч.

Вариант 10

1. Рассчитать время удерживания и удерживаемый объем компонента, элюирующегося из колонки, имеющей 200 теоретических тарелок, при скорости движения диаграммной ленты 720 мм/ч, если полуширина хроматографического пика составляет 3 мм. Объемная скорость газа-носителя равна 30 мл/мин.

2. При ГХ анализе на содержание спирта в крови в качестве внутреннего стандарта использовали этилбензол. При анализе стандартного раствора, содержащего по 2,0 мг/мл этанола и этилбензола получены хроматографические пики площадью 401 и 859. Для определения этанола в крови к 1,0 мл образца добавили 2,0 мг этилбензола. Площади пиков на хроматограмме оказались 425 и 1230, соответственно.

Рассчитайте концентрацию этанола (мг/мл) в крови.

3. Приведенное время удерживания компонента, элюирующегося из колонки с 50 т.т., равно 1 мин. при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч. Условия хроматографирования несколько изменились и время удерживания компонента увеличилось до 2 мин. Рассчитать полуширину хроматографических пиков в обоих случаях.

Широкова А.

1. Рассчитать относительное содержание X% н-пентана, н-гептана и н-октана, если площади пиков (мм²) соответственно равны 3120, 4280 и 7542. Массовые калибровочные коэффициенты соответственно равны 0,69; 0,70; 0,71.

2. Рассчитать эффективный объем удерживания для пропана по следующим данным газохроматографического анализа:

$$l_R(\text{пропана})=10 \text{ мм}, F_c = 30 \text{ мл/мин}, U_{\text{Л}} = 600 \text{ мм/ч}, P_i=2 \text{ атм}, t_0 = 3 \text{ с}.$$

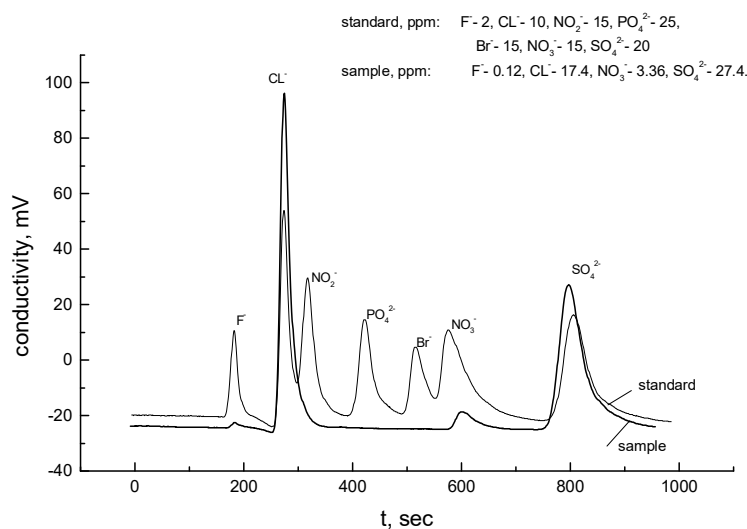
3. Как изменится время удерживания компонента, элюирующегося из колонки с 1000 т.т. при скорости движения диаграммной ленты, равной 600 мм/ч и полуширине хроматографического пика 2 мм, если температура хроматографической колонки уменьшилась и полуширина пика увеличилась до 5 мм?

Примерные темы рефератов

- История и виды хроматографии в анализе и технологии.
- Законы сорбционной динамики и теория высокоэффективной хроматографии.
- Механизмы сорбционного разделения смесей веществ: природа и закономерности.
- Современные инструменты для хроматографии: устройство, функции, характеристики.
- Программное обеспечение для хроматографии. Необходимость моделирования методов анализа.
- Курс ионной хроматографии на базе программы IONCHROM.
- Гибридные методы в газовой хроматографии.
- Хроматографические методы анализа и их использование в анализе объектов окружающей природной среды.
- Применение хроматографических методов в экологическом мониторинге.
- Сверхкритическая флюидная хроматография.
- Хроматография в анализе фармацевтических объектов.
- Поликапиллярная хроматография.
- Комбинированные методы в хроматографии. Хромато-масс-спектрометрия, сочетание хроматографии с ИК-спектрометрией, с Фурье-преобразованием.
- Сверхбыстрая хроматография.
- Жидкостная хроматография высокого давления.
- Практическое применение ионной хроматографии.
- Возможности ионообменной хроматографии.
- Элюенты и их подбор в жидкостной хроматографии, повышение элюирующей силы подвижной фазы.
- Детекторы в хроматографии, их выбор.
- Факторы, влияющие на результаты экспериментов.

Пример выполнения индивидуальных расчетно-графических заданий:

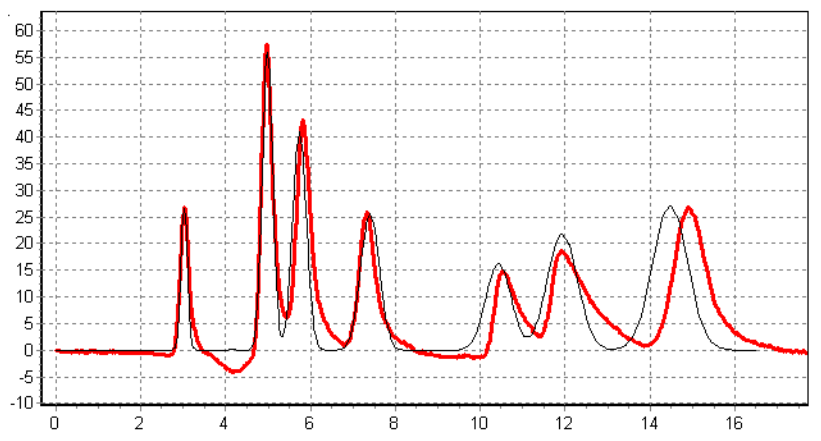
1. Работа с хроматограммой с использованием программы ORIGIN



Экспериментальный файл с расширением .dat импортируется программой ORIGIN (команда Import ASCII). По полученной двухрядной матрице, выделив вторую колонку, с помощью команды Line в Меню Plot строится график. Подписываются оси, условия эксперимента. С помощью команды Import ASCII импортируются данные эксперимента со стандартной смесью, проведенного в тех же условиях. Подписываются пики хроматограммы стандарта. По сравнению двух хроматограмм проводится идентификация компонентов неизвестной пробы. Определяются высоты пиков. Составляются пропорции и определяются концентрации компонентов неизвестной пробы. Результат записывается в характеристике пробы.

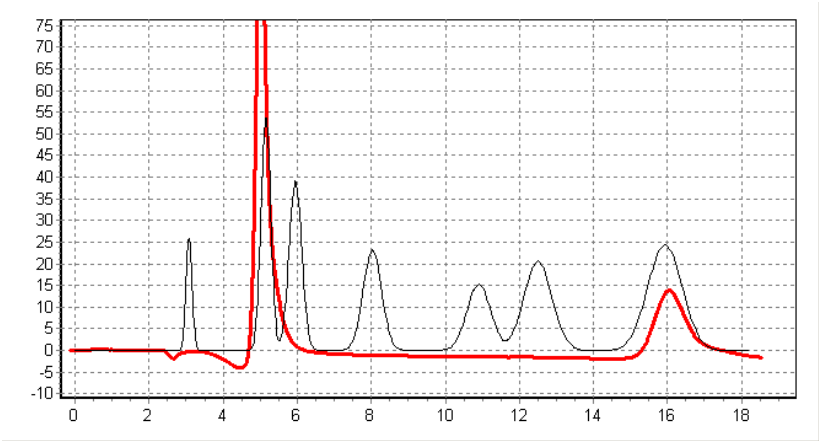
2. Работа с программой IONCHROM.

В окна программы с характеристиками элементов схемы хроматографа заносятся данные эксперимента со стандартной смесью (Элюент, Насос, Дозатор, Разделяющая колонка, Подавитель, Детектор и соединения). Строится теоретическая хроматограмма. На поле хроматограммы выводятся экспериментальные данные опыта со стандартом из файла с расширением .dat. Затем, варьируя коэффициент чувствительности детектора, добиваются удовлетворительного совпадения расчетной и экспериментальной кривых.



На поле хроматограммы выводятся экспериментальные данные опыта с неизвестной пробой из файла с расширением .dat. При щелчке мышью по пикам экспериментальной хроматограммы появляется

строка с рассчитанными параметрами пика, по которым определяют качественный и количественный состав пробы.



- **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить текущий и промежуточный контроль.

Текущий контроль выполняется в виде приема допусков и защит лабораторных и расчетно-графических работ, устного опроса на семинарских занятиях.

Промежуточный контроль проводится в виде зачета, на котором обсуждаются теоретические вопросы курса. Практическая часть зачитывается по результатам работ, выполненным в семестре.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения. Максимально-возможная сумма баллов по всем видам заданий приравнивается 100 %. При этом также учитывается посещаемость занятий – 0,5 балла за посещение одного занятия продолжительностью 1 академический час, при этом максимальный балл за посещаемость равен 17. Каждое практическое задание оценивается в зависимости от сложности от 1 до 10 баллов. Окончательно задания формируются перед началом семестра преподавателем в зависимости от тем НИР студентов. Максимальный балл за каждый вид задания определяется преподавателем в зависимости от уровня сложности задания в начале семестра, проставляется в журнале успеваемости и доводится до сведения студентов.

Чтобы быть допущенным к зачету, студент обязан проделать и сдать **все** практические работы. Работы, пропущенные без уважительной причины, а также работы, не защищенные студентом в течение 2х недель после проведения практической части, оцениваются преподавателем с понижающим коэффициентом 0,5.

Преподаватель может использовать «**штрафы**» в виде уменьшения набранных баллов за пропуск лекционных занятий, за нарушение сроков выполнения учебной работы, за систематический отказ отвечать на семинарских занятиях и т.д.

Результаты работы студентов фиксируются преподавателем в журнале успеваемости. В течение семестра проводится 2 промежуточные аттестации, о результатах которых преподаватель сообщает студенту, куратору группы и заведующему кафедрой.

Если к моменту окончания семестра студент набирает не менее 55 % от максимально возможной суммы баллов, то он получает допуск к зачету.

Студент, сдающий зачет, получает баллы за зачетное задание.

Если к началу зачетной недели набранное студентом суммарное количество баллов с учетом дополнительных, составляет **менее 55 % от максимальной суммы баллов**, он не допускается к сдаче зачета. Такие студенты могут довести свой балл до необходимой суммы в течение последней (зачетной) недели семестра, написав контрольную работу по теме, за которую студент получил наименьшее количество баллов. Выполненные практические задания на зачетной неделе **не принимаются**.

Шкала выставления оценок за зачет:

% от максимальной суммы баллов	оценка
86 - 100 %	5
71-85	4
55-70	3

10. Ресурсное обеспечение

• Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Бёккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза / Бёккер Юрген; Пер.с нем. В.С.Куровой под ред. А.А.Курганова.- М: Техносфера. 2009. – 472 с. (ЭБС «Консультант студента»)
2. Сычев С.Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем: Учебное пособие / Сычев Сергей Николаевич, Гаврилина Вера Александровна. – СПб: Лань. – 2013. – 256 с.
3. Конюхов В.Ю. Хроматография: Учебник / Конюхов Валерий Юрьевич. – СПб: Лань. – 2012. – 255 с.
4. Долгоносов А.М. Неспецифическая селективность в проблеме моделирования высокоэффективной хроматографии.- 2-е изд. – М: Либроком. – 2013. – 256 с.

Дополнительная учебная литература

1. Хенке Х. Жидкостная хроматография / Пер.с нем. Н.Е.Киреевой под ред. А.А.Демина. - М.: Техносфера, 2009. - 264с. (ЭБС «Консультант студента»)
2. Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной воды: /Практическое руководство. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 678с.
3. Садек П. Растворители для ВЭЖХ/ Пер. с англ. А. Горбатенко, Е.И.Ревинной - М.: БИНОМ, 2014. - 704с.
4. Колоночная аналитическая хроматография как объект математического моделирования : Монография / Долгоносов Анатолий Михайлович [и др.] ; РАН. Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского; Министерство образования и науки; Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. - Воронеж, 2013. - 400с. : ил. - Лит.
5. Основы аналитической химии. В 2 кн. Учебник для вузов. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк. , 2004. 351, 494 с.
6. Отто М. Современные методы аналитической химии. В 2-х т. М.: Техносфера, 2003,2004. 416, 288 с.
7. Сычев К.С. Практическое руководство по жидкостной хроматографии / Сычев Константин Сергеевич; Под ред. А.А.Курганова. - М.: Техносфера, 2010. - 272с.: ил. - (Мир химии). - Прил.:с.192. - ISBN 9785948362380.
8. Другов, Ю. С. Газохроматографический анализ природного газа [Электронный ресурс] : практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 174 с. : ил. - 70х100/16. - (Методы в химии). - 2000 экз. - ISBN 978-5-94774-763-8.
9. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды, почвы и биосред Другов Ю.С. Зенкевич И.Г. Родин А.А. 2005 газа [Электронный ресурс]
10. А.И. Жебентяев. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие. М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 206 с. (ЭБС Знаниум)
11. Ягодовский В.Д. Адсорбция : учебное пособие для вузов / Ягодовский Виктор Дмитриевич. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 216с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - Прил.:с.207.-Общ.лит.:с.213. - ISBN 978-5-9963-1681-6.

