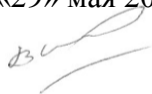


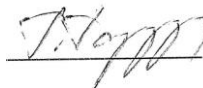
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Актуализировано:
на заседании кафедры аналитической химии
протокол № 18 от «29» мая 2017 г.
Зав. кафедрой



/В.Н. Майстренко

Согласовано:
Председатель УМК факультета /института



/ Г.Г. Гарифуллина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Хроматография

вариативная часть Б1.В.1.03

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

04.03.01. Химия

Направленность (профиль) подготовки

Физическая химия с углубленным изучением английского языка

Квалификация
бакалавр химик

Разработчик (составитель)

Доцент, к.х.н.



/ Гуськов В.Ю.

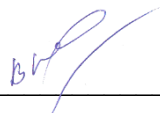
Для приема: 2016 г.

Уфа 2017 г.

Составитель / составители: Гуськов В.Ю.

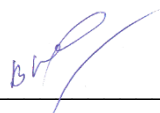
Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры аналитической химии протокол от «29» мая 2017 г. № 18

Заведующий кафедрой

 / Майстренко В.Н.

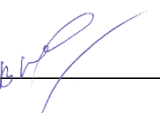
Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины (обновлены перечень основной и дополнительной литературы и лицензионное программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины), приняты на заседании кафедры аналитической химии, протокол № 18 от «21» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой

 / Майстренко В.Н.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины (обновлены перечень основной и дополнительной литературы и лицензионное программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины), приняты на заседании кафедры аналитической химии, протокол № 24 от «20» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой

 / Майстренко В.Н.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	11
4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)	16
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	17
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	17

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина способствует формированию следующих компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки ВО 04.03.01 – «Химия» (квалификация «Бакалавр»), которыми должен обладать выпускник:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
знания	теоретических основ базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	
	стандартных методов получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	основных методов синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов.	ПК-1 способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	
	стандартных методов применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
умения	решать типовые учебные задачи по основным (базовым) дисциплинам	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	
	проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	выполнять основные операции выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	ПК-1 способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	
	проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
Владения (навыки/ опыт деятельности)	навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	
	базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получе-	

		ния и исследования химических веществ и реакций	
	: навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	ПК-1 способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	
	базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	

2. Цель и место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Курс «Хроматография» относится к вариативной части Б1.В.1.03. Дисциплина читается на 3 году обучения в течение 5 семестра. Формой отчётности является экзамен.

Целями освоения дисциплины (модуля) «Хроматография» являются формирование профессиональной компетентности выпускника, получение знаний по хроматографическим методам анализа, принципам, положенных в их основу, разнообразием принципов, обуславливающих многообразие методов и использование информации, полученной в результате измерения свойств для установления количественного состава смеси, различных физико-химических свойств системы, включая и термодинамические свойства.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- физики
- физической химией
- коллоидной химии
- органической химии
- неорганической химии
- высокомолекулярных соединений

Эта взаимосвязь с другими науками, а также отраслями промышленности является, таким образом, одной из существенных особенностей курса «Хроматография». Поэтому, для успешного усвоения материала студент должен иметь прочные знания по указанным дисциплинам.

Программа составлена таким образом, чтобы студенты при изучении строения и свойств соединений получили целостное представление о физических методах исследования. Освоение основ «Физических методов исследования» необходимо при изучении таких дисциплин, как «Органическая химия», «Физическая химия», «Строение вещества» и др.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1

4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ООП и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Первый этап (уровень)	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	Затрудняется в определении базовых понятий и формулировке основных законов химии	Имеет представление о содержании отдельных химических дисциплин, знает терминологию, основные законы химии, но допускает неточности в формулировках	Имеет представление о содержании основных учебных курсов по химии, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	Имеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
Второй этап (уровень)	Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	Не умеет	Умеет интерпретировать результаты относительно простых химических процессов с использованием общих представлений и закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	Умеет составлять схемы процессов с использованием знаний основных химических дисциплин, но допускает отдельные неточности при формулировке условий осуществления таких процессов	Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
	Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	Не умеет	Умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии	Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов химии	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов химии

Третий этап (уровень)	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Не владеет	Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала по основным химическим дисциплинам	Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы по основным химическим дисциплинам и обсуждения освоенного материала	Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам
-----------------------	---	------------	---	---	---

Код и формулировка компетенции

ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Первый этап (уровень)	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Затрудняется в выборе метода получения, идентификации и исследования свойств указанного вещества, не знает требований к оформлению результатов эксперимента и норм ТБ	Имеет общее представление о методах получения, идентификации и исследования свойств отдельных классов веществ, правилах безопасного обращения с ними и способах представления результатов эксперимента	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила ТБ при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента, но допускает отдельные неточности	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента
Второй этап (уровень)	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Не умеет	Умеет проводить одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта менее 50% от заявленного в методике; анализ полу-	Умеет проводить одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта более 50% от заявленного; идентификацию и исследование	Умеет выполнять демонстративные опыты по химии; одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта согласно заявленному в методике; проводить комплексный

			ченного вещества одним из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформлении протокола эксперимента	свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний	анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями
Третий этап (уровень)	Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	Не владеет	Владеет базовыми навыками синтеза, идентификации и изучения свойств несложных веществ	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов

Код и формулировка компетенции

ПК- 1 Способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Первый этап (уровень)	Знать: основные методы синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов.	Фрагментарные представления о методах работы в лаборатории	Неполные представления о основных приемах и методах работы в лаборатории	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов.	Сформированные систематические знания о методах синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов.
Второй этап (уровень)	Уметь: выполнять основные операции выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	Фрагментарное умение выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	В целом успешное, но не систематическое умение выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	В целом успешное умение выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам, но отдельные операции вызывают затруднения	Успешное и систематическое умение выполнять стандартные лабораторные операции.
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками выпол-	Фрагментарное	Владение навыками	В целом успешное, но	Успешное и систематиче-

	нения стандартных операций по предлагаемым методикам	владение навыками работы на стандартном оборудовании	работы на стандартном оборудовании	содержащее отдельные пробелы владения навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	ское владение навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам
--	--	--	------------------------------------	--	--

Код и формулировка компетенции

ПК-2 Владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Первый этап (уровень)	Знать: стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Затрудняется в выборе метода применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств указанного вещества, не знает требований к оформлению результатов эксперимента и норм ТБ, но допускает ошибки	Имеет общее представление о методах применения современной аппаратуры при изучении свойств отдельных классов веществ, правилах безопасного обращения с ними и способах представления результатов эксперимента	Знает стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила ТБ при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента, но допускает отдельные неточности	Знает стандартные методы применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента
Второй этап (уровень)	Уметь: проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	Умеет проводить некоторые химические эксперименты с использованием современной аппаратуры, но допускает	Умеет проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры, но допускает отдель-	Умеет проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры; осуществляет идентификацию и исследование свойств полученных ве-	Умеет выполнять демонстративные опыты по химии с использованием современной аппаратуры; проводить комплексный анализ и исследование свойств

		ошибки	ные ошибки.	ществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний	полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями
Третий этап (уровень)	Владеть базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Владеет некоторыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований, но допускает ошибки	Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и изучения свойств отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов	Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

неудовлетворительно – от 0 до 44 баллов

удовлетворительно – от 45 до 59 баллов

хорошо – от 60 до 79 баллов

отлично – от 80 до 110 баллов

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	оценочные средства
знания	теоретических основ базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
	стандартных методов получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
	основных методов синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов.	ПК-1 способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
	стандартных методов применения современной аппаратуры при проведении научных исследований, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
умения	решать типовые учебные задачи по основным (базовым) дисциплинам	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
	проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
	выполнять основные операции выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	ПК-1 способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
	проводить химические эксперименты с использованием современной аппаратуры	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
Владения (навыки/опыт)	навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	ОПК-1 способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум

деятельно-сти)	базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	ОПК-2 владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
	: навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	ПК-1 способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
	базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум

Критерии оценки (в баллах) аудиторной и домашней работы

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не имеет представления об обсуждаемом вопросе;
- 1 балл выставляется студенту, если студент имеет фрагментарные представления об обсуждаемом вопросе;
- 2 балла выставляется студенту, если студент имеет неполные представления об обсуждаемом вопросе;
- 3 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие существенные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 4 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 5 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные систематические представления об обсуждаемом вопросе.

Виды самостоятельной работы:

- изучение основной и дополнительной литературы в целях самоподготовки;
- решение тестов по заданию преподавателя;
- подготовка к занятиям, проводимым в интерактивной форме;

Формы текущего контроля:

- индивидуальное собеседование;
- коллоквиум;
- проверка заданий в рабочей тетради;
- тестирование.

Вопросы к 1 коллоквиуму

Газовая хроматография. Классификация. Преимущества и недостатки газоадсорбционной и газожидкостной хроматографии. Насадочная и капиллярная газовая хроматография. Преимущества и недостатки. Конструкционные особенности хроматографов с капиллярными колонками.

Аппаратурное оформление газовой хроматографии. Баллон газа-носителя, правила работы с ним. Редуктор. Испаритель. Детектор, виды детекторов. Катарометр, принцип работы. Детектора ионизационного детектирования, принципы работы. Термостатирование зон хроматографа. Программирование температуры.

Газо-жидкостная хроматография. Особенности газо-жидкостной хроматографии. Инертный носитель. Требования к нему и методы дериватизации. Неподвижные жидкие фазы. Требования к ним и методы нанесения на инертный носитель. Виды неподвижных жидких фаз. Виды капиллярных колонок.

Классификация сорбентов и сорбатов по характеру взаимодействия. Дисперсионные, ориентационные, индукционные и донