



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Химический факультет
**Кафедра теоретической и прикладной органической химии
и полимеризационных процессов**



УТВЕРЖДАЮ
Декан химического факультета
А.И. Вильмс
«17» мая 2021 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.10. Хроматографические методы анализа

Направление подготовки: 04.03.01. Химия
(код, наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) подготовки: Химия нефти и газа

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная
(очная, заочная (с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий),
очно-заочная (с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий))

Согласовано с УМК химического
факультета

Рекомендовано кафедрой
теоретической и прикладной органической
химии и полимеризационных процессов

Протокол № 06 от «17» мая 2021г

Протокол № 07 от «29» апреля 2021 г.

Председатель А.И. Вильмс Вильмс А.И.

Зав. кафедрой Эдельштейн О.А. Эдельштейн О.А.

Иркутск – 2021

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>стр.</i>
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО	3
3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	4
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	4
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	5
4.3 Содержание учебного материала	6
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	9
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов	9
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	10
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов).....	10
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	11
а) основная литература	11
б) дополнительная литература.....	11
в) программное обеспечение	11
г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	11
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	12
6.2. Программное обеспечение:.....	13
6.3. Технические и электронные средства:.....	14
7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	15
8.1. Оценочные средства текущего контроля.....	15
8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации	16

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целями освоения дисциплины являются:

– формирование представлений о теоретических основах хроматографических методов, о многообразии хроматографических методов и решаемых аналитических задач при их использовании в профессиональной научно-исследовательской, педагогической и производственной деятельности;

– подготовка к профессиональному выбору хроматографического метода, оборудования, типа детектора, неподвижных фаз для разделения многокомпонентных жидкостей и газовых смесей неорганической и органической природы, приемов качественного и количественного анализа применительно к конкретному объекту анализа;

– подготовка к проведению обработки экспериментальных результатов, определению хроматографических параметров, вычислению и представлению результатов анализа.

Задачи дисциплины:

ознакомление с теоретическими подходами к описанию хроматографического процесса и выбором условий хроматографирования при применении различных видов хроматографии (ГЖХ, ВЭЖХ, ТСХ и т.д.); с физико-химическими основами разделения в адсорбционной, распределительной, ионообменной, химической, аффинной видах хроматографии

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Данная учебная дисциплина входит в число формируемая участниками образовательных отношений учебного плана.

2.2. Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате обучения на 1-3 курсах химического факультета.

2.3. Полученные знания необходимы при выполнении научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2 Способен готовить образцы нефтепродуктов для анализа	ИДК _{ПК2.1} Способен проводить отбор проб ИДК _{ПК2.2} Готовит объекты исследования	Знает: как проводить отбор проб Знает: как готовить объекты исследования

ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения поставленных задач по определению качества нефтепродуктов	ПК-3.2 Проводит экспериментальные работы по готовым методикам	Умеет: проводить экспериментальные работы по готовым методикам
ПК-5 Способен осуществлять контроль качества нефти и продуктов ее переработки	ПК-5.1 Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления качественного и количественного состава анализируемого вещества	Владеет: навыками применять на практике современные экспериментальные методы для установления качественного и количественного состава анализируемого вещества
ПК-6 Способен обрабатывать результаты экспериментально полученных данных	ИДК _{ПК6.2} Обрабатывает и представляет результаты лабораторных испытаний и подсчет погрешностей в соответствии с действующими технологическими регламентами. Составляет отчеты о выполненной работе.	Умеет: обрабатывать полученные результаты исследований с использованием стандартных методов (методик) Умеет: составлять протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.
Форма промежуточной аттестации: зачет

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекции	Лабораторные (практические занятия)	Консультации, контроль		
1.	Понятия и классификация хроматографических методов	5			2	–			устный опрос
2.	Адсорбционная жидкостная колоночная хроматография	5		6	3	12		2	устный опрос, отчеты
3.	Плоскостойная хроматография	5		4	3	8		2	устный опрос, отчеты

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися	Самостоятельная		
4.	Ионообменная хроматография	5		2	1	4	2	устный опрос, отчеты
5.	Гель-хроматография	5		2	1	4		устный опрос, отчеты
6.	Газовая хроматография	5		4	5	8	2	устный опрос, отчеты
7.	Высокоэффективная жидкостная хроматография	5			3	–	1	устный опрос
	Промежуточная аттестация	5					8	зачет
Итого часов			72		18	36	9	9

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
5	Понятия и классификация хроматографических методов Адсорбционная жидкостная колоночная хроматография Плоскостная хроматография Ионообменная хроматография Гель — хроматография Газовая хроматография Высокоэффективная жидкостная хроматография	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1-18 неделя	9	УО	[1, 2, 3]
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				9		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)				9		

4.3 Содержание учебного материала

Трудоемкость дисциплины (з.е.)	2
Наименование основных разделов (модулей)	<p>Введение. Понятия и классификация хроматографических методов Работы М.С. Цвета. Развитие хроматографического анализа, возрождение метода немецкими учеными. Сущность хроматографического метода анализа. История его возникновения и развития. Современное состояние метода, области применения, значение среди других аналитических методов. Классификация хроматографических методов по режиму хроматографирования, агрегатному состоянию фаз, механизму взаимодействия сорбат — сорбент, применяемой технике, способу относительного перемещения фаз. Значение разделения и концентрирования с неселективным и селективным детектированием в гибридных методах анализа для улучшения метрологических характеристик анализа и информативности аналитических данных.</p> <p>Адсорбционная жидкостная колоночная хроматография. Теоретические основы адсорбционного процесса в хроматографии. Основные представления о механизме молекулярной жидкостной адсорбционной хроматографии (ЖАХ). Роль химии поверхности адсорбента и природы подвижной фазы. Сорбенты и требования к ним. Силикагель, оксид алюминия и другие сорбенты. Модифицирование силикагелей. Нормально-фазовая (НФХ) и обращенно-фазовая (ОФХ) хроматография. Области применения. Модифицированные адсорбенты с привитыми фазами. Требования к подвижным фазам — элюентам. Влияние природы и состава элюента на разделение. Элюотропные ряды. Аппаратура, методы качественного и количественного анализа, примеры применения в органической химии</p> <p>Плоскослойная хроматография (бумажная, тонкослойная) подвижные и неподвижные фазы, проявители, методы идентификации и количественного определения. <u>Распределительная хроматография.</u> Роль конвективного переноса, диффузии и сорбционного равновесия в хроматографическом процессе. Коэффициент ёмкости, константа распределения, подвижность, коэффициент R_f. Работы Н.А. Фукса. Теория линейной распределительной хроматографии. Неподвижная и подвижная фазы в распределительной хроматографии.</p> <p><u>Бумажная хроматография.</u> Методы бумажной хроматографии (восходящая, нисходящая, повторная, двумерная, круговая), понятия и названия. Хроматографическая бумага, правила работы с бумагой. Метод обращенных фаз. Выбор неподвижной фазы. Требования к неподвижным фазам. Выбор подвижной фазы. Растворители и требования к ним. Ход анализа и контроль за ходом разделения. Проявители в бумажной хроматографии. Качественный анализ (метод «свидетелей», метод образования окрашенных производных, проявление в УФ, использование табличных и литературных данных). Количественный анализ, построение калибровочных графиков.</p> <p>Применение бумажной хроматографии для анализа аминокислот, пептидов, аминов, алкалоидов, индолов, витаминов, антибиотиков, серосодержащих соединений, углеводов, синтетических красителей, лекарственных препаратов.</p> <p><u>Тонкослойная хроматография.</u> Методы ТСХ, понятия и названия. Аппаратура для ТСХ: пластины, сканирующие устройства, камеры для приготовления пластин с закрепленным слоем, камеры для хранения пластин, хроматографические камеры. Неподвижные фазы в ТСХ, требования к ним. Активность слоя и правило Шталя. Подвижные фазы, элюотропный ряд Шталя. Выбор системы растворителей, стандартизация в ТСХ. Подбор концентраций при разделении поликомпонентных смесей. Проявители: физические, химические, радиологические. Качественный анализ (метод специфических цветных реакций,</p>

метод «свидетелей» и др). Методы количественного анализа. Документация в ТСХ. Препаративная ТСХ.

Примеры применения: разделение олефинов на силикагеле, пропитанном солями серебра, качественный анализ и разделение триглицеридов пальмового масла, разделение смеси аминокислот, разделение антибиотиков типа тетрациклина, разделение пенициллинов, разделение моно- и олигосахаридов на слое целлюлозы, количественный анализ токоферолов, разделение и качественный анализ алкалоидов типа лейрозина, лейкокрестина, винкалейкобластина.

Ионообменная хроматография теоретические основы ионообменной хроматографии, иониты, аппаратура, методы расчета и применение.

Теоретические основы метода. Ионный обмен, пять стадий ионного обмена, ионообменное равновесие, изотерма ионного обмена. Ряды сродства. Ионный обмен в смешанных средах.

Аппаратура для ионообменной хроматографии. Иониты, требования к ним, классификация ионитов, структура синтетических ионитов, химическое строение ионитов. Подвижные фазы в ионообменной хроматографии, рН и ионная сила — основные свойства подвижной фазы. Качественный и количественный анализ.

Применение ионитов в биохимии: разделение и анализ аминокислот, пептидов, белков, антибиотиков, фрагментов оболочек клеток, витаминов.

Гель — хроматография. Основные понятия. Величины измерений в ГПХ.

Теоретические основы метода. Механизм молекулярно-вещного распределения. Основные понятия. Модель пространственного запрета, разрешение, эффективность, селективность. Величины измерений в ГПХ.

Типы гелей, их структурные особенности. Требования, предъявляемые к гелям. Селективность гелей. Подвижная фаза. Требования к растворителям. Условия применения растворителей. Аппаратура ГПХ. Колонки и их заполнение, калибровка колонок. Приспособления для ввода проб и подачи растворителя. Коллекторы сбора фракций. Качественный и количественный анализ.

Газовая хроматография (ГЖХ). Общая характеристика метода. Теоретические основы метода. Аналитические возможности газо-адсорбционной (ГАХ) и газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ).

Теории хроматографических процессов. Подходы к описанию хроматографического процесса и модели его описания. Теория равновесной хроматографии. Связь скорости перемещения вещества вдоль слоя неподвижной фазы с коэффициентом распределения и изотермой сорбции. Профиль хроматографического пика в зависимости от вида изотермы сорбции.

Причины размывания хроматографической зоны. Неравновесная хроматография. Основные положения теории теоретических тарелок. Число теоретических тарелок. Высота, эквивалентная теоретической тарелке (ВЭТТ), и эффективность хроматографической колонки. Ограничения концепции теоретических тарелок. Кинетические теории хроматографии. Факторы, влияющие на размывание зоны сорбата в газовой и жидкостной хроматографии (вихревая диффузия, молекулярная диффузия, сопротивление массопередаче в подвижной и неподвижной фазах и другие причины). Зависимость ВЭТТ от скорости потока. Уравнение Ван-Деемтера. Оптимальные величины ВЭТТ и линейной скорости потока в газовой хроматографии. Связь ВЭТТ с эффективным коэффициентом диффузии.

Основные характеристики хроматографического процесса и параметры хроматограмм. Параметры удерживания. Время удерживания. Мертвое время. Объем удерживания. Абсолютные и исправленные величины удерживания. Коэффициент распределения. Коэффициент емкости. Коэффициент удерживания, его физический смысл. Основное уравнение хроматографирования. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Коэффициент разделения. Степень разделения (разрешение).

Аппаратура для газовой хроматографии Газовые хроматографы (лабораторные, промышленные, целевые и универсальные). Основные характеристики

	<p>некоторых зарубежных и отечественных хроматографов. Принципиальная схема хроматографа. Выбор условий хроматографического определения.</p> <p>. Устройства ввода проб в колонку. Хроматографические колонки. Насадочные колонки и их заполнение. Подготовка (кондиционирование) колонок. Капиллярные колонки и материалы для их изготовления. Термостаты. Блоки подготовки газов. Газы-носители. Измерение расхода газа-носителя. Изотермический режим хроматографирования и программирование температуры колонки.</p> <p>Классификация детекторов в газовой хроматографии. Требования, предъявляемые к детекторам, и их основные характеристики (чувствительность, отношение сигнал/шум, инерционность, линейный диапазон). Поправочные коэффициенты чувствительности детектора. Принципы работы и аналитические возможности важнейших детекторов: катарометра (по теплопроводности, ДТП), ионизационно-пламенного (ДИП), электронного захвата (ДЭЗ).</p> <p>Качественный и количественный анализ в хроматографии. Подходы к идентификации веществ: использование индексов удерживания, стандартной добавки и свидетеля, графических методов, спектральных и химических методов. Измерение высот и площадей пиков. Графическое, автоматическое измерение и расчет площади пиков разного вида. Методы количественного анализа: внутренней нормализации, абсолютной градуировки, внутреннего стандарта, метод добавок. Достоинства и недостатки методов, границы их применения. Источники ошибок, воспроизводимость результатов измерений.</p> <p>Капиллярная газовая хроматография. Препаративная газовая хроматография. Применение ГЖХ для анализа нефтепродуктов, определение состава соединений, содержащихся в угольных смолах, анализа природных и попутных газов, анализа газообразных примесей в воздухе, анализ оксида и диоксида углерода, анализ оксидов азота и серы, анализ микропримесей для экспертных целей.</p> <p>Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Теоретические основы метода. Варианты ВЭЖХ. Схема хроматографической установки и её отличие от газовых хроматографов. Отечественные и зарубежные жидкостные хроматографы. Аналитические характеристики ВЭЖХ. Аппаратура для жидкостной хроматографии. Принципиальная схема жидкостного хроматографа. Системы ввода элюента и анализируемой пробы. Подготовка растворителей. Требования к чистоте растворителей. Подготовка пробы. Насосы, колонки. Детекторы и их выбор: фотометрические, флуориметрические, рефрактометрические, электрохимические. Особенности идентификации компонентов сложной смеси в ВЭЖХ. Отечественные и зарубежные жидкостные хроматографы. Типы колонок для ВЭЖХ. Детекторы, насосы, способы подачи проб. Неподвижные фазы для различных вариантов ВЭЖХ: иониты, обращённые фазы, фазы для нормально-фазовой хроматографии.</p> <p>Качественный и количественный анализ.</p> <p>Аналитические характеристики ВЭЖХ. Аппаратура для жидкостной хроматографии. Принципиальная схема жидкостного хроматографа. Системы ввода элюента и анализируемой пробы. Подготовка растворителей. Требования к чистоте растворителей. Подготовка пробы. Насосы, колонки. Детекторы и их выбор: фотометрические, флуориметрические, рефрактометрические, электрохимические. Особенности идентификации компонентов сложной смеси в ВЭЖХ.</p>
<p>Формы текущего контроля</p>	<p>отчеты, контрольные работы, лабораторные занятия</p>
<p>Форма промежуточной аттестации</p>	<p>зачет</p>

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	Определение состава керосина комбинированным методом адсорбционной хроматографии на силикагеле	2		устный опрос, отчеты	ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
2	2	Определение красителей методом колоночной хроматографии на оксиде алюминия	4			
3	2	Определение адсорбционной активности силикагеля	4			
4	2	Определение состава аминокислот методом распределительной хроматографии на бумаге	6			
5	3	ТСХ моно- и дисахаридов	4			
6	4	Выделение уксусной кислоты из ацетата натрия методом ионообменной хроматографии	4			
7	5	Гель-хроматография углеводов	4			
8	6	Определение качественного состава смеси углеводородов методом газовой хроматографии Определение количественного состава смеси органических соединений методом ГЖХ	4			
9	6	Определение качественного состава смеси органических соединений (спиртов, кетонов и т.д.) по индексам удерживания Ковача	4			

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Адсорбционная жидкостная колоночная хроматография	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка отчетов по лабораторным занятиям и контрольным работам	ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2; ПК-5.1; ПК-6.2
2	Плоскостойная хроматография			
3	Ионообменная хроматография			
4	Гель-хроматография			
5	Газовая хроматография			

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего профессионального образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;

- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;

- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;

- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;

- развитие навыков самоорганизации;

- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа студентов, связанная с подготовкой отчетов по выполненным лабораторным работам, закреплением теоретического материала в виде контрольных работ проводится во внеаудиторное время.

Структура отчета по лабораторной работе:

1. Цель работы.

2. Теоретическая часть.

3. Выполнение расчетных, графических и контрольных заданий в соответствии с методическими указаниями к каждой работе.

4. Вывод (на основе полученных результатов).

Методические рекомендации по выполнению и обработке экспериментальных данных по каждой лабораторной работе описаны в методических рекомендациях, подготовленных преподавателями кафедры (см. приложения). Примеры решения типовых задач представлены в рекомендуемых учебных пособиях и задачниках.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

По данной дисциплине выполнение курсовых проектов (работ) не предусматривается.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература

1. Серова, Е. Ю. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / Е. Ю. Серова, Б. Н. Дрикер. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. — 96 с. — ISBN 978-5-94984-730-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142573> (дата обращения: 14.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / Е. В. Пашкова, Е. В. Волосова, А. Н. Шипуля [и др.]. — Ставрополь : СтГАУ, 2017. — 59 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107233> (дата обращения: 14.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Иванова, Н. В. Введение в хроматографические методы анализа : учебное пособие / Н. В. Иванова, О. Н. Булгакова, Г. О. Рамазанова. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 95 с. — ISBN 978-5-8353-2669-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162606> (дата обращения: 14.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Илларионова, Е. А. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Теоретические основы метода : учебное пособие / Е. А. Илларионова, И. П. Сыроватский. — Иркутск : ИГМУ, 2018. — 50 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158753> (дата обращения: 14.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература

1. Гуськова, В. П. Хроматографические методы разделения и анализа : учебное пособие / В. П. Гуськова, Л. С. Сизова. — 2-е изд., испр. и доп. — Кемерово : КемГУ, 2015. — 148 с. — ISBN 978-5-89289-888-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72028> (дата обращения: 14.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Грибова, Е. Д. Хроматография. Газовая хроматография : учебное пособие / Е. Д. Грибова. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2019. — 53 с. — ISBN 978-5-89847-589-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154479> (дата обращения: 14.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Туркельтауб, Г. Н. Жидкостная хроматография : учебное пособие / Г. Н. Туркельтауб. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167575> (дата обращения: 14.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.



в) программное обеспечение

1. Шрайбман Г.Н., Иванова Н.В, Дикунова Т.В. Аналитическая хроматография. Полнофункциональный электронный учебно-методический комплекс для студентов химического факультета. - Кемерово, КемГУ, 2009, 396 с.

2. Образовательный ресурс Интернета. ХИМИЯ.

3. Обучающая компьютерная программа «Основы органической химии»

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. http://www.newlibrary.rutoook/carev_

2. www.chem.msu.su/ras/teaching/analyt/chrom/welcome.html.

3. <http://altair.od.ua/analit/Analiticheskaya>

4. <http://sci-lib.com/book000989.html>,
5. <http://lib.prometey.org/?id=14439>
6. <http://www.gpntb.ru/>
7. <http://www.catalysis.nsk.su>
8. <http://www.anchem.ru/literature/>
9. www.elibrary.ru
10. <http://www.chrom.ru>

В соответствии с п. 4.3.4. ФГОС ВО, обучающимся в течение всего периода обучения обеспечен неограниченный доступ (удаленный доступ) к электронно-библиотечным системам:

- ЭБС «Издательство Лань». Контракт № 100 от 13.11.2020 г. Акт № 671 от 14.11.2020 г.; Срок действия по 13.11.2021 г. доступ: www.e.lanbook.com, Контракт № 100 от 13.11.2020 г. Акт № Э 656 от 14.11.2020 г. ; Срок действия по 13.11.2021 г. доступ: www.e.lanbook.com
- ЭБС ЭЧЗ «Библиотех». Государственный контракт № 019 от 22.02.2011 г. ООО «Библиотех». Лицензионное соглашение к Государственному контракту № 019 от 22.02.2011. Адрес доступа: <https://isu.bibliotech.ru/> Срок действия: бессрочный.
- ЭБС «Рукопт» Контракт № 98 от 13.11.2020 г.; Акт № БК-5415 от 14.11.20 г. Срок действия по 13.11.2021г. доступ: <http://rucont.ru/>
- ЭБС «Айбукс.ру/ibooks.ru» Контракт № 99 от 13.11.2020г.; Акт № 99А от 13.11.2020 г. Срок действия по 13.11.2021 г. доступа: <http://ibooks.ru>
- ООО «Электронное издательство Юрайт». Контракт № 60 от 23.09.2020г. Акт приема-передачи № 3263 от 18.10.2020; Срок действия по 17.10. 2021 г. доступ: <https://urait.ru/>. Лицензионный контракт № 04-Е-0258 от 20.09.2021г. Акт приема-передачи № 5684 от 18.10.2021; Срок действия по 17.10. 2022 г. доступ: <https://urait.ru/>
- ООО «ИВИС», контракт № 157 от 25. 12.2020 г.; Акт от 25.12.2020 г. Срок действия с 01.01.2021 по 31.12.2021 г. доступ: <http://dlib.eastview.com>
- ООО «ИД «Гребенников», контракт № 147 от 23. 11.2020 г.; Акт от 25.12.2020 г. Срок действия с 01.01.2021 по 31.12.2021 г. доступ: <http://grebennikon.ru>
- <http://www.anchem.ru/literature/methods/>
- <http://window.edu.ru/window/catalog> Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – [Электронный ресурс]. –

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Для материально-технического обеспечения практических занятий дисциплины используются лаборатории кафедры органической химии, лекционные аудитории и фонд библиотеки. В лекционном классе установлен мультимедийный проектор.

В учебной лаборатории при подготовке бакалавров используются газовые хроматографы, специализированные химические установки для определения качественного и количественного состава органических соединений, специализированная химическая посуда, специальные химические реактивы.

1. Хроматографы газовые, микробюретки, бюретки для титрования, химическая посуда (колбы одно- и двухгорлые, стаканы химические, колбы Эрленмейера, пипетки, штативы и др.), микрокомпрессоры, оборудование для тонкослойной хроматографии (формы для нанесения адсорбента, пульвезлизаторы, хроматографические камеры и др.), хроматографические колонки.

2. Наглядные пособия к лекциям (раздаточный материал) в виде графиков, рисунков и

таблиц.

3. Мультимедийные средства для презентации лекционного материала;
4. Рекламные проспекты оборудования отечественных и зарубежных фирм

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Специальные помещения: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля, промежуточной аттестации.	Аудитория оборудована специализированной учебной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Ноутбук (Aser Aspire v3-5516 (AMDA10-4600M 2300 МГц)) (1 штука) с неограниченным доступом к сети Интернет, с неограниченным доступом к сети Интернет; Проектор Vivitek, экран ScreenVtdia Ecot- 3200*200MW 1:1, колонки, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.	ОС Windows: DreamSpark Premium, Договор № 03-016-14 от 30.10.2014 Microsoft Office: 0365ProPiusOpenStudents ShrdSvr ALNG subs VL NL I MthAcdmsStdnt w/Faculty (15000 лицензий) Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License № 1B08170221054045730177
Специальные помещения: компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), организации самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской	Аудитория оборудована специализированной учебной мебелью, техническими средствами обучения: компьютеры (системный блок AMD Athlon 64 X2 DualCore 3600+ 1900 МГц (15 штук), Монитор LG Flatron L1742SE (14 штук), Монитор ViewSonic VG720) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.	ОС Windows: DreamSpark Premium, Договор № 03-016-14 от 30.10.2014 Microsoft Office: 0365ProPiusOpenStudents ShrdSvr ALNG subs VL NL I MthAcdmsStdnt w/Faculty (15000 лицензий) Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License № 1B08170221054045730177