Периодические издания

- Вестник Московского университета. Серия 2, Химия : научный журнал / учредитель: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, фак-т химии. - М. : МГУ. - Журнал, основан в ноябре 1946 года. - Выходит отдельной серией с 1960 года - Доступ к архиву статей с 1998 г. на сайте журнала: <http://www.chem.msu.su/rus/vmgu/>
- Журнал аналитической химии / учредитель: РАН, отделение физикохимии и технологии неорганических материалов и Институт геохимии и аналитической химии. - М. : МАИК Наука . - Журнал, основан в 1946 году. - Содержание выпусков с 1999 г. на сайте журнала: <http://www.zhakh.ru/Lists/Content/view.aspx>
- Заводская Лаборатория. Издательство "Тест-эл" (доступ через Elibrary.ru.)- — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Электрофоретические и хроматографические процессы Воронежский государственный университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Аналитика и контроль (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Успехи химии. Издательство Журнала "Успехи химии" Известия Академии наук. Серия химическая. Издательство журнала "Известия Академии наук. Серия химическая" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Научный вестник Новосибирского государственного технического университета Новосибирский государственный технический университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
- Естественные науки. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Башкирский химический журнал ООО "Научно-исследовательский институт истории науки и техники" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология Иркутский национальный исследовательский технический университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация Воронежский государственный университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Электронно-библиотечные системы и базы данных

- Университетская библиотека онлайн – www.biblioclub.ru - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- ZNANIUM – www.znanium.com -- Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- БД российских журналов East View : <http://dlib.eastview.com> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ: <http://diss.rsl.ru/> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД Web of Science, JCR компании Thomson Reuters: <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД SCOPUS: <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Elibrary.ru. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Научные поисковые системы

- SCIENCE INDEX на основе данных РИНЦ http://elibrary.ru/project_risc.asp Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Scopus <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Web of Science <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Научная электронная библиотека РФФИ <http://www.elibrary.ru> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

<http://window.edu.ru/> - Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»

<http://www.rsl.ru> РГБ Российская государственная библиотека

<http://ben.irex.ru> БЕН Библиотека естественных наук

<http://www.gpntb.ru> ГПНТБ Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://ban.pu.ru> БАН Библиотека Академии наук

<http://www.nlr.ru> РНБ Российская национальная библиотека

<http://www.elibrary.ru> Научная электронная библиотека РФФИ

<http://www.lib.msu.ru> Библиотека МГУ

<http://www.kge.msu.ru> Библиотеки химической литературы

<http://www.lib.asu.ru> Электронная библиотека зарубежных изданий

<http://www.chem.asu.ru> Электронная библиотека/неорганическая химия

<http://www.chem.port.ru/>

<http://www.ars.org/portalchemistry/>

<http://www.rusanalytchem.org/> <http://www.rusanalytchem.org/>

<http://www.chem.msu.ru> портал фундаментального химического образования России

<http://lib.uni-dubna.ru/biblweb/> Библиотека университета «Дубна»

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

Иллюстрационные материалы в виде файлов в формате PowerPoint для мультимедийного проектора. Обучающие программы. Лаборатория хроматографических методов анализа.

В ходе изучения курса предусмотрено использование компьютера для выполнения измерений на специализированном программном обеспечении, поставленном в комплекте с приборами.

Для выполнения расчетных заданий предусмотрено использование офисного пакета МО.

Для подготовки презентаций – Power Point, Microsoft Office, информационно-библиотечная система MAPK SQL.

Для самостоятельной работы используются классы с доступом к ресурсу Интернет.

- **Описание материально-технической базы**

Лекционная аудитория с компьютером и видеопроектором.

Лабораторные работы проводятся в специально оборудованном химическом практикуме

Программы-симуляторы ионной и газовой хроматографии: IONCHROM,

Ионный хроматограф Аквилон. Жидкостный хроматограф LC-20 (Shimadzu). Газовый хроматограф GC-2010 (Shimadzu).

Приборы: бидистиллятор, весы технические, весы аналитические, микроскоп, система твердофазной экстракции, сорбционные патроны

Лабораторная посуда. Химические реактивы.

11. Язык преподавания: русский язык

государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Факультет естественных и инженерных наук
Кафедра химии, новых технологий и материалов

УТВЕРЖДАЮ
проректор по учебно-методической
работе

/А.С. Деникин /

«15» 03 2017 г.

Программа пересмотрена на заседании кафедры химии, новых технологий и материалов

Лист изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

«Хроматография»

В рабочую программу дисциплины «Хроматография» по направлению подготовки 04.03.01 Химия, направленность (профиль) программы – Физическая химия, утвержденную 01.02.2016 г. изменения и дополнения не вносятся

Протокол заседания № 3 от «09» 03 2017 г.

Заведующий кафедрой _____ /С.В. Моржухина/

СОГЛАСОВАНО

и.о.декана факультета _____ /О.А. Савватеева/

«14» 03 2017 г.