МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.02.02 «Хроматография в химической технологии»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2025
Институт / факультет	Химико-технологический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Химическая технология переработки нефти и газа"
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология переработки нефти и газа"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	144 / 4
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Самара 2025

Б1.В.ДВ.02.02 «Хроматография в химической технологии»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.01 Химическая технология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 922 от 07.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических наук	В.В Васильева
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)
Заведующий кафедрой	В.А. Тыщенко, доктор технических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	О.В Лаврентьева, кандидат химических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	Ю.В. Еремина, кандидат химических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 6
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 7
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 7
4.1 Содержание лекционных занятий 8
4.2 Содержание лабораторных занятий 10
4.3 Содержание практических занятий 12
4.4. Содержание самостоятельной работы 14
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 15
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 16
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 16
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 17
9. Методические материалы 18
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 19

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-3 Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, работы по внедрению прогрессивных экономически обоснованных ресурсо-, энергосберегающих технологических процессов и режимов производства выпускаемой организацией продукции, обеспечивающих повышение уровня технологической подготовки и технического перевооружения производства	ПК-3.5 Умеет работать на современном технологическом и лабораторном оборудовании.	Владеть обоснованно выбирать методику анализа нефтей и нефтепродуктов, технику выполнения анализа на лабораторном оборудовании
			Знать устройство и порядок работы лабораторных установок для испытания нефтепродуктов и сред, содержащих углеводороды и их гетероорганические производные
			Уметь обоснованно выбирать методику анализа нефтей и нефтепродуктов, технику выполнения анализа на лабораторном оборудовании
		ПК-3.6 Владеет современными методами аналитического контроля химических процессов.	Владеть выбирать метод анализа на основе требуемых хроматографических характеристик
			Знать стандартизированные методы хроматографического контроля качества нефтей и нефтепродуктов, полупродуктов, получаемых на технологических установках

			Уметь выбирать метод анализа на основе требуемых хроматографических характеристик
	ПК-5 Способен контролировать качество сырья, компонентов и выпускаемой продукции, проводить паспортизацию товарной продукции	ПК-5.1 Знает оборудование лаборатории, принципы его работы и правила эксплуатации.	Владеть методами сопоставления характеристик различных методов, стоимостной оценки и эксплуатационного сопровождения
			Знать марки хроматографов, их технические характеристики и области применения
			Уметь выбирать методы хроматографического анализа в соответствии с решаемыми задачами
		ПК-5.2 Знает стандартные методы проведения анализов, испытаний и новые видов исследований химических веществ.	Владеть методами поиска и обработки данных в справочных системах
			Знать алгоритмы и методики анализов и испытаний конкретных химических соединений
			Уметь работать с нормативной и технической документацией с целью выбора методов проведения анализов, испытаний и новых видов исследований химических веществ
		ПК-5.3 Знает действующие стандарты, технические условия и паспорта на разрабатываемую техническую документацию	Владеть приемами разработки технических условий и паспортов на разрабатываемую техническую документацию или продукцию
			Знать технические и технологические регламенты, ГОСТы, ОСТы, ТУ, РД на проведение анализов и разработку методов исследования химических веществ
			Уметь проводить сравнительный анализ действующих стандартов, технических условий и паспортов на разрабатываемую техническую документацию или продукцию
		ПК-5.4 Умеет применять стандартные методы контроля качества производимой продукции.	Владеть стандартными методиками контроля качества производимой продукции и обработки получаемых данных

			Знать метрологические характеристики стандартных методов контроля качества производимой продукции
			Уметь использовать технические и технологические регламенты, ГОСТы, ОСТы, ТУ, РД на проведение анализов и разработку методов исследования
		ПК-5.5 Владеет методами входного и выходного контроля над сырьем и продукцией технологического объекта.	Владеть техникой входного и выходного контроля конкретных химических соединений, сырья, полупродуктов и продуктов нефтепереработки, в т.ч. с использованием новых видов исследований
			Знать методы входного и выходного контроля сырья и продукции технологического объекта
			Уметь осуществлять выборку образцов из партий сырья и продуктов для контроля, осуществлять поточный контроль с использованием поточных датчиков

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **вариативная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-3	Вычислительная математика; Компьютерная химия в химической технологии; Свойства смесей органических соединений в критической области	Инструментальные методы анализа в химической технологии; Катализ в нефтепереработке; Катализ в химической технологии	Основы проектирования нефтеперерабатывающих предприятий; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Программные комплексы для моделирования химико-технологических процессов; Техническая термодинамика и теплотехника
ПК-5	Физико-химические свойства нефтей и нефтепродуктов; Химия нефти	Инструментальные методы анализа в химической технологии; Производственная практика: технологическая практика	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с

преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	64	64
Лабораторные работы	32	32
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	4	4
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	40	40
подготовка к лабораторным работам	15	15
составление конспектов	25	25
Контроль	36	36
Итого: час	144	144
Итого: з.е.	4	4

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Теоретические основы хроматографии, Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств	2	4	4	11	21
2	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	10	16	8	15	49
3	Расчет физико-химических свойств углеводородов в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	4	12	4	14	34
	КСР	0	0	0	0	4
	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	16	32	16	40	144

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	**Содержание лекции** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Теоретические основы хроматографии, Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств	Раздел 1. Теоретические основы хроматографии, основные области применения хроматографических методов.	Тема 1.1. Введение. Хроматография среди 20 выдающихся открытий прошедшего столетия, которые в наибольшей степени преобразовали науку, технику, промышленность. Тема 1.2. Хроматографический метод разделения и анализа смесей веществ. 1.2.1. Определения хроматографии. 1.2.2. Принципиальная схема аналитического хроматографа. Инструменты для аналитической хроматографии: разделяющая колонка, неподвижная фаза, источник подвижной фазы, дозатор для вводы пробы, детектирующая система, регистрирующее устройство и программное обеспечение. Тема 1.3. Классификация хроматографических методов. 1.3.1. Аналитическая и препаративная хроматография. Фронтальная, вытеснительная и элютивная хроматография. Тема 1.5. Объекты анализа для различных хроматографических методов. 1.5.1. Представление о сорбционном процессе: сорбционная емкость, распределение и диффузия. Представление о хроматографическом процессе. 1.5.2. Механизмы разделения смесей. Классификация методов по механизму разделения веществ. Тема 1.6. Теоретические основы хроматографии (материальный баланс в сорбции, сорбционное равновесие, кинетика сорбции). 1.6.1. Задача высокоэффективной элютивной хроматографии. 1.6.2. Основные хроматографические характеристики. Величины удерживания в хроматографии. Тема 1.7. Обработка результатов хроматографического эксперимента. Фильтрация сигнала. 1.7.1. Приемы и принципы качественного и количественного анализа. 1.3.2. Газовая, жидкостная, сверхкритическая флюидная хроматография. Газовая хроматография при повышенных давлениях газа-носителя (барохроматография). Тема 1.4. Основные области применения хроматографии. 1.4.1. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств (контроль исходного сырья и качества готовой продукции, управление технологическим процессом).	2

2	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Раздел 2. Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Тема 2.1. Газовая хроматография (ГХ). 2.1.1. Газовая-адсобционная (ГАХ) и газо-жидкостная хроматография (ГЖХ). Роль и масштаб применения ГХ в химической технологии. Газовая хроматография в нефтехимии, нефтепереработке и тонком органическом синтезе (разделение компонентов бензинов и дизельных топлив, анализ продуктов основных нефтехимических производств и пр.). 2.1.2. Хроматографические колонки: насадочные и капиллярные (типа WCOT, SCOT, PLOT) Газы, используемые в качестве подвижной фазы (газ-носитель, элюент). Адсорбенты, носители и жидкие неподвижные фазы. Влияние природы неподвижной фазы на время удерживания элюируемых веществ. Полярность неподвижных фаз по Мак-Рейнольдсу и Роршнайдеру. 2.1.3. Особенности аппаратурного оформления газовых хроматографов. Лабораторные и промышленные хроматографы.	2
3	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Раздел 2. Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	2.1.4. Детектирование выходящих в потоке газа-носителя веществ. Универсальные и селективные детекторы. Принципы преобразования временной зависимости концентрации хроматографируемого вещества в электрический сигнал. Чувствительность, предел обнаружения детектора, линейность диапазона.	2
4	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Раздел 2. Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	2.1.5 Высокоэффективная газовая хроматография. Селективность и эффективность разделения. Капиллярные и поликапиллярные колонки. Характеристики удерживания (время удерживания, исправленное время удерживания и индексы удерживания). Методы определения “мертвого времени” колонки. Источники погрешности определения параметров удерживания. Хроматографические методы идентификации.	2
5	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Раздел 2. Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	2.1.6. Количественный анализ. Методы количественного анализа: абсолютной градуировки, стандартных добавок, внутреннего стандарта, двойного внутреннего стандарта, внешнего стандарта.	2
6	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Раздел 2. Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Тема 2.2. Жидкостная хроматография (ЖХ). 2.2.1. Колоночная, тонкослойная (ТСХ) и высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). 2.2.2. Особенности аппаратурного оформления в ВЭЖХ (насосы, колонки, детекторы, дозаторы, автосамплеры). Нормально-фазовая и обращенно-фазовая ВЭЖХ. Адсорбционная и распределительная ВЭЖХ. Гель-проникающая хроматография (ГПХ) для изучения высокомолекулярных соединений (ВМС). 2.2.3. ВЭЖХ в нефтехимии, нефтепереработке, тонком органическом синтезе и в анализе красителей, гетероциклических соединений (групповой анализ бензинов, дизельных топлив и масел, анализ продуктов нефтехимии, разделение сложных смесей гетероциклических соединений).	2

7	Расчет физико-химических свойств углеводородов в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Раздел 3. Расчет физико-химических свойств углеводородов в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Тема 3.1. Реакционная хроматография. Реакционное детектирование как метод анализа и физико-химических исследований с использованием химических превращений исследуемых веществ. Тема 3.2. Дериватизация как метод получения производных анализируемых соединений с целью улучшения характеристик разделения и детектирования. 3.2.1. Пиролитическая ГХ для изучения ВМС и процессов термолиза.	2
8	Расчет физико-химических свойств углеводородов в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Раздел 3. Расчет физико-химических свойств углеводородов в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Тема 3.3. Современные средства идентификации. 3.3.1. Хромато-масс-спектрометрия (ГХ-МС и ВЭЖХ-МС). 3.3.2. Сочетание хроматографии с ИК-спектроскопией и атомно-эмиссионной спектроскопией.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лабораторного занятия**	**Содержание лабораторного занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
6 семестр				
1	Теоретические основы хроматографии, Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств	Лабораторная работа №1	Установление закономерности удерживания смеси углеводородов С6 в условиях газовой хроматографии в зависимости от типа неподвижной фазы. Выполнение экспериментальной работы по теме 1.6. Теоретические основы хроматографии.	2
2	Теоретические основы хроматографии, Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств	Лабораторная работа №1	Установление закономерности удерживания смеси углеводородов С6 в условиях газовой хроматографии в зависимости от типа неподвижной фазы. Выполнение экспериментальной работы по теме 1.6. Теоретические основы хроматографии. (продолжение)	2
3	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Лабораторная работа №2	Определение чувствительности хроматографического детектора. Получение калибровочных коэффициентов для анализа соединений различных классов	2
4	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Лабораторная работа №2	Определение чувствительности хроматографического детектора. Получение калибровочных коэффициентов для анализа соединений различных классов (продолжение)	2
5	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Лабораторная работа №3	Качественный анализ определения соединений различных классов. Определение индексов Ковача. Определение элюционных характеристик.	2

6	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Лабораторная работа №3	Качественный анализ определения соединений различных классов. Определение индексов Ковача. Определение элюционных характеристик. (продолжение)	2
7	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Лабораторная работа №4	Детальный углеводородный анализ бензина	2
8	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Лабораторная работа №4	Детальный углеводородный анализ бензина (продолжение)	2
9	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Лабораторная работа №5	Разделение ароматических соединений, содержащихся в нефтепродуктах, методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.	2
10	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Лабораторная работа №5	Разделение ароматических соединений, содержащихся в нефтепродуктах, методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. (продолжение)	2
11	Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Лабораторная работа №6	Количественный анализ соединений различных классов. Метод внутреннего стандарта	2
12	Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Лабораторная работа №6	Количественный анализ соединений различных классов. Метод внутреннего стандарта (продолжение)	2
13	Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Лабораторная работа №6	Количественный анализ соединений различных классов. Метод внутреннего стандарта (продолжение)	2
14	Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Лабораторная работа №7	Разделение и идентификация компонентов смеси углеводородов методом газовой хромато-масс-спектрометрии	2
15	Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Лабораторная работа №7	Разделение и идентификация компонентов смеси углеводородов методом газовой хромато-масс-спектрометрии (продолжение)	2
16	Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Лабораторная работа №7	Разделение и идентификация компонентов смеси углеводородов методом газовой хромато-масс-спектрометрии (продолжение)	2

Итого за семестр:	**32**
Итого:	**32**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
6 семестр				
1	Теоретические основы хроматографии, Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств	Практическое занятие №1	1. Введение. Хроматография среди 20 выдающихся открытий проше-дшего столетия, которые в наибольшей степени преобразовали науку, технику, промышленность. 1.1. Хроматографический метод разделения и анализа смесей веществ. Определения хроматографии. Принципиальная схема аналитического хроматографа. Инструменты для аналитической хроматографии: разде-ляющая колонка, неподвижная фаза, источник подвижной фазы, дозатор для вводы пробы, детектирующая система, регистрирующее устройство и программное обеспечение. 1.2. Основные области применения хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств (контроль исходного сырья и качества готовой продукции, управление технологическим процессом).	2
2	Теоретические основы хроматографии, Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств	Практическое занятие №2	1.3. Теоретические основы хроматографии. Основные хроматографические характеристики. Величины удерживания в хроматографии. 1.4 Основные уравнения для расчета «мертвого» времени удерживания, исправленных величин удерживания компонента, индексов удерживания Ковача. 1.5. Качественный анализ. Способы идентификации компонентов смеси: идентификация по временам удерживания, идентификация корреляционным методом, идентификация по индексам удерживания Ковача 1.6. Количественный анализ. Методы количественного анализа: абсолютной градуировки, стандартных добавок, внутреннего стандарта, двойного внутреннего стандарта, внешнего стандарта.	2

3	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Практическое занятие №3	2.1 Газовая хроматография (ГХ). 2.1.1. Хроматографические колонки: насадочные и капиллярные (типа WCOT, SCOT, PLOT). Газы, используемые в качестве подвижной фазы (газ-носитель, элюент). Адсорбенты, носители и жидкие неподвижные фазы. Влияние природы неподвижной фазы на время удерживания элюируемых веществ.	2
4	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Практическое занятие №4	2.1.2. Детектирование выходящих в потоке газа-носителя веществ. Универсальные и селективные детекторы. Принципы преобразования временной зависимости концентрации хроматографируемого вещества в электрический сигнал. Чувствительность, предел обнаружения детектора, линейность диапазона.	2
5	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Практическое занятие №5	2.2. Жидкостная хроматография (ЖХ). Колоночная, тонкослойная (ТСХ) и высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). 2.2.1. Особенности аппаратурного оформления в ВЭЖХ (насосы, колонки, детекторы, дозаторы, автосамплеры). Нормально-фазовая и обращенно-фазовая ВЭЖХ. Адсорбционная и распределительная ВЭЖХ. 2.2.2. ВЭЖХ в нефтехимии, нефтепереработке, тонком органическом синтезе и в анализе красителей, гетероциклических соединений (групповой анализ бензинов, дизельных топлив и масел, анализ продуктов нефтехимии, разделение сложных смесей гетероциклических соединений).	2
6	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Практическое занятие №6	2.3. Современные средства идентификации. Хромато-масс-спектрометрия (ГХ-МС и ВЭЖХ-МС). Сочетание хроматографии с ИК-спектроскопией и атомно-эмиссионной спектроскопией.	2
7	Расчет физико-химических свойств углеводородов в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Практическое занятие №7	3. Изучение физико-химических свойств веществ хроматографическим методом. 3.1. Расчет температуры кипения вещества по характеристикам удерживания. Погрешность в определении температуры кипения.	2
8	Расчет физико-химических свойств углеводородов в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Практическое занятие №8	3.2. Расчет критических температуры и давления вещества, давления насыщенного пара вещества хроматографическим методом с использованием характеристик удерживания	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
6 семестр			
Теоретические основы хроматографии, Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств	Составление конспектов	Проработка конспекта лекций по темам 1.1. Хроматографический метод разделения и анализа смесей веществ. Определения хроматографии. Принципиальная схема аналитического хроматографа. Инструменты для аналитической хроматографии, 1.2. Классификация хроматографических методов, 1.3. Основные области применения хроматографии, 1.4. Объекты анализа для различных хроматографических методов. Представление о сорбционном процессе, 1.5. Теоретические основы хроматографии. 1.6. Обработка результатов хроматографического эксперимента. Фильтрация сигнала. Приемы и принципы качественного и количественного анализа.	6
Теоретические основы хроматографии, Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к лабораторной работе №1	5
Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к лабораторным работам №2-5	5
Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	Составление конспектов	Проработка конспекта лекций по темам 2.1. Газо-адсорбционная (ГАХ) и газо-жидкостная хроматография (ГЖХ), 2.1.2. Особенности аппаратурного оформления газовых хроматографов. Лабораторные и промышленные хроматографы. 2.1.5. Количественный анализ. Методы количественного анализа: абсолютной калибровки, стандартных добавок, внутреннего стандарта, двойного внутреннего стандарта, внешнего стандарта. 2.2. Жидкостная хроматография (ЖХ).	10
Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к лабораторным работам №6-7	5

Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	Составление конспектов	Проработка конспекта лекций по темам 3.1. Дериватизация как метод получения производных анализируемых соединений с целью улучшения характеристик разделения и детектирования, 3.2. Современные средства идентификации. Хромато-масс-спектрометрия (ГХ-МС и ВЭЖХ-МС).	9
		Итого за семестр:	**40**
		Итого:	**40**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Власов, В.Г. Физико-химические свойства нефтей,нефтяных фракций и товарных нефтепродуктов : Учеб.пособие / В. Г. Власов; Самар.гос.техн.ун-т .- 4-е изд.,испр.и доп..- Самара, 2009.- 204 с.	Книжный фонд
2	Садек, П. Растворители для ВЭЖХ : Пер.с англ..- М., БИНОМ.Лаб.знаний, 2006.- 704 с.	Книжный фонд
3	Яшин, Я.И. Газовая хроматография / Я. И. Яшин , Е. Я. Яшин, А. Я. Яшин.- М., ТрансЛит, 2009.- 512 с.	Книжный фонд
Дополнительная литература		
4	Айвазов, Б.В. Основы газовой хроматографии : Учеб. пособие / Б. В. Айвазов.- М., Высш.шк., 1977.- 183 с.	Книжный фонд
5	Арутюнов, Ю.И. Хроматографическое измерение состава нефтяных газов.- М., Недра, 1987.- 262 с.	Книжный фонд
6	Вигдергауз, М.С. Расчеты в газовой хроматографии / М. С. Вигдергауз.- М., Химия, 1978.- 248 с.	Книжный фонд
7	Зрелов, В.Н. Хроматография в нефтяной и нефтехимической промышленности / В.Н.Зрелов,Г.И.Кичкин;Под ред.С.Э.Крейна.- М., Гостоптехиздат, 1963.- 288 с.	Книжный фонд
8	Киселев, А.В. Межмолекулярные взаимодействия в адсорбции и хроматографии : Учеб.пособие.- М., Высш.шк., 1986.- 360 с.	Книжный фонд
9	Киселев, А.В. Молекулярные основы адсорбционной хроматографии / А.В.Киселев,Д.П.Пошкус,Я.И.Яшин.- М., Химия, 1986.- 270 с.	Книжный фонд
10	Коган, Л.А. Количественная газовая хроматография.- М., Химия, 1975.- 181 с.	Книжный фонд
11	Количественная газовая хроматография для лабораторных анализов и промышленного контроля: В 2 ч.:Пер.с англ..- М.: Мир // Ч.1 .- 580 с.	Книжный фонд
12	Лебедев, А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии : учеб.пособие / А. Т. Лебедев.- М., БИНОМ.Лаб.знаний, 2003.- 493 с.	Книжный фонд
13	Перри, С. Практическое руководство по жидкостной хроматографии / Пер. с англ.О.Г.Ларионова;Под ред.К.В.Чмутова.- М., Мир, 1974.- 260 с.	Книжный фонд

14	Руденко, Б.А. Капиллярная хроматография / Акад. наук СССР, Ин-т орган. химии им. Н.Д.Зелинского.- М., Наука, 1978.- 221 с.	Книжный фонд
15	Руководство по газовой хроматографии : В 2 ч. / ред. Э. Лейбниц; [Т.Кратцш,Х.Роцше,М.Хофман и др.];Под ред.Э.Лейбница,Х.Г.Штруппе;Пер.с нем.О.В.Альшулер и др.;Под ред.В.Г.Березкина.- М., Мир, 1988.- 508 с.	Книжный фонд
16	Сычев, С.Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография как метод определения фальсификации и безопасности продукции : [Учеб.пособие] / С.Н.Сычев,В.А.Гаврилина,Р.С.Музалевская.- М., ДеЛи принт, 2005.- 148 с.	Книжный фонд
17	Сычев, Сергей Николаевич Высокоэффективная жидкостная хроматография. Аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем : учеб. пособие [Текст] .- Санкт-Петербург; Москва; Краснодар, Лань, 2013.- 255 с.	Книжный фонд
18	Шатц, В.Д. Высокоэффективная жидкостная хроматография : Основы теории.Методология.Применение в лекарств.химии / В.Д.Шатц,О.В.Сахартова.- Рига, Зинатне, 1988.- 390 с.	Книжный фонд

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office 2007 Open License Academic	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Windows XP Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
3	Хроматек Аналитик	Хроматек (Отечественный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.	http://www.sciencedirect.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
2	Scopus - база данных рефератов и цитирования	http://www.scopus.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа

3	Электронная библиотека "Наука и техника"	http://n-t.ru/	Ресурсы открытого доступа
4	Электронная нефтегазовая библиотека им. Губкина	http://elib.gubkin.ru	Ресурсы открытого доступа
5	Электронная библиотека трудов сотрудников СамГТУ	http://lib.samgtu.ru	Ресурсы открытого доступа
6	Электронно-библиотечная система Лань	www.e.lanbook.com/	Ресурсы открытого доступа
7	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
8	Сайт кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» ФГБОУ ВПО «СамГТУ».	http://renigm.samgtu.ru	Ресурсы открытого доступа
9	Научный журнал "Нефтяное хозяйство"	http://www.oil-industry.ru/	Ресурсы открытого доступа
10	Журнал "Нефтегазовая вертикаль"	http://www.ngv.ru/	Ресурсы открытого доступа
11	Журнал Вестник СамГТУ. Серия «Технические науки».	http://vestnik-teh.samgtu.ru/	Ресурсы открытого доступа
12	ТехЛит.ру	http://www.tehlit.ru/	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

- комплект электронных презентаций/слайдов (при наличии);
- аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук, интерактивная доска);
- наличие справочников и литературы по темам практических занятий.

Лабораторные занятия

- лаборатория «Технология переработки нефти и газа», оснащенная следующим лабораторным оборудованием, необходимым для проведения хроматографического анализа:

1. Газовый хроматограф «Кристалл-2000М» с автоматическим дозатором и двумя детекторами (ДТП и ПИД)
2. Газовый хроматограф «Кристалл-2000М» предназначенный для детального углеводородного анализа бензина
3. Газовый хроматограф «Кристалл -5000»
4. Жидкостный хроматограф «Shimadzy»
5. Хромато-масс-спектрометр «Shimadzy»
6. Хроматографические шприцы 10 мкл – 2 шт.,
7. лабораторная посуда,
8. реактивы и нефтяные фракции

Самостоятельная работа

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены рабочие места в читальных залах научно-технической библиотеки и компьютерных классах ресурсы информационно-вычислительного центра ФГБОУ ВО «СамГТУ», оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной информационной образовательной среде.

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний

находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчетности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.02.02 «Хроматография в химической технологии»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.ДВ.02.02 «Хроматография в химической технологии»

Код и направление подготовки (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль)	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2025
Институт / факультет	Химико-технологический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Химическая технология переработки нефти и газа"
Кафедра-разработчик	кафедра "Химическая технология переработки нефти и газа"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	144 / 4
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-3 Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, работы по внедрению прогрессивных экономически обоснованных ресурсо-, энергосберегающих технологических процессов и режимов производства выпускаемой организацией продукции, обеспечивающих повышение уровня технологической подготовки и технического перевооружения производства	ПК-3.5 Умеет работать на современном технологическом и лабораторном оборудовании.	Владеть обоснованно выбирать методику анализа нефтей и нефтепродуктов, технику выполнения анализа на лабораторном оборудовании
			Знать устройство и порядок работы лабораторных установок для испытания нефтепродуктов и сред, содержащих углеводороды и их гетероорганические производные
			Уметь обоснованно выбирать методику анализа нефтей и нефтепродуктов, технику выполнения анализа на лабораторном оборудовании
		ПК-3.6 Владеет современными методами аналитического контроля химических процессов.	Владеть выбирать метод анализа на основе требуемых хроматографических характеристик
			Знать стандартизированные методы хроматографического контроля качества нефтей и нефтепродуктов, полупродуктов, получаемых на технологических установках

			Уметь выбирать метод анализа на основе требуемых хроматографических характеристик
	ПК-5 Способен контролировать качество сырья, компонентов и выпускаемой продукции, проводить паспортизацию товарной продукции	ПК-5.1 Знает оборудование лаборатории, принципы его работы и правила эксплуатации.	Владеть методами сопоставления характеристик различных методов, стоимостной оценки и эксплуатационного сопровождения
			Знать марки хроматографов, их технические характеристики и области применения
			Уметь выбирать методы хроматографического анализа в соответствии с решаемыми задачами
		ПК-5.2 Знает стандартные методы проведения анализов, испытаний и новые видов исследований химических веществ.	Владеть методами поиска и обработки данных в справочных системах
			Знать алгоритмы и методики анализов и испытаний конкретных химических соединений
			Уметь работать с нормативной и технической документацией с целью выбора методов проведения анализов, испытаний и новых видов исследований химических веществ
		ПК-5.3 Знает действующие стандарты, технические условия и паспорта на разрабатываемую техническую документацию	Владеть приемами разработки технических условий и паспортов на разрабатываемую техническую документацию или продукцию
			Знать технические и технологические регламенты, ГОСТы, ОСТы, ТУ, РД на проведение анализов и разработку методов исследования химических веществ
			Уметь проводить сравнительный анализ действующих стандартов, технических условий и паспортов на разрабатываемую техническую документацию или продукцию
		ПК-5.4 Умеет применять стандартные методы контроля качества производимой продукции.	Владеть стандартными методиками контроля качества производимой продукции и обработки получаемых данных

			Знать метрологические характеристики стандартных методов контроля качества производимой продукции
			Уметь использовать технические и технологические регламенты, ГОСТы, ОСТы, ТУ, РД на проведение анализов и разработку методов исследования
		ПК-5.5 Владеет методами входного и выходного контроля над сырьем и продукцией технологического объекта.	Владеть техникой входного и выходного контроля конкретных химических соединений, сырья, полупродуктов и продуктов нефтепереработки, в т.ч. с использованием новых видов исследований
			Знать методы входного и выходного контроля сырья и продукции технологического объекта
			Уметь осуществлять выборку образцов из партий сырья и продуктов для контроля, осуществлять поточный контроль с использованием поточных датчиков

Раздел	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Оценочн
		Текущий контроль успеваемости
1. Теоретические основы хроматографии, Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств	ПК-3.5, 3.6, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5	Выполнение практических заданий, отчет по лабораторным работам, опрос
2. Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография	ПК-3.5, 3.6, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5	Выполнение практических заданий, отчет по лабораторным работам, опрос
3. Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии	ПК-3.5, 3.6, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5	Выполнение практических заданий, отчет по лабораторным работам, опрос

Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Хроматография в химической технологии»

1. Понятие хроматографии.
2. Классификация хроматографических методов.
3. Понятие подвижной фазы, разновидности подвижной фазы
4. Понятие неподвижной фазы, разновидности неподвижной фазы.
5. Основные блоки газового хроматографа.
6. Принципиальная схема газового хроматографа
7. Классификация хроматографических колонок.
8. Насадочные колонки.
9. Капиллярные колонки.
10. Полярные и неполярные фазы в газовой хроматографии. Классификация, назначение, применение.
11. Классификация детекторов.
12. Принцип работы детекторов.
13. Аппаратура газового хроматографа
14. Система подготовки газов.
15. Виды дозирующих устройств
16. Спектральные системы детектирования
17. Аппаратура ВЭЖХ. Насосы. Детекторы.
18. Элюционные характеристики. Параметры удерживания.
19. Первичные и исправленные параметры удерживания.
20. Относительные параметры удерживания. Индекс Ковача.
21. Порядок элюирования органических веществ.
22. Влияние факторов на разделение веществ
23. Эффективность и селективность хроматографических колонок
24. Влияние параметров на хроматографическое разделение
25. Газы, применяемые в хроматографии
26. Виды количественного и качественного анализа многокомпонентной смеси
27. Качественный анализ
28. Количественный анализ.
29. Способы идентификации компонентов смеси
30. Практическое применение газовой хроматографии.
31. Анализ компонентного состава горючих газов
32. Определение фракционного состава нефти и нефтепродуктов методом имитированной дистилляции
33. Определение индивидуального и группового углеводородного состава бензинов
34. Определение объемной доли бензола, ароматических соединений и оксигенатов в бензине
35. Анализ сероводорода, этил- и метилмеркаптанов в нефти
36. Газы горючие природные. Хроматографический метод определения компонентного состава. ГОСТ 23781-87
37. Оценка работы газохроматографической системы и устранение неисправностей.
38. Практическое применение жидкостной хроматографии
39. Определение содержания ароматических углеводородов в дизельном топливе.
40. Определение группового состава дизельных топлив и масел
41. Хроматомасс-спектрометрия (ГХМС) как метод анализа углеводородных смесей.
42. Принцип работы ГХМС
43. Устройство детектора масс-спектрометра
44. Качественный анализ органических веществ методом ГХМС.
45. Обработка масс-спектров

46. Математический аппарат, используемый для обработки хроматографических данных
47. Корреляционные методы расчета
48. Оценка точность полученных результатов
49. Расчет физико-химических свойств углеводородов в смеси из хроматографических данных.
50. Расчет температуры кипения из хроматографических данных
51. Расчет давлений насыщенного пара методом корреляции хроматографических данных.

Перечень заданий к практическим занятиям

Задание 1 практического занятия.

1. Привести различные примеры классификации хроматографических методов.
2. Сделать описание каждого блока газового хроматографа согласно принципиальной схеме газового хроматографа, рассмотренного на первом занятии.
3. Выучить основные области применения хроматографии.

Задание 2 практического занятия.

1. Выучить основные хроматографические характеристики. Величины удерживания в хроматографии.
2. Выучить основные уравнения для расчета «мертвого» времени удерживания, исправленных величин удерживания компонента, индексов удерживания Ковача.
3. Рассчитать мертвое время колонки по известным временам удерживания алканов.

Вариант 1

Колонка 30м, фаза неполярная ZB-1, изотерма.

Углеводород	**130˚С**	**140˚С**
	Время, с	
Гексан	123,0	123,3
Декан	185,4	170,4
Додекан	321,4	265,7
Тридекан	467,4	363,9
Тетрадекан	715,5	526,3
Пентадекан	1136,3	794,2
Гексадекан	1849,1	1235,6
Гептадекан	3054,3	1962,4

Вариант 2

Колонка 30м, фаза неполярная ZB-1, изотерма.

Углеводород	**150˚С**	**160˚С**
	Время, с	
Гексан	124,5	125,5
Декан	160,0	153,1
Додекан	228,3	202,9
Тридекан	296,4	251,0
Тетрадекан	406,1	326,5
Пентадекан	582,0	444,6
Гексадекан	863,6	629,1
Гептадекан	1313,3	916,4
Октадекан	2029,7	1363,0
Нонадекан	3168,6	2055,5

Задание 3 практического занятия.

Рассчитать индексы удерживания Ковача алкилбензолов.

Вариант 1

Колонка 30м, фаза неполярная ZB-1, изотерма 130˚С и 140 ˚С.

	Время, с	
Углеводород	**130˚С**	**140˚С**
Нонан	155,0	147,9
Пентилбензол	275,6	235,4
Додекан	322,3	265,5
Гексилбензол	389,0	313,8
Тридекан	470,9	364,6
Гептилбензол	580,4	386,4
Тетрадекан	719,5	527,5
Октилбензол	904,4	655,1
Пентадекан	1145,2	797,5
Нонилбензол	1458,2	1007,4
Гексадекан	1850,9	1234,3
Децилбензол	2393,2	1587,0
Гептадекан	3052,2	1956,6

Рассчитать индексы удерживания Ковача алкилбензолов.

Вариант 2

Колонка 30м, фаза неполярная ZB-1, изотерма 150˚С и 160 ˚С.

	Время, с	
Углеводород	**150˚С**	**160˚С**
Нонан	143,5	140,5
Пентилбензол	208,5	189,6
Додекан	228,3	202,7
Гексилбензол	264,1	229,9
Тридекан	296,6	250,8
Гептилбензол	317,8	270,2
Тетрадекан	406,0	325,8
Октилбензол	496,1	391,2
Пентадекан	582,6	444,1
Нонилбензол	727,1	546,2
Гексадекан	860,6	626,3
Децилбензол	1097,2	788,4
Гептадекан	1308,9	912,5

Задание 5 практического занятия.

1. Привести примеры различных способов идентификации. Рассмотреть корреляционный метод идентификации на примерах со спиртами и углеводородами гомологических рядов.
2. Рассмотреть и идентификацию по индексам Ковача, в том числе на примере лабораторной работы №4
3. Рассмотреть методы идентификации, используемые в лабораторных работах.

Задание 6 практического занятия.

1. Количественный анализ. Методы количественного анализа: абсолютной градуировки, стандартных добавок, внутреннего стандарта.
2. Рассмотреть какими методами осуществляется количественный анализ в лабораторных работах №2 и 3

Задание 7 практического занятия.

1. Рассмотреть факторы, влияющие на эффективность разделения компонентов смеси
2. Привести примеры как влияет длина колонки на разрешение пиков.
3. Привести примеры как влияет внутренний диаметр колонки и количество неподвижной фазы на разрешение пиков.
4. Рассмотреть на примерах как влияет селективность колонки на эффективность разделения пиков.
5. Привести пример как влияет температура на эффективность разделения пиков.
6. Рассмотреть как влияет тип растворителя- подвижной фазы на разрешение пиков в ВЭЖХ.

Задание 9 практического занятия.

1. Рассчитать температуру кипения алкилбензолов, используя уравнение

$$T_b = -669.1 - \frac{193.47}{\ln I_{ZB-1,433}} - 593.58 \cdot \ln(\ln I_{ZB-1,433}) + 331.27 \cdot \ln I_{ZB-1,433}$$ из работы

Пимерзин А.А. Химическая термодинамика процессов изомеризации неконденсированных аренов и циклоалканов: Дисс... докт. хим. наук: 02.00.04. – Самара, 2006. – 327 с.

Данные для расчета

Углеводород	I_{433}
Пентилбензол	1162,1
Гексилбензол	1261,6
Гептилбензол	1330,3
Октилбензол	1460,9
Нонилбензол	1561,4
Децилбензол	1661,9

2. Рассчитать критические температуры и давления вещества методом Лидерсена

$$T_c(K) = \frac{T_b}{0.567 + \Sigma N_i C_i - (\Sigma N_i C_i)^2}$$

где $\Sigma N_i C_i$- сумма парциальных вкладов, C_i – значение вклада из таблицы, представленной ниже. N_i – количество подобных вкладов (инкрементов) в молекуле

$$P_c(кПа) = M \cdot \left(0.33 - \Sigma N_i C_i\right)^{-2}$$

где M – молекулярная масса, $\Sigma N_i C_i$- сумма парциальных вкладов, C_i – значение вклада из таблицы, представленной ниже. N_i – количество подобных вкладов (инкрементов) в молекуле

Инкремент	$C(T_c)$	$C(P_c)$
$-CH_3$, $-CH_2-$	0.020	0.227
>CH	0.012	0.210
-C<	-	0.210

$=CH_2$, =CH	0.018	0.198
=C<, =C=	-	0.198
≡C-H, ≡C-	0.005	0.153
$-CH_2-$ (в ароматическом кольце)	0.013	0.184
>CH- (в ароматическом кольце)	0.012	0.192
>C< (в ароматическом кольце)	-0.007	0.154
=CH-, =C<, =C= (в ароматическом кольце)	0.011	0.154

Перечень вопросов для устного опроса по разделам

По разделу 1

1. Хроматографический метод разделения и анализа смесей веществ. Определения хроматографии. Принципиальная схема аналитического хроматографа. Инструменты для аналитической хроматографии: разделяющая колонка, неподвижная фаза, источник подвижной фазы, дозатор для вводы пробы, детектирующая система, регистрирующее устройство и программное обеспечение.

2. Основные области применения хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств (контроль исходного сырья и качества готовой продукции, управление технологическим процессом).

3. Теоретические основы хроматографии. Основные хроматографические характеристики. Величины удерживания в хроматографии.

4 Основные уравнения для расчета «мертвого» времени удерживания, исправленных величин удерживания компонента, индексов удерживания Ковача.

5. Качественный анализ. Способы идентификации компонентов смеси: идентификация по временам удерживания, идентификация корреляционным методом, идентификация по индексам удерживания Ковача

6. Количественный анализ. Методы количественного анализа: абсолютной градуировки, стандартных добавок, внутреннего стандарта, двойного внутреннего стандарта, внешнего стандарта.

По разделу 2

1. Детектирование выходящих в потоке газа-носителя веществ. Универсальные и селективные детекторы. Принципы преобразования временной зависимости концентрации хроматографируемого вещества в электрический сигнал. Чувствительность, предел обнаружения детектора, линейность диапазона.

2. Особенности аппаратурного оформления в ВЭЖХ (насосы, колонки, детекторы, дозаторы, автосамплеры). Нормально-фазовая и обращенно-фазовая ВЭЖХ. Адсорбционная и распределительная ВЭЖХ.

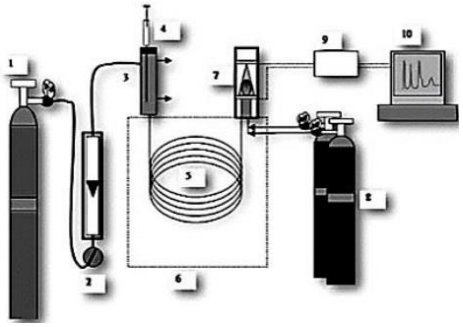
3. ВЭЖХ в нефтехимии, нефтепереработке, тонком органическом синтезе и в анализе красителей, гетероциклических соединений (групповой анализ бензинов, дизельных топлив и масел, анализ продуктов нефтехимии, разделение сложных смесей гетероциклических соединений).

4. Современные средства идентификации. Хромато-масс-спектрометрия (ГХ-МС и ВЭЖХ-МС). Сочетание хроматографии с ИК-спектроскопией и атомно-эмиссионной спектроскопией.

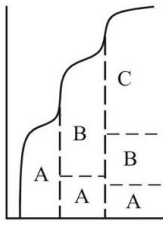
Тесты по компетенциям

Дисциплина_Б1.В.ДВ.02.02 Хроматография в химической технологии

(шифр и наименование дисциплины)

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
ПК-3 Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, работы по внедрению прогрессивных экономически обоснованных ресурсо-, энергосберегающих технологических процессов и режимов производства выпускаемой организацией продукции, обеспечивающих повышение уровня технологической подготовки и технического перевооружения производства				
1	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** В схеме хроматографа под цифрой 6 может быть обозначен  А) кюветное отделение Б) набивная колонка В) инжектор Г) катарометр Д) термостат Е) пламенно-ионизационный детектор	Д	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6
2	**Прочитайте текст вопроса и выберите 2 правильных ответа:** Неподвижной фазой в газо-жидкостной хроматографии является А) газ Б) жидкость В) твердый адсорбент Г) жидкость на твердом носителе Д) гель на твердом носителе	Г,Д	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.	6
3	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Когда в газовой хроматографии применяют метод внешних стандартов? А) при качественной идентификации веществ Б) при выделении чистых веществ	В	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.	6

	В) при количественном определении абсолютного содержания веществ Г) при количественном определении относительного содержания веществ			
4	**Прочитайте текст вопроса и выберите 3 правильных ответа:** Причинами размывания хроматографического пика с позиции кинетической теории хроматографии, может быть: А) молекулярная диффузия Б) молекулярная адсорбция В) высокая скорость подвижной фазы Г) неоднородность по размерам и формам частиц сорбента Д) применение растворителя с высокими коэффициентами диффузии	А,Г,Д	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6
5	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** В случае поглощения молекул из жидких сред процесс адсорбции усложняется, так как растворитель удерживается на поверхности адсорбента, поэтому выбирают растворитель по отношению к сорбенту: А) с наибольшей сорбционной способностью; Б) с наименьшей десорбционной способностью; В) с наибольшей десорбционной способностью; Г) с наименьшей сорбционной способностью.	Б	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.	6
6	**Прочитайте текст вопроса и выберите 2 правильных ответа:** Неподвижными фазами, которые могут быть применены в адсорбционной ВЭЖХ, являются А) силикагель Б) активированный уголь В) полидиметилсилоксан Г) полиэтиленгликоль Д) сефадекс Е) ионнообменные смолы	А,Б	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.	6
7	**Прочитайте вопрос у установите соотвествие:** Установите соответствие между	А-3 Б-4 В-2 Г-1	Расчет физико-химических свойств углеводоров в	6

	видом хроматографии и механизмом взаимодействия сорбента и сорбата А) Адсорбционная Б) Распределительная В) Эксклюзионная Г) Ионообменная 1) на разной способности веществ к ионному обмену 2) на различии в размерах и формах молекул разделяемых веществ 3) на различии в адсорбируемости веществ твердым сорбентом 4) на различии в растворимости веществ в подвижной и неподвижной жид фаз		смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии.	
8	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Какой вариант хроматографического анализа изображен на рисунке?  А) проявительного; Б) элюентного; В) фронтального; Г) вытеснительного.	В	Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии.	6
9	**Прочитайте текст вопроса и выберите 3 правильных ответа:** Непосредственно на хроматограмме, представленной в координатах времени хроматографирования от интенсивности сигнала детектора, нельзя определить следующие хроматографические параметры А) число теоретических тарелок Б) высоту, эквивалентную теоретической тарелке В) высоту хроматографического пика Г) площадь хроматографического пика Д) время удерживания Е) фактор разрешения	А,Б,Е	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6
10	**Прочитайте текст задания и дайте правильный ответ:**	28,9	Расчет физико-химических свойств	6

<table>
<tr><td></td><td>Чувствительность детектора хроматографа к о-, м- и п-ксилолам практически одинакова. Рассчитайте массовую долю (%) о-ксилола в смеси, если параметры их хроматографических пиков следующие:
<table><tr><td>Вещество</td><td>О-ксилол</td><td>М-ксилол</td><td>П-ксилол</td></tr><tr><td>Высота пика, мм</td><td>70</td><td>95</td><td>38</td></tr><tr><td>Ширина пика у основания, мм</td><td>12</td><td>15</td><td>17</td></tr></table>Ответ:_____</td><td></td><td>углеводородов в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии.</td><td></td></tr>
<tr><td>11</td><td>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:

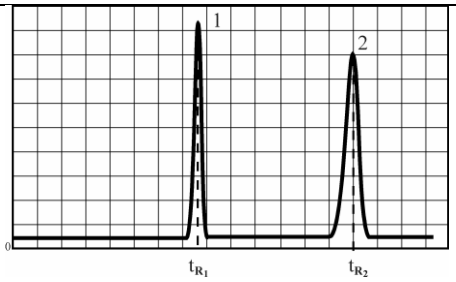
Если на хроматограмме испытуемого образца появились пики с t_1=5 мин (метанол) и t_2=17 мин (гексан), а на хроматограмме стандартного образца – пик с t=17,2 мин, то испытуемый образец
1)соответствует НД по содержанию остаточных растворителей
2)содержит примесь гексана
3)не соответствует НД, так нет метанола
4)не соответствует НД, так как t_2=17 мин и t=17,2 мин не совпадают
5)не соответствует НД по содержанию остаточных растворителей</td><td>Г</td><td>Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.</td><td>6</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:

Что такое «мертвое» время в колоночной хроматографии?
А) время пребывания введенной пробы в испарителе хроматографа
Б) фактическое время пребывания сорбирующегося компонента в подвижной фазе
В) инерционность системы хроматографа
Г) время, в течение которого сорбируется элюент-носитель
Д) время выхода компонента, не взаимодействующего с неподвижной фазой</td><td>Д</td><td>Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.</td><td>6</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Прочитайте текст вопроса и</td><td>В</td><td>Теоретические</td><td>6</td></tr>
</table>

	выберите правильный ответ: Основоположником хроматографических методов разделения является: А) Д.И. Менделеев; Б) Н.А. Измайлов; В) М.С. Цвет; Г) Ю.А. Золотов.		основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	
14	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Изотерма адсорбции – это графическая зависимость адсорбции от: А) массы; Б) объёма; В) температуры; Г) концентрации.	В	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6
15	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Когда в газовой хроматографии используют метод нормировки? А) при качественной идентификации веществ Б) при выделении чистых веществ В) при количественном определении относительного содержания веществ Г) при количественном определении абсолютного содержания веществ	В	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.	6
16	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Скорость потока газа-носителя гелия составляет 30 $см^3$ /мин. определите удерживаемый объем и приведенный удерживаемый объем оксида углерода CO на данной колонке, если время удерживания гелия 40 с, оксида углерода – 6 мин. гелий на данной колонке практически не сорбируется. А) 120; Б) 140; В) 160; Г) 180.	В	Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии.	6
17	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Газо-адсорбционная хроматография отличается от газожидкостной по А)типу колонки	В	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.	6

	Б)типу детектора В)механизму разделения Г)аппаратурному оформлению Д)температурным условиям хроматографирования			
18	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Анализируемая проба поступает в газохроматографическую колонку А)в виде суспензии Б)в парообразном виде В)в тонкоизмельченом виде Г)в виде водного раствора Д)в виде спиртового раствора	Б	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.	6
19	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Какое явление лежит в основе масс-спектрометрии ? А) Электронные переходы Б) Изменения состояния спинов атомных ядер В) Диссоциация молекул Г) Изменение колебательно-вращательных уровней молекулы	В	Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии.	6
20	**Прочитайте вопрос и дополните фразу:** Безразмерный параметр, который используется в хроматографии для характеристики удерживания вещества относительно н-алканов - _____	Индекс Ковача	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.	6
ПК-5 Способен контролировать качество сырья, компонентов и выпускаемой продукции, проводить паспортизацию товарной продукции				
1	**Прочитайте текст вопроса и выберите 3 правильных ответа:** Характеристиками, применяемыми для идентификации веществ в колоночной хроматографии, являются А) исправленное время удерживания Б) число теоретических тарелок В) время удерживания Г) скорость потока подвижной фазы Д) коэффициент разрешения Е) площадь хроматографического пика	А,В,И	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6

	Ж) ширина пика на середине его высоты З) высота хроматографического пика И) индекс удерживания Ковача К) величина R_f			
2	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Газовая хроматограмма имеет вид А) кривой в виде отдельных пиков Б) окрашенных полос на колонке В) окрашенных пятен на твердом адсорбенте Г) флуоресцирующих пятен	А	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.	6
3	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Растворители расположены в порядке увеличения их элюирующей способности в отношении силикагеля в ряду А) гексан – хлороформ – этилацетат – метанол – демилформамид Б) хлороформ – этилацетат – диметилформамид – метанол – гексан В) диметилформамид – метанол – этилацетат –хлороформ – гексан Г) этилацетат – хлороформ – метанол – гексан – диметилформамид	А	Расчет физико-химических свойств углеводородов в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии.	6
4	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Что называют элюентом? А) поток жидкости или газа, прошедший через слой неподвижной фазы Б) неподвижную фазу В) поток жидкости или газа, перемещающий анализируемые вещества вдоль неподвижной фазы Г) смесь анализируемых веществ	В	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6
5	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Что можно сказать об эффективности и селективности колонки и условий хроматографирования смеси двух компонентов по представленной хроматограмме?	А	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6

	 А) Высокие эффективность и селективность Б) Высокая селективность, но низкая эффективность В) Низкая селективность, но высокая эффективность Г) Низкие эффективность и селективность			
6	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Что понимают под теоретической тарелкой в хроматографии? А) виртуальную зону сорбента, где достигается квазиравновесие между сорбируемым компонентом и сорбентом Б) зону сорбента, где поглощается основное содержание сорбируемого вещества В) зону сорбента, где поглощается только элюент Г) объем зоны сорбента, кратный всему объему сорбента в колонке	А	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6
7	**Прочитайте вопрос и дополните фразу:** Метод анализа и физико-химического исследования, при котором наряду с хроматографическим разделением веществ осуществляются их химические превращения это - _____	Реакционная хроматография	Расчет физико-химических свойств углеводоров в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии.	6
8	**Прочитайте текст вопроса и выберите 3 правильных ответа:** В жидкостной хроматографии в качестве детектора могут быть применены	В,Г,Д	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.	6

	А) пламенно-ионизационный детектор Б) катарометр В) УФ-спектрофотометр Г) рефрактометр Д) амперметр Е) детектор электронного захвата			
9	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** С помощью какой характеристики проводят качественную идентификацию веществ в газовой хроматографии? А) по площади хроматографического пика Б) по времени удерживания анализируемого компонента В) по времени нахождения компонента в испарителе хроматографа Г) по времени пребывания анализируемого компонента в подвижной фазе	Б	Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.	6
10	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** При каком значении критерия разделения R происходит полное разделение компонентов? А) 0; Б) 1; В) 10; Г) 2.	Б	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6
11	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Объем удерживания вычисляется по формуле: А) $V_R = T_R \cdot V$; Б) $V_R = H \cdot V$; В) $V_R = \mu \cdot V$; Г) $V_R = L \cdot V$.	А	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6
12	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Что такое изотерма адсорбции? А) зависимость количества адсорбированного вещества от его концентрации в растворе (газовой фазе) в состоянии равновесия Б) изменение концентрации	А	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6

<table>
<tr><td></td><td>адсорбированного вещества при изменении температуры
В) изменение концентрации адсорбированного вещества при изменении давления</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>13</td><td>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:

Как провести качественный анализ смеси спиртов на газовом хроматографе?
А) Получить хроматограмму смеси, по справочным данным определить качественный состав
Б) Получить хроматограммы смеси и стандартов спиртов. Сравнив времена удержания определить качественный состав
В) Получить хроматограмму смеси, определить площадь каждого пика и методом нормировки определить состав
Г) Эта задача невыполнима на газовом хроматографе</td><td>Б</td><td>Расчет физико-химических свойств углеводородов в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии.</td><td>6</td></tr>
<tr><td>14</td><td>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:

Идентификацию веществ методом ГЖХ проводят по
А) форме пика
Б) высоте пика
В) ширине пика
Г) совпадению времен удерживания вещества и его СО
Д) числу теоретических тарелок</td><td>Г</td><td>Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.</td><td>6</td></tr>
<tr><td>15</td><td>Прочитайте текст задачи и дайте правильный ответ:

Определите массовую долю (%) пропана в газовой смеси по следующим данным:
<table><tr><td>Компонент</td><td>Пропан</td><td>Бутан</td><td>Пентан</td><td>Циклогексан</td></tr><tr><td>S, мм^2</td><td>175</td><td>203</td><td>182</td><td>35</td></tr><tr><td>k</td><td>0,68</td><td>0,68</td><td>0,69</td><td>0,85</td></tr></table>Ответ:_____</td><td>28,6</td><td>Газовая хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография.</td><td>6</td></tr>
<tr><td>16</td><td>Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:

Как изменятся параметры</td><td>В</td><td>Теоретические основы хроматографии. Роль и место</td><td>6</td></tr>
</table>

	хроматографического пика, если уменьшить скорость газа-носителя через колонку (при прочих постоянных условиях)? А) Время удержания уменьшится, площадь пика не изменится Б) Время удержания не изменится, площадь пика уменьшится В) Время удержания увеличится, высота пика уменьшится Г) Время удержания увеличится, высота пика не изменится Д) Никак не изменятся		хроматографических методов в отраслях химических производств.	
17	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** От чего в первую очередь зависит высота хроматографического пика на хроматограмме при неизменном режиме работы хроматографа? А) от наличия посторонних компонентов в пробе Б) от концентрации анализируемого вещества В) от природы газа-носителя Г) от природы сорбента-поглотителя	Б	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6
18	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Качественный и количественный анализ в ХМС проводят по: А) Молекулярному иону Б) Характеристическому иону В) Изотопному иону Г) По характеристической потере	Б	Расчет физико-химических свойств углеводородов в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-спектрометрии.	6
19	**Прочитайте вопрос и дополните фразу:** Метод химической модификации анализируемых веществ, за счет преобразования аналита в форму, которая будет более летучей, термически стабильной и удобной для разделения и детектирования в газовой хроматографии это - _____	Дериватизация	Расчет физико-химических свойств углеводородов в смеси из хроматографических данных. Реакционная хроматография. Дериватизация. Основы хромато-масс-	6

			спектрометрии.	
20	**Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ:** Какова цель калибровки детектора хроматографа стандартами вещества известных концентраций? А) построение калибровочного графика для целей количественного анализа Б) определение времен удерживания для целей качественного анализа В) оценка возможности проведения качественного анализа Г) очистка колонки от присутствия посторонних компонентов Д) калибровка не нужна. Можно воспользоваться справочными данными.	А	Теоретические основы хроматографии. Роль и место хроматографических методов в отраслях химических производств.	6

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций. Описание шкал оценивания

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с таблицей 2, процедура оценивания представлена в таблице 3 и реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение 1 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения (таблица 2).

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Таблица 1

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

	Наименование оценочного средства	**Периодичность и способ проведения процедуры**	**Методы оценивания**	**Виды выставляемых оценок**	**Способ учета индивидуальных достижений,**
1	Опрос	Систематически на лабораторных занятиях (устно)	Экспертный	Зачет, незачет	рабочая книжка преподавателя
2	Опрос	Систематически на практических занятиях (письменно и устно)	Экспертный	По пятибальной шкале	рабочая книжка преподавателя
3	Зачет	По окончании изучения курса (письменно)	Экспертный	Зачет, незачет	ведомость, зачетная книжка и учебная карточка, индивидуальный план

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) представлены в карте компетенции ОПОП.

Форма оценки знаний: оценка – «зачет», «незачет».

На этапе текущей аттестации для практических занятий используется пятибальная система оценки знаний. Форма оценки знаний: оценка - 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно». Лабораторные работы оцениваются: «зачет», «незачет». Возможно использование балльно-рейтинговой оценки.

Шкала оценивания

«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на *70%* и более оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций 86% более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно»: студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на *70%* и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «хорошо» и «отлично», при условии отсутствия оценки «неудовлетворительно», допускается оценка «удовлетворительно»: обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций *55%* и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» «Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем *55%* (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность.

Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (дескрипторов) системам оценок представлено в табл. 4

Таблица 2

Интегральная оценка

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
5	5	86 - 100
4	4	70-85
3	3	55-69
2 и 1	2, Незачет	0-55
5, 4, 3	Зачет	55-100

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Оценка «Удовлетворительно» по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

Типовая диагностическая работа по оценке компетенций включает 40 вопросов. Каждое задание оценивается в 1 балл.

Критерии перевода баллов

Количество набранных баллов	Процент правильных ответов	Оценка
свыше 30	свыше 75%	Отлично
26-30	от 65% до 75%	Хорошо
22-26	от 55% до 64%	Удовлетворительно
менее 22	менее 55%	Неудовлетворительно