6.2. Программное обеспечение:

№	Наименование Программного продукта	Кол-во	Обоснование для пользования ПО	Дата выдачи лицензии	Срок действия права пользования
1.	Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN No Level	12	Номер Лицензии Microsoft 46211164 Гос.контракт № 03-162-09 от 01.12.2009	01.12.2009	бессрочно
2.	Microsoft® Windows® Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level Promo	12	Номер Лицензии Microsoft 46211164 Гос.контракт № 03-162-09 от 01.12.2009	01.12.2009	бессрочно
3.	OpenOffice 4.1.3	Условия правообладателя	Условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/licenses/PDL.html	Условия правообладателя	бессрочно

6.3. Технические и электронные средства:

Методической концепцией преподавания предусмотрено использование технических и электронных средств обучения и контроля знаний студентов: мультимедийные презентации, фрагменты фильмов.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы данной дисциплины используются различные образовательные технологии

1.	Разноуровневое обучение	У преподавателя появляется возможность помогать слабому, уделять внимание сильному, реализуется желание сильных учащихся быстрее и глубже продвигаться в образовании. Сильные учащиеся утверждают в своих способностях, слабые получают возможность испытывать учебный успех, повышается уровень мотивации ученья.
2.	Проектные методы обучения	Работа по данной методике дает возможность развивать индивидуальные творческие способности учащихся, более осознанно подходить к профессиональному и социальному самоопределению
3.	Исследовательские методы в обучении	Дает возможность учащимся самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения, что важно при формировании мировоззрения. Это важно для определения индивидуальной траектории развития каждого обучающегося
4.	Лекционно-семинарско-зачетная система	Данная система дает возможность сконцентрировать материал в блоки и преподнести его как единое целое, а контроль проводить по предварительной подготовке обучающихся
5.	Информационно-коммуникационные технологии	Изменение и неограниченное обогащение содержания образования, использование интегрированных курсов, доступ в ИНТЕРНЕТ.
6.	Система инновационной оценки «портфолио»	Формирование персонифицированного учета достижений обучающегося как инструмента педагогической поддержки социального самоопределения, определения траектории индивидуального развития личности

Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Практикум	ЛЗ	Защита отчетов	36
Итого часов				36

Для эффективной реализации целей и задач ФГОС ВО, для воплощения компетентностного подхода в преподавании дисциплины используются следующие образовательные технологии и методы обучения:

1. Технология проблемного обучения при изложении лекционного материала в форме: лекция-визуализация, лекция-объяснение с привлечением элементов дискуссии, беседы.

2. Технология проблемного и активного обучения с использованием

творчески репродуктивных методов в групповой форме - в демонстрационных экспериментах и при оформлении соответствующего отчета; в индивидуальной форме - при самостоятельном выполнении индивидуальных заданий.

3. Технология концентрированного, дифференцированного обучения в индивидуальной форме - при самостоятельной работе студентов с лекционным материалом, рекомендованной литературой и с разными источниками информации при подготовке рефератов.

4. В начале изучения дисциплины применяется метод адаптивного обучения - способ организации учебного процесса с учетом индивидуального уровня подготовки обучаемого до начала учебного процесса (Введение, инструктаж по технике безопасности, индивидуальная беседа по ТБ) и в процессе обучения.

Далее по темам курса лабораторных работ каждый студент получает задание по конкретной работе и активно участвует в достижении поставленной цели. При этом студент овладевает теоретическими и практическими навыками, необходимыми для работы с природными объектами и знакомится с особенностями анализа органических соединений, с аппаратурой ГХ, пробоподготовкой и т.д.

