

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.ДВ.05.02**  
(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Хроматографические методы анализа

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ ФГОС ВО)

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

(направленность (профиль))

Форма обучения: заочная

Год набора: 2019

**Распределение часов дисциплины по курсам и видам занятий (по учебному плану)**

Количество ЗЕТ	4						
Часов по РУП	144						
Виды контроля на курсах	Экзамены	Зачеты	Курсовые проекты	Курсовые работы	Контрольные работы (для заочной формы обучения)		
		4					
	№№ курса						
	1	2	3	4	5	6	Итого
ЗЕТ по курсам				4			4
Лекции				6			6
Лабораторные				6			6
Практические				6			6
Промежуточная аттестация				0,25			0,25
Контактная работа				18,25			18,25
Сам. работа				122			122
Контроль				3,75			3,75
Итого				144			144

Тольятти, 2019

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВПО/ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ ФГОС ВО)

**Рецензирование рабочей программы дисциплины:**



Отсутствует



Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры «Химия, химические процессы и технологии» (протокол заседания № 1 от «06» сентября 2018 г.).



Рецензент

(должность, ученое звание, степень)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)

(И.О. Фамилия)

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «06» сентября 2023 г.**

**Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:**

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

(выпускающей направление (специальность))

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

(подпись)

М. В. Кравцова

(И.О. Фамилия)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой «Химия, химические процессы и технологии»

(разработавшей РПД)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Г. И. Остапенко

**АННОТАЦИЯ**  
**дисциплины (учебного курса)**  
**Б1.В.ДВ.05.02 Хроматографические методы анализа**  
(индекс и наименование дисциплины (учебного курса))

**1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)**

Цель – формирование знаний и понятий по основным вопросам хроматографии, умений и навыков экспериментальной работы.

Задачи:

1. Сформировать теоретический фундамент современных хроматографических методов анализа.
2. Познакомить студента с основными хроматографическими методами анализа, фактическим материалом по анализу химических и биохимических объектов.
3. Познакомить студента с алгоритмом вычислений и расчетов, используемых в практике хроматографических измерений.
4. Сформировать умения и навыки экспериментальной работы, самостоятельной работы с научно-технической литературой.
5. Развить способности к творчеству, в том числе к научно-исследовательской работе, и выработать потребность к самостоятельному приобретению знаний.

**2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть, дисциплины по выбору).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – «Общая и неорганическая химия»; «Органическая химия»; «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Физико-химические методы анализа».

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – «Экологическая экспертиза», «Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг».

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с способностью участвовать в совершенствовании	ПК-1.1. Проводит контроль качества сырья, промежуточных и готовых продуктов химико-технологического процесса на соответствие технологическим	Знать: - основные принципы и методы качественного и количественного хроматографического анализа; аппаратное оформление хроматографического исследования.
		Уметь: - подбирать оптимальные условия

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	требованиям	проведения хроматографического процесса
		Владеть: - методиками поиска подходящего варианта разделения веществ; способами оценки погрешности физико-химического эксперимента

### Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

<b>Раздел, модуль</b>	<b>Подраздел, тема</b>
Модуль 1. Газохроматографический анализ	Основные понятия. Терминология. Классификация методов ГХ. Основные узлы газохроматографической аппаратуры. Детекторы. Основные параметры хроматографического пика. Теория ВЭТТ. Причины уширения пика. Кривая Ван-Деемтера. Определение оптимальных условий газохроматографического удерживания. Виды неподвижных фаз. Классификация сорбентов и сорбатов. Механизмы удерживания в газовой хроматографии. Методы качественного и количественного анализа.
Модуль 2. Методы жидкостной хроматографии	Основные термины и понятия. Аппаратура для жидкостной хроматографии. Детекторы. Варианты жидкостной хроматографии. Виды неподвижных фаз для ЖХ. Растворители для ВЭЖХ. Полярность растворителя, элюотропный ряд. Механизмы удерживания. Ионная хроматография. Ион-парный вариант ВЭЖХ. Мицеллярная и эксклюзионная хроматография. Гидрофильная хроматография. Хроматография с переносом заряда. Тонкослойная хроматография (ТСХ).
Модуль 3. Гибридные методы хроматографии	Сверхкритическая флюидная хроматография. Капиллярный электрофорез. Хроматография с масс-спектрометрией, АЭ-спектрометрией, другие гибридные методы хроматографии.

**Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 4 ЗЕТ.**

#### 4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса) Хроматографические методы анализа

Курс изучения 4

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Реком ендуе мая литер атура (№)
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных и практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательн ую технологию	в часах	формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
Газохром атографи ческий анализ	<b>Лекция №1.</b> Основные понятия. Терминология. Классификация методов ГХ. Основные узлы газохроматографической аппаратуры.	2				Вебинар на онлайн- площадке, дискуссия в чате вебинара	12	Изучение видеолекции по итогам вебинара, тесты для самоконтроля	Компьютер либо планшет либо смартфон	ПТ 1	1 - 2
	Детекторы. Основные параметры хроматографического пика. Теория ВЭТТ. Причины уширения пика. Кривая Ван-Деемтера..			2		Выполнение практических заданий с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	12	Самостоятельное выполнение практических заданий, контроль смены IP-адресов, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	ПТ 1	1 - 2
	Определение оптимальных условия газохроматографического удерживания. Виды неподвижных фаз. Классификация сорбентов и сорбатов.					Самостоятельн ое изучение рекомендуемых учебников	12	Самостоятельное изу- чение материалов учебников, анализ поведения обучаю- щихся при помощи LRS-системы и Experience API, анализ текущей успеваемости	LMS-система на основе Moodle, компьютер, либо план-шет, либо смартфон	ПТ 2	1 - 2

								при помощи БРС-рейтинга			
	<b>Лабораторное занятие №1.</b> Определение содержания примесей в техническом циклогексане методом внутренней нормализации		2			Выполнение лабораторных работ с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	12	Самостоятельное выполнение лабораторных заданий, контроль смены IP-адресов, анализ поведения студентов при помощи LRS-системы и Experience API, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Задания, проверяемые вручную	1 - 2
	<b>Лекция №2.</b> Механизмы удерживания в газовой хроматографии. Методы качественного и количественного анализа.	2		2		Изучение материала по рекомендуемой литературе с консультацией преподавателя на форуме. Выполнение практических заданий с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	12	Самостоятельное изучение материалов учебников, анализ поведения обучающихся при помощи LRS-системы и Experience API, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер, либо планшет, либо смартфон	ПТ 2	1 - 2
	<b>Лабораторное занятие №2.</b> Определение содержания массовой доли основного вещества в <i>n</i> -бутаноле методом внутреннего стандарта		2			Выполнение лабораторных работ с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	12	Самостоятельное выполнение лабораторных заданий, контроль смены IP-адресов, анализ поведения студентов при помощи LRS-системы и Experience API, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Задания, проверяемые вручную	1 - 2
Методы	<b>Лекция №3.</b>	2				Изучение мате-	12	Самостоятельное изу-	LMS-система	ПТ 3	1 - 2

жидкостной хроматографии	Основные термины и понятия. Аппаратура для жидкостной хроматографии. Детекторы. Варианты жидкостной хроматографии. Виды неподвижных фаз для ЖХ					риала по рекомендуемой литературе с консультацией преподавателя на форуме.		чение материалов учебников, анализ поведения обучающихся при помощи LRS-системы и Experience API, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	на основе Moodle, компьютер, либо план-шет, либо смартфон		
	Ионная хроматография. Ион-парный вариант ВЭЖХ. Мицеллярная и эксклюзионная хроматография. Гидрофильная хроматография. Хроматография с переносом заряда.					Самостоятельное изучение рекомендуемых учебников	12	Самостоятельное изучение материалов учебников, анализ поведения обучающихся при помощи LRS-системы и Experience API, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер, либо план-шет, либо смартфон	ПТ 4	1 - 2
	<b>Лабораторное занятие №3.</b> Знакомство с работой жидкостного хроматографа		2			Выполнение лабораторных работ с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	12	Самостоятельное выполнение лабораторных заданий, контроль смены IP-адресов, анализ поведения студентов при помощи LRS-системы и Experience API, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Задания, проверяемые вручную	
Гибридные методы хроматографии	Сверхкритическая флюидная хроматография. Капиллярный электрофорез. Хроматография с масс-спектрометрией, АЭ-спектрометрией, другие гибридные методы хроматографии.			2		Самостоятельное изучение рекомендуемых учебников	12	Самостоятельное изучение материалов учебников, анализ поведения обучающихся при помощи LRS-системы и Experience API, анализ текущей успеваемости при	LMS-система на основе Moodle, компьютер, либо план-шет, либо смартфон	ПТ 5	1 - 2

								помощи БРС-рейтинга			
	Итоговый тест						2	Самостоятельное тестирование по банку тестовых заданий, анализ поведения тестирующихся при помощи LRS-системы и Experience API, контроль смены IP-адресов, удаленная аутентификация при помощи распознавания лиц, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Итоговый тест	
Всего		6	6	6			122				
Промежуточная аттестация		0,25									
Контроль		3,75									
Итого:		144									



## 5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Наименования учебных мероприятий	Типы учебных мероприятий	Количество баллов	Условия допуска	Критерии и нормы оценки
Индивидуальные задания (расчеты по лабораторной работе)	Выполнение и защита задания	5 баллов за лабораторную работу, всего 15 за 3 лабораторные работы	Подготовлен и переслан преподавателю полный отчет по заданию.	Задание выполнено неверно или выполнен не свой вариант, количество баллов – 0. Задание выполнено верно, но имеются замечания преподавателя, количество баллов – от 2 до 4. Задание выполнено верно и без замечаний, максимальное количество баллов – 5.
Промежуточный тест	Выполнение промежуточного теста	10 за каждый тест, всего 50 за 5 тестов	Допускаются все	Начисляются пропорционально правильным ответам
Итоговый тест	Выполнение итогового теста	До 35	Зачет по всем индивидуальным заданиям	Максимум 35 баллов
<b>Схема расчета итоговой оценки</b>			Сумма баллов по всем индивидуальным заданиям и итоговому тесту максимум 100 баллов	

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Зачет (по накопительному рейтингу)	Допускаются все студенты	«зачтено»	студент набрал 40 и более баллов по накопительному рейтингу
		«не зачтено»	студент набрал менее 40 баллов по накопительному

## 6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

Данный раздел учебным планом не предусмотрен

## 7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

Данный раздел учебным планом не предусмотрен

## 8. Вопросы к зачету

№ п/п	Вопросы к зачету
1	История хроматографии. Современное определение хроматографического процесса. Принцип.
2	Классификации хроматографических процессов: по типу агрегатного состояния фаз, по способу перемещения сорбатов, по природе процесса разделения, по цели исследования.
3	Колоночная хроматография. Основные процессы, протекающие в колонке. Хроматограмма и что она дает.
4	Представления о теоретических тарелках. Уравнение Ван-Деемтера.
5	Зависимость Энделя и Халаша. Уравнение Дарси.
6	Основные характеристики хроматографического удерживания.
7	Аппаратура (система насосов, ввод пробы, хроматографическая колонка, детектор, преимущества интеграторов).
8	Газовая хроматография. Принцип. Аппаратура. Система подачи газа.
9	Колонки для газовой хроматографии, выбор колонки.
10	Ввод пробы в газовой хроматографии
11	Газохроматографические детекторы.
12	Источники размывания хроматографической зоны.
13	Комбинированные методы газовой хроматографии (масс-спектрометр, ГХ-ИК-Фурье, атомно-эмиссионный детектор, комбинация ЖХ-ГХ).
14	Газожидкостная хроматография (ГЖХ).
15	Основные типы неподвижных жидких фаз
16	Аналитические возможности метода ГЖХ
17	Газоадсорбционная хроматография (ГАХ)
18	Адсорбенты, применяемые в ГАХ
19	Аналитические возможности метода ГАХ
20	Жидкостная хроматография низкого и высокого давления
21	Схема жидкостного хроматографа высокого давления
22	Удерживание в жидкостной хроматографии. Разрешение. Селективность. Эффективность хроматографической колонки.
23	Асимметрия пика в жидкостной хроматографии. Связь разрешения с селективностью, эффективностью и фактором удерживания.
24	Механизмы разделения в жидкостной хроматографии. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты хроматографии.
25	Влияние растворителя на удерживание в жидкостной хроматографии. Элюотропный ряд.
26	Зависимость удерживания от состава элюента. Уравнение Скотта.
27	Модели удерживания в ОФ ВЭЖХ
28	Модели удерживания в НФ ВЭЖХ.
29	Гидрофильная хроматография

30	Ионная хроматография.
31	Хроматография с переносом заряда.
32	Эксклюзионная хроматография.
33	Ион-парная и мицеллярная хроматография.
34	Тонкослойная хроматография (ТСХ) как вариант жидкостной хроматографии.
35	Адсорбционная и распределительная ТСХ.
36	Состав и структура сорбентов для ТСХ. Подготовка пластин.
37	Подготовка и нанесение проб в ТСХ. Проявление и обработка хроматограммы.
38	Сравнение ТСХ и ВЭЖХ, перспективы метода.
39	Сверхкритическая флюидная хроматография. Физические основы.
40	Оборудование, подвижные и стационарные фазы для сверхкритической флюидной хроматографии, детекторы.
41	Область применения СКФХ. Понятие о сверхкритической флюидной экстракции.
42	Капиллярный электрофорез. Физические основы и принцип разделения.
43	Оборудование, детектирование в капиллярном электрофорезе. Примеры использования.
44	Основные методы качественного анализа.
45	Основные методы количественного анализа.
46	Хромато-масс-спектрометрия

## 9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 9.1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Модуль 1. Газохроматографический анализ	ПК-1	Тесты и расчет лабораторных работ Вопросы к зачету
2	Модуль 2. Методы жидкостной хроматографии	ПК-1	Тесты и расчет лабораторных работ Вопросы к зачету
3	Модуль 3. Гибридные методы хроматографии	ПК-1	Тесты Вопросы к зачету

### 9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный перечень вопросов для проведения тестирования:

1. Дайте определение хроматографии.
2. Какие особенности хроматографии позволяют достичь лучшего разделения веществ с близкими свойствами по сравнению с другими методами разделения.
3. Перечислите способы получения хроматограмм. Что используется в качестве элюентов в каждом из способов?

4. Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их хроматографического разделения?
5. Что такое индексы удерживания? Какие системы индексов удерживания используют в хроматографии (преимущественно в газовой)?
6. Перечислите способы количественного анализа в хроматографии. Сравните их между собой.
7. Перечислите основные положения концепции теоретических тарелок. В чем ее недостатки?
8. Как оценивают эффективность хроматографической колонки? Как величина эффективности отражается на форме хроматографического пика?
10. Какая из теорий хроматографии дает основу для оптимизации эффективности хроматографической колонки?
11. Какие типы колонок используют в хроматографии? Сравните их между собой.
12. Как зависит высота, эквивалентная теоретической тарелке, от скорости потока подвижной фазы: а) для насадочных (набивных) колонок и капиллярных колонок в газовой хроматографии; б) для насадочных колонок в газовой и жидкостной хроматографии?
13. Как влияет форма изотермы сорбции на форму хроматографического пика?
14. Какая величина используется в хроматографии для оптимизации условий хроматографического разделения?
15. От каких факторов зависит величина разрешения?
16. Какие варианты газовой хроматографии вы знаете? Сравните их возможности, укажите область применения.
17. В чем преимущества капиллярной газовой хроматографии? Чем они определяются?
18. Сравните два режима разделения в газовой хроматографии – изотермический и программирование температуры.
19. Перечислите детекторы в газовой хроматографии.
20. На чем основано получение сигнала при использовании катарометра? Почему в этом случае теплопроводность газа-носителя должна быть как можно большей?
21. Какой газ-носитель следует выбрать при использовании катарометра: а) для определения низких концентраций метана, окиси углерода или кислорода; б) водорода?
22. На чем основано получение сигнала при использовании ионизационных детекторов? Сравните принцип работы пламенно-ионизационного детектора и детектора электронного захвата.
23. Объясните принцип работы фото-ионизационного детектора в газовой хроматографии. В чем его достоинства?
24. Перечислите преимущества масс-спектрометрического детектора. Объясните принцип его работы.
25. С какой целью в газовой хроматографии используют системы с двумя последовательно соединенными детекторами? По какому принципу эти детекторы выбирают?
26. Что такое – реакционная газовая хроматография? Какие Вы знаете варианты метода? В чем преимущества и недостатки реакционной газовой хроматографии?
27. Какие аналитические задачи позволяет решать метод газовой хроматографии?
28. Можно ли определять неорганические соединения с использованием газовой хроматографии? Какие варианты метода используют для этого?
29. Перечислите особенности и преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Какие варианты метода используют в аналитической практике?

30. Какие сорбенты используют в ВЭЖХ? Каким требованиям они должны отвечать?
31. Почему наиболее популярные сорбенты в ВЭЖХ – силикагель и, особенно, модифицированные силикагели? Как проводят модификацию силикагеля?
32. Перечислите требования к подвижной фазе в ВЭЖХ.
33. Чем определяется элюирующая способность подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
34. Как подбирают состав подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
35. Что такое градиентный режим элюирования? Какими преимуществами он обладает по сравнению с изократическим элюированием?
36. Как влияет температура на эффективность и селективность разделения в жидкостной хроматографии?
37. Сравните два варианта адсорбционной ВЭЖХ – нормально-фазовый и обращенно-фазовый.
38. Какие модели можно использовать для описания механизма разделения веществ в нормально-фазовой хроматографии?
39. Какими закономерностями описывается удерживание веществ в обращенно-фазовой ВЭЖХ?
40. Что такое – ион-парная обращенно-фазовая ВЭЖХ? Какие неподвижные и подвижные фазы используют в данном варианте хроматографии?
41. Как повысить (понижить) элюирующую способность подвижной фазы в нормально-фазовой, обращенно-фазовой и ион-парной хроматографии?
42. Перечислите основные детекторы, которые используют в ВЭЖХ.
43. Сравните принцип работы и возможности применения спектрофотометрического и флуориметрического детекторов в ВЭЖХ.
44. Какие вещества можно определять при использовании амперометрического детектора? На чем основано получение сигнала при использовании этого детектора?
45. Дайте определение ионной хроматографии.
46. Требования к ионообменникам в ионной хроматографии. Как их синтезируют?
47. Как проводят разделение анионов (катионов) двухколоночной ионной хроматографией? В чем состоит роль подавляющей колонки (системы)?
48. Перечислите достоинства и недостатки планарной (тонкослойной) хроматографии (ТСХ).
49. Перечислите варианты элюирования компонентов в ТСХ.
50. Какие Вы знаете способы идентификации веществ в ТСХ.
51. Какие приемы используют для количественного определения компонентов в тонкослойной хроматографии?
52. Как можно повысить эффективность разделения компонентов в планарной (тонкослойной хроматографии).
53. На чем основано разделение веществ в методе капиллярного электрофореза (КЭ).
54. Какие варианты капиллярного электрофореза Вы знаете? Чем определяется время миграции веществ в КЭ?
55. В чем причина возникновения электроосмотического потока (ЭОП)? Какие факторы влияют на его направление и величину?
56. Укажите направление движения ЭОП, катионов и анионов в немодифицированном кварцевом капилляре при приложении напряжения.
57. Как можно обратить ОЭП? Для чего используют этот прием в КЭ?
58. Укажите направление движения ЭОП, катионов, анионов в модифицированном капилляре при приложении напряжения. Нарисуйте общий вид электрофореграммы.

## Типы расчетных задач

### *Качественный анализ*

1. Расчет характеристик удерживания (мертвый удерживаемый объем, объемная скорость газа-носителя, линейная скорость газа-носителя, поправочные коэффициенты на перепад давления, приведенные характеристики удерживания, коэффициенты емкости, относительные характеристики удерживания, индексы удерживания, константы Роршнайдера и Мак-Рейнольдса).

2. Расчет характеристик колонки (число теоретических тарелок, число эффективных тарелок, высота, эквивалентная теоретической тарелке, высота, эквивалентная эффективной тарелке, зависимость эффективности от скорости потока подвижной фазы, приведенные высота и скорость потока подвижной фазы, критерий разделения, необходимое для разделения число тарелок, число разделения, толщина пленки в капиллярной колонке, проницаемость, максимально допустимое количество вводимой пробы, свободное сечение колонки, влияние внеколоночного пространства).

### *Количественный анализ*

1. Свойства детектора (отклик детектора, чувствительность детектора, концентрация и массовая скорость потока сорбата в максимуме пика, пороговая чувствительность детектора, предел обнаружения, зависимость отклика от количества анализируемого вещества)

2. Рабочие методы количественного анализа (метод абсолютной калибровки, метод внутреннего стандарта, метод стандартной добавки, метод внутренней нормализации, метод двойного внутреннего стандарта)

### *Применение хроматографии для определения физико-химических величин*

1. Константа распределения
2. Термодинамические величины (изменения энергии Гиббса, энтальпии, энтропии, смешанные вириальные коэффициенты)
3. Расчет температур кипения
4. Расчет изотерм сорбции
5. Определение поверхности адсорбента

## 9.2.1. Образцы промежуточных тестов

1. Что такое адсорбция?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) поглощение вещества поверхностью другого вещества
- 2) растворение компонента в объеме реагента
- 3) поглощение вещества объемом другого вещества
- 4) распределение вещества между двумя фазами

2. Что означает слово «хроматография» в дословном переводе?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) «цветопись»
- 2) «исследование соединений хрома»
- 3) «разложение по цвету»
- 4) «описание химии окрашенных соединений»

3. Термины «адсорбция» и «абсорбция» различны?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) да, это разные понятия
- 2) нет, это синонимы
- 3) термина «абсорбция» не существует

- 4) понятие «адсорбция» шире понятия «абсорбция»
4. В понятии «теоретическая тарелка», используемом в теории хроматографии, термин «тарелка»  
Выберите один из 4 вариантов ответа:
- 1) позаимствован из процесса ректификации
  - 2) позаимствован из процесса приемки радиоволн
  - 3) обусловлен сходством устройства с тарелкой, как видом посуды
  - 4) позаимствован из процесса экстракции
5. Деление хроматографии на газовую и жидкостную обусловлено  
Выберите один из 4 вариантов ответа:
- 1) агрегатным состоянием подвижной фазы
  - 2) агрегатным состоянием неподвижной фазы
  - 3) агрегатным состоянием вводимой пробы
  - 4) в хроматографии нет такого деления
6. Раскройте определение следующих хроматографических понятий  
Укажите соответствие для всех 4 вариантов ответа:
- 1) элюент
  - 1) подвижная фаза
  - 2) сорбент
  - 2) неподвижная фаза
  - 3) сорбат
  - 3) компонент пробы, введенный в колонку
  - 4) элюат
  - 4) подвижная фаза с компонентами пробы
7. Полярные соединения - это  
Выберите один из 4 вариантов ответа:
- 1) соединения, в которых существует разделение зарядов, характеризующее дипольным моментом
  - 2) вещества, существующие только при низкой температуре
  - 3) вещества, проводящие электрический ток
  - 4) вещества, поляризуемые при наложении электрического тока
8. Качественный анализ - это  
Выберите один из 4 вариантов ответа:
- 1) установление состава пробы
  - 2) определение качества продукции
  - 3) анализ, проведенный согласно ГОСТам и нормативам
  - 4) анализ, проведенный на высоком экспериментальном уровне с использованием новейших хроматографических приборов
9. Основоположителем хроматографии является  
Выберите один из 5 вариантов ответа:
- 1) М.С. Цвет
  - 2) Ван-Деемтер
  - 3) М.С. Вигдергауз
  - 4) А.А. Жуховицкий
  - 5) А. Мартин

10. Какую информацию нельзя получить из хроматограммы?  
Выберите один из 6 вариантов ответа:
- 1) время пребывания вещества в колонке
  - 2) высоту пика
  - 3) ширину пика
  - 4) площадь пика
  - 5) оценку асимметрии
  - 6) число функциональных групп в соединении
11. Расположите данные параметры по возрастанию их значений  
Укажите порядок следования всех 4 вариантов ответа:
- 1) мертвое время удерживания
  - 2) время удерживания
  - 3) чистое время удерживания
  - 4) удерживаемый объем
12. Отметьте параметры, необходимые для расчета фактора удерживания  
Выберите несколько из 5 вариантов ответа:
- 1) время удерживания
  - 2) мертвое время
  - 3) ширина пика на полувысоте
  - 4) ширина пика у основания
  - 5) высота пика
13. Эффективность разделения оценивается в хроматографии по  
Выберите несколько из 5 вариантов ответа:
- 1) числу теоретических тарелок
  - 2) по высоте, эквивалентной теоретической тарелке
  - 3) по селективности разделения
  - 4) по разрешению пиков
  - 5) по величине мертвого времени колонки
14. Кривая Ван-Деемтера представляет собой  
Выберите один из 5 вариантов ответа:
- 1) зависимость высоты, эквивалентной теоретической тарелке от скорости подвижной фазы
  - 2) зависимость скорости подвижной фазы от высоты, эквивалентной теоретической тарелке
  - 3) зависимость высоты пика от скорости подвижной фазы
  - 4) зависимость скорости подвижной фазы от высоты пика
  - 5) зависимость высоты пика от высоты, эквивалентной теоретической тарелке
15. Кривая Ван-Деемтера позволяет выбрать  
Выберите один из 5 вариантов ответа:
- 1) оптимальную скорость подвижной фазы
  - 2) оптимальную селективность разделения
  - 3) оптимальное уширение пика
  - 4) оптимальное время удерживания пика
  - 5) оптимальную неподвижную фазу
16. Прочитайте определение хроматографии. "Хроматография - это процесс разделения веществ путем их перераспределения между двумя несмешивающимися



фазами засчет многократно повторяющихся актов сорбции и десорбции." Является ли это определение полным?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) Нет, указано необходимое, но не достаточное условие
- 2) Да, в этом и есть суть хроматографического процесса
- 3) Это определение совсем не соответствует процессу хроматографии
- 4) Это определение полное, но в нем допущена ошибка: фазы могут

смешиваться

17. Детектор - это устройство, главной задачей которого является

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) обнаружение чего-либо
- 2) описание чего-либо
- 3) усиление сигнала
- 4) разделение компонентов

18. Термостат - это устройство, предназначенное для

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) поддержания постоянной температуры
- 2) защиты элемента от перегрева
- 3) поддержания постоянного напряжения в детекторе
- 4) поддержания постоянного сопротивления в записывающем устройстве

19. 19.Проклассифицируйте основные газохроматографические детекторы по их селективности

Укажите соответствие для всех 4 вариантов ответа:

- 1) Пламенно-ионизационный детектор (ПИД)
- 1) Селективный
- 2) Детектор по теплопроводности (ДТП), он же катарометр
- 2) Универсальный
- 3) Азотно-фосфорный детектор (АФД)
- 3) Специфический
- 4) Рефрактометрический
- 4) Не газохроматографический

20. Выберите деструктивные детекторы

Выберите несколько из 6 вариантов ответа:

- 1) Пламенно-ионизационный детектор (ПИД)
- 2) Детектор по теплопроводности (ДТП), он же катарометр
- 3) Азотно-фосфорный детектор (АФД)
- 4) Детектор электронного захвата (ДЭЗ)
- 5) Фото-ионизационный детектор (ФИД)
- 6) Пламенно-фотометрический детектор (ПФД)

### 9.3. Комплект расчетов по лабораторным работам

**Лабораторная работа №1 «Определение содержания примесей в техническом циклогексане методом внутренней нормализации»**

Рассчитайте по методу нормализации содержание технического циклогексана и примесей, если в результате эксперимента получены следующие данные:

Площадь пика циклогексана - 1345 мм<sup>2</sup>

Площадь примеси 1 – 4,08 мм<sup>2</sup>  
Площадь примеси 2 – 5,43 мм<sup>2</sup>  
Площадь примеси 3 – 4,12 мм<sup>2</sup>

*Контрольные вопросы:*

1. В чем состоит сущность метода внутренней нормализации?
2. Каковы ограничения применения метода нормализации площадей?
3. В чем состоит отличие потокового детектора от концентрационного, интегрального от дифференциального? Привести примеры.
4. От чего зависит чувствительность катарометра?
5. Какие газы предпочтительно использовать при работе на хроматографе с катарометром? Почему?
6. Дать определение понятиям чувствительности детектора, селективности детектора, предела обнаружения, ЛДД.

### **Лабораторная работа №2 «Определение содержания массовой доли основного вещества в *n*-бутаноле методом внутреннего стандарта»**

Определите содержания *n*-бутанола в пробе по методу внутреннего стандарта по следующим данным:

Взято <i>n</i> -бутанола, г	12,7500
Внесено стандарта, г	1,2530
$S_{\text{бутанола}}$ , мм <sup>2</sup>	307
$k_{\text{бутанола}}$	1,01
$S_{\text{стандарта}}$ , мм <sup>2</sup>	352
$k_{\text{стандарта}}$	1,02

*Контрольные вопросы:*

1. В чем сущность метода внутреннего стандарта, его достоинства и недостатки перед методами внутренней нормализации и абсолютной градуировки?
2. Какие требования необходимо соблюдать при анализе по методу внутреннего стандарта?
3. Как выполняется градуировка хроматографа по методу внутреннего стандарта?
4. Описать принцип действия ДИП?
5. От чего зависит чувствительность ДИП?
6. Описать принцип действия ПФД.
7. Описать принцип действия ЭЗД.
8. Описать принцип действия ТИД.

### **Лабораторная работа №3 «Знакомство с работой жидкостного хроматографа»**

На хроматограмме обнаружены пики *o*-ксилола, 1-этил-2-метилбензола, 1-изопропил-3-метилбензола, а также кумола. Высота пиков равна соответственно 128, 253, 27 и 58 мм. Ширина пиков на половине высоты 2.4, 5.8, 2.7 и 4.9 мм соответственно. Рассчитать процентное содержание компонентов в смеси.

*Контрольные вопросы:*

1. В чем сущность метода ВЭЖХ?
2. Что такое НФ и ОФ варианты ВЭЖХ?
3. Что такое фактор удерживания?

4. Какие вещества могут использоваться в качестве несорбирующихся компонентов в НФ и ОФ ВЭЖХ?
5. Какие детекторы используются в жидкостной хроматографии?
6. Для чего нужна дегазация элюента?
7. В чем сущность гидрофобной теории Хорвата?
8. Что такое гидрофильная хроматография?
9. Назовите варианты ВЭЖХ по механизму разделения.

## **10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)**

При реализации дисциплины «Хроматографические методы анализа» используется технология дистанционного обучения с формой обучения по сетевой технологии. Изучение курса происходит посредством самостоятельного изучения рекомендуемых учебно-методических материалов и сдачи тестов, с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет.

### ***Методические указания по освоению дисциплины***

## **МОДУЛЬ 1**

### ***Газохроматографический анализ***

**Темы лекционных занятий:** Основные понятия. Терминология. Классификация методов ГХ. Основные узлы газохроматографической аппаратуры. Детекторы.

Основные параметры хроматографического пика. Теория ВЭТТ. Причины уширения пика. Кривая Ван-Деемтера. Определение оптимальных условий газохроматографического удерживания.

Виды неподвижных фаз. Классификация сорбентов и сорбатов. Механизмы удерживания в газовой хроматографии. Методы качественного и количественного анализа.

**Темы лабораторных работ:** Проводятся лабораторные работы по газохроматографическому практикуму на газовых хроматографах в лаборатории хроматографии согласно лабораторному практикуму.

**Изучив данный модуль, студент должен:** сформировать представление о состоянии современного газохроматографического анализа, его возможностях, основных направлениях и тенденциях развития.

#### **Знать:**

- теоретические основы газовой хроматографии, основные методы качественного и количественного хроматографического анализа;
- аппаратное оформление газохроматографического процесса

#### **Уметь:**

- реализовывать методики хроматографического определения веществ в условиях газовой хроматографии, определять основные характеристики хроматографического процесса из хроматограммы; интерпретировать экспериментальные результаты
- подбирать оптимальные условия проведения хроматографического разделения

#### **Владеть:**

- методиками поиска подходящего варианта разделения веществ; способами оценки погрешности физико-химического эксперимента
- навыками работы на современном хроматографическом оборудовании.

### **Методические рекомендации по изучению темы**

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей

- Сформировать понимание физико-химических процессов удерживания сорбатов различного строения на различных по природе неподвижных фазах
- Ответить на контрольные вопросы:
  1. Дайте определение хроматографии.
  2. Какие особенности хроматографии позволяют достичь лучшего разделения веществ с близкими свойствами по сравнению с другими методами разделения.
  3. Перечислите способы получения хроматограмм. Что используется в качестве элюентов в каждом из способов?
  4. Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их хроматографического разделения?
  5. Что такое индексы удерживания? Какие системы индексов удерживания используют в хроматографии (преимущественно в газовой)?
  6. Перечислите способы количественного анализа в хроматографии. Сравните их между собой.
  7. Перечислите основные положения концепции теоретических тарелок. В чем ее недостатки?
  8. Как оценивают эффективность хроматографической колонки? Как величина эффективности отражается на форме хроматографического пика?
  9. Какая из теорий хроматографии дает основу для оптимизации эффективности хроматографической колонки?
  10. Какие типы колонок используют в хроматографии? Сравните их между собой.
  11. Как зависит высота, эквивалентная теоретической тарелке, от скорости потока подвижной фазы: а) для насадочных (набивных) колонок и капиллярных колонок в газовой хроматографии; б) для насадочных колонок в газовой и жидкостной хроматографии?
  12. Как влияет форма изотермы сорбции на форму хроматографического пика?
  13. Какая величина используется в хроматографии для оптимизации условий хроматографического разделения?
  14. От каких факторов зависит величина разрешения?
  15. Какие варианты газовой хроматографии вы знаете? Сравните их возможности, укажите область применения.
  16. В чем преимущества капиллярной газовой хроматографии? Чем они определяются?
  17. Сравните два режима разделения в газовой хроматографии – изотермический и программирование температуры.
  18. Перечислите детекторы в газовой хроматографии.
  19. На чем основано получение сигнала при использовании катарометра? Почему в этом случае теплопроводность газа-носителя должна быть как можно большей?
  20. Какой газ-носитель следует выбрать при использовании катарометра: а) для определения низких концентраций метана, окиси углерода или кислорода; б) водорода?
  21. На чем основано получение сигнала при использовании ионизационных детекторов? Сравните принцип работы пламенно-ионизационного детектора и детектора электронного захвата.
  22. Объясните принцип работы фото-ионизационного детектора в газовой хроматографии. В чем его достоинства?
  23. Перечислите преимущества масс-спектрометрического детектора. Объясните принцип его работы.
  24. С какой целью в газовой хроматографии используют системы с двумя последовательно соединенными детекторами? По какому принципу эти детекторы выбирают?

25. Что такое – реакционная газовая хроматография? Какие Вы знаете варианты метода? В чем преимущества и недостатки реакционной газовой хроматографии?
26. Какие аналитические задачи позволяет решать метод газовой хроматографии?
27. Можно ли определять неорганические соединения с использованием газовой хроматографии? Какие варианты метода используют для этого?

## МОДУЛЬ 2

### *Методы жидкостной хроматографии*

**Темы лекционных занятий:** Основные термины и понятия. Аппаратура для жидкостной хроматографии. Детекторы. Варианты жидкостной хроматографии. Виды неподвижных фаз для ЖХ. Растворители для ВЭЖХ. Полярность растворителя, элюотропный ряд. Механизмы удерживания. Ионная хроматография. Ион-парный вариант ВЭЖХ. Мицеллярная и эксклюзионная хроматография. Гидрофильная хроматография. Хроматография с переносом заряда. Тонкослойная хроматография (ТСХ).

**Темы лабораторных работ:** Проводятся лабораторные работы по жидкостной хроматографии в лаборатории хроматографии согласно лабораторному практикуму.

**Изучив данный модуль, студент должен:** сформировать представление о состоянии современной жидкостной хроматографии, в том числе ее тонкослойном варианте, о возможностях ВЭЖХ и ее применении в аналитической практике.

**Знать:**

- теоретические основы жидкостной хроматографии, основные методы качественного и количественного хроматографического анализа;
- аппаратное оформление процесса жидкостной хроматографии

**Уметь:**

- реализовывать методики хроматографического определения веществ в условиях жидкостной хроматографии, определять основные характеристики хроматографического процесса из хроматограммы; интерпретировать экспериментальные результаты
- подбирать оптимальные условия проведения хроматографического разделения

**Владеть:**

- методиками поиска подходящего варианта разделения веществ; способами оценки погрешности физико-химического эксперимента
- навыками работы на современном ВЭЖХ оборудовании.

### **Методические рекомендации по изучению темы**

**При освоении темы необходимо:**

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей
- Усвоить основные теории, объясняющие механизм удерживания в различных вариантах ВЭЖХ
- Обратить внимание на влияние природы элюента на удерживание сорбатов в условиях жидкостной хроматографии
- Ответить на контрольные вопросы:

1. Перечислите особенности и преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Какие варианты метода используют в аналитической практике?
2. Какие сорбенты используют в ВЭЖХ? Каким требованиям они должны отвечать?
3. Почему наиболее популярные сорбенты в ВЭЖХ – силикагель и, особенно, модифицированные силикагели? Как проводят модификацию силикагеля?
4. Перечислите требования к подвижной фазе в ВЭЖХ.
5. Чем определяется элюирующая способность подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
6. Как подбирают состав подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
7. Что такое градиентный режим элюирования? Какими преимуществами он обладает по сравнению с изократическим элюированием?
8. Как влияет температура на эффективность и селективность разделения в жидкостной хроматографии?
9. Сравните два варианта адсорбционной ВЭЖХ – нормально-фазовый и обращенно-фазовый.
10. Какие модели можно использовать для описания механизма разделения веществ в нормально-фазовой хроматографии?
11. Какими закономерностями описывается удерживание веществ в обращенно-фазовой ВЭЖХ?
12. Что такое – ион-парная обращенно-фазовая ВЭЖХ? Какие неподвижные и подвижные фазы используют в данном варианте хроматографии?
13. Как повысить (понижить) элюирующую способность подвижной фазы в нормально-фазовой, обращенно-фазовой и ион-парной хроматографии?
14. Перечислите основные детекторы, которые используют в ВЭЖХ.
15. Сравните принцип работы и возможности применения спектрофотометрического и флуориметрического детекторов в ВЭЖХ.
16. Какие вещества можно определять при использовании амперометрического детектора? На чем основано получение сигнала при использовании этого детектора?
17. Дайте определение ионной хроматографии.
18. Требования к ионообменникам в ионной хроматографии. Как их синтезируют?
19. Как проводят разделение анионов (катионов) двухколоночной ионной хроматографией? В чем состоит роль подавляющей колонки (системы)?
20. Перечислите достоинства и недостатки планарной (тонкослойной) хроматографии (ТСХ).
21. Перечислите варианты элюирования компонентов в ТСХ.
22. Какие Вы знаете способы идентификации веществ в ТСХ.
23. Какие приемы используют для количественного определения компонентов в тонкослойной хроматографии?
24. Как можно повысить эффективность разделения компонентов в планарной (тонкослойной хроматографии).

### МОДУЛЬ 3

#### *Гибридные методы хроматографии*

**Темы лекционных занятий:** Сверхкритическая флюидная хроматография. Капиллярный электрофорез. Хроматография с масс-спектрометрией, АЭ-спектрометрией, другие гибридные методы хроматографии.

**Изучив данный модуль, студент должен:** сформировать представление о современном состоянии гибридных методов в хроматографии, их возможностях, достоинствах и применении в аналитической практике.

**Знать:**

- теоретические основы СКФХ, капиллярного электрофореза, Хромато-масс-спектрометрии. Основные методы качественного и количественного хроматографического анализа;
- аппаратное оформление гибридных методов хроматографии

**Уметь:**

- сравнивать преимущества и недостатки вышеуказанных методов
- определять подходящий метод для решения конкретной задачи

**Владеть:**

- методиками поиска подходящего варианта разделения веществ; способами оценки погрешности физико-химического эксперимента

**Методические рекомендации по изучению темы**

**При освоении темы необходимо:**

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей
- Усвоить теоретические основы СКФХ, капиллярного электрофореза, хромато-масс-спектрометрии.
- Обратить внимание на аппаратное решение гибридных методов
- Ответить на контрольные вопросы:
  - 1. На чем основано разделение веществ в методе капиллярного электрофореза (КЭ).
  - 2. Какие варианты капиллярного электрофореза Вы знаете? Чем определяется время миграции веществ в КЭ?
  - 3. В чем причина возникновения электроосмотического потока (ЭОП)? Какие факторы влияют на его направление и величину?
  - 4. Укажите направление движения ЭОП, катионов и анионов в немодифицированном кварцевом капилляре при приложении напряжения.
  - 5. Как можно обратить ОЭП? Для чего используют этот прием в КЭ?
  - 6. Укажите направление движения ЭОП, катионов, анионов в модифицированном капилляре при приложении напряжения. Нарисуйте общий вид электрофореграммы.



## 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

### 11.1. Обязательная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1	Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Г. Ярышев [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Прометей, 2015. - 196 с. - ISBN 978-5-9906134-6-1.	Учебное пособие	ЭБС «IPRbooks»
2	Александрова Т.П. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. П. Александрова, А. И. Апарнев, А. А. Казакова. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 90 с. : ил. - ISBN 978-5-7782-2394-3.	Учебное пособие	ЭБС «IPRbooks»

### 11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видеопособия и др.)

- фонд научной библиотеки ТГУ:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
1	Конюхов В.Ю. Хроматография [Электронный ресурс] : учебник / В. Ю. Конюхов. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 222 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1333-1.	Учебник	ЭБС «Лань»
2	Сычев С.Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография [Электронный ресурс] : аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем : учеб. пособие / С. Н. Сычев, В. А. Гаврилина. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 255 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). -	Учебное пособие	ЭБС «Лань»

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
	ISBN 978-5-8114-1377-5.		
3	Хенке Х. Жидкостная хроматография [Электронный ресурс] : учебное пособие / Х. Хенке ; пер. с нем. Н. Е. Киреевой ; под ред. А. А. Демина. - Москва : Техносфера, 2009. - 263 с. : ил. - (Мир химии). - ISBN 978-5-94836-198-7.	Учебное пособие	ЭБС «IPRbooks»
4	Бёккер Ю. Хроматография [Электронный ресурс] : Инструментальная аналитика. Методы хроматографии и капиллярного электрофореза : монография / Ю. Бёккер ; пер. с нем. В. С. Куровой ; под ред. А. А. Кургановой. - Москва : Техносфера, 2009. - 468 с. : ил. - (Мир химии). - ISBN 978-5-94836-212-0.	Монография	ЭБС «IPRbooks»
5	Каратаева Е.С. Теоретические основы газовой хроматографии [Электронный ресурс] : монография / Е. С. Каратаева. - Казань : КНИТУ, 2015. - 268 с. - ISBN 978-5-7882-1856-4.	Монография	ЭБС «IPRbooks»
6	Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. И. Жебентяев. - 2-е изд., стер. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 206 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-006615-8.	Учебное пособие	ЭБС «ZNANIUM.COM»

- другие фонды:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
1	Голованов А.А. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Хроматографические методы анализа»	Учебно-методическое пособие	Методический кабинет кафедры «Химия, химические процессы и технологии»

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.М. Асаева  
(И.О. Фамилия)

«\_\_»\_\_\_\_20\_\_г.  
МП

### 11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Теория и практика хроматографии. Сайт хроматографистов. – Режим доступа: <http://www.chromatogramma.ru/>
- Литература (электронные версии книг) доступны на сайте Хроматография. – Режим доступа: <http://chromatography.narod.ru/book>
- Сорбционные и хроматографические процессы.- Электрон. версия журн. – Режим доступа к журналу: <http://www.chem.vsu.ru/sorbcr/archive.htm>
- Электронные версии статей в журнале Journal of Chromatography A. – Режим доступа к журналу <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00219673/>
- **Масс-спектрометрия.** Журнал публикует научные статьи, обзоры, учебные и справочные материалы по всем разделам теории и практики масс-спектрометрии. Входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Доступен полнотекстовый архив с 2004 по 2006 год: <http://www.vmsu.ru/ru/info/magazinold/>
- **Oriental Journal Of Chemistry.** Научный рецензируемый журнал открытого доступа. Страна: Индия. Язык: английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>

### 11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	1398	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standard	1398	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая).	445020 Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н ул. Белорусская, д. 16 Б	62,30	44

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м²	Количество посадочных мест
	для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А-215		позиция по ТП №19		
2	Лаборатория «Хроматография» А-209	Столы лабораторные, стол лабораторный с полкой , стол письменный , стол виброустойчивый. хроматограф Цвет4-67, хроматограф цвет 134 , хроматограф Агат31 , хроматограф цвет, хроматограф Кристалл2000, термостат VT8, генератор водорода , спектрофотометр КФК-3 , шейкер лабораторный Лабшейк 3585, шкаф вытяжной 1500ШВ шкаф для хим.реактивов ,стол с мойкой , весы электронные аналитические vibra , стол виброустойчивый, баллон с азотом , баллон с гелием, табуреты	445020 Самарская обл. г.Тольятти, ул.Белорусская , 16 Б, по ТП № 27	41,9	12

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>	<b>Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.</b>	<b>Площадь, м²</b>	<b>Количество посадочных мест</b>
		лабораторные, химическая посуда.			
3	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. УЛК-307	Столы ученические, переносной проектор, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом в сеть Интернет .	445020 Самарская обл. г.Тольятти, ул. Белорусская, 16-В, позиция по техпаспорту № 55	69,6	16
4	Компьютерный класс. Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет	445020 Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н ул.Белорусская , д. 14 Номер по ТП - 48	84,80	16

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	<p>курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Г-401</p>				