5. Для реализации компетентностного подхода предусмотрено использование в учебном процессе активных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, целом в учебном процессе составляют не менее 25% аудиторных занятий в соответствии с требованиями ФГОС и учетом специфики ООП. Занятия лекционного типа для групп студентов не составляют более 40% аудиторных занятий в соответствии с рабочим учебным планом.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные средства текущего контроля

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Текущий контроль: устный опрос, отчеты	Понятия и классификация хроматографических методов	ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
2.		Адсорбционная жидкостная колоночная хроматография	
3.		Плоскостная хроматография	
4.		Ионообменная хроматография	
5.		Гель-хроматография	
6.		Газовая хроматография	
7.		Высокоэффективная жидкостная хроматография	

Контрольные вопросы для входного контроля по методам органической химии и технике безопасности (примерный перечень)

1. Способы перегонки легковоспламеняющихся жидкостей
2. Работа с электрическими приборами (электроплитки, хроматографы и др.)
3. Техника взвешивания легколетучих веществ
4. Техника безопасности при работе с растворами кислот и щелочей
5. Первая помощь при ожогах и порезах
6. Работа с газовыми баллонами

7. Техника безопасности при работе с щелочными металлами (натрий, калий)
8. Собрать прибор по указанию преподавателя (простая перегонка, перегонка с паром, устройство для титрования и др.)

Примерные темы докладов

- Вековой путь хроматографии.
- Исторические аспекты развития разных хроматографических методов (конкретных).
 - Эксклюзионная хроматография ВМС
 - Комплектация приборов для современной жидкостной хроматографии.
 - Тонкослойная хроматография при определении пестицидов в пищевых продуктах.
 - Хроматография в анализе фармацевтических объектов.
 - Газовая хроматография в анализе загрязнений воздуха.
 - Ионная хроматография в анализе воды.
 - Концентрирование органических микрокомпонентов в анализе вод (ПАУ, фенолы, ЛОС, пестициды и др.).
 - Возможности и ограничения в использовании метода газовой хроматографии.
 - Газоадсорбционная хроматография и ее аналитические возможности.
 - Причины случайных и систематических погрешностей количественного анализа в газовой хроматографии

8.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы для промежуточного контроля (зачета)

• Физико-химические основы хроматографического процесса. Изотермы адсорбции и вид кривых элюирования. Скорость продвижения зоны. Абсорбция газа. Диффузия в газовой фазе.

- Неподвижные фазы в жидкостной и газовой хроматографии
- Причины размывания пиков в газовой хроматографии (эффективность колонки)
- В чем состоит различие механизма разделения в методах ГАХ и ГЖХ?

Сравните

возможности, преимущества и недостатки этих методов.

- Пластины и аппаратура в ТСХ
- Схема газохроматографической установки
- Адсорбенты
- Качественный анализ в бумажной хроматографии
- Качественный анализ в ГЖХ
- Типовые задачи качественного хроматографического анализа и пути их решения.

Источники погрешностей при измерении параметров удерживания.

- Основы адсорбционной хроматографии
- Основы гель-хроматографии
- Иониты, структура, марки
- Количественный анализ в ГЖХ
- Детекторы в ГЖХ
- Детекторы в ВЭЖХ
- Подвижные и неподвижные фазы в гель-хроматографии
- Причины размывания пиков в ГЖХ (эффективность жидкой фазы)

- Качественный и количественный анализ в ТСХ
- Основы ионообменной хроматографии
- Способы осуществления ТСХ и бумажной хроматографии
- Основы распределительной хроматографии
- Хроматографические колонки
- Неподвижные жидкие фазы для ГЖХ, требования к ним. Классификация

НЖФ.

Селективность. Связь селективности с термодинамическими характеристиками подвижной и неподвижной фаз. Выбор НЖФ.

- Подвижные и неподвижные фазы в ГЖХ и ГАХ
- Условия применения и особенности количественного анализа методами внутренней нормализации, абсолютной калибровки, внутреннего стандарта и стандартной добавки.

Причины случайных и систематических погрешностей количественного анализа газовой хроматографии

В

Разработчики:



(подпись)

к.х.н.доцент

(занимаемая должность)

Рохина Е.Ф.

(инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учетом рекомендаций ПООП по направлению подготовки.

Программа рассмотрена на заседании кафедры теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов

Протокол № 07 от «29» апреля 2021 г.

Зав. кафедрой



Эдельштейн О.А.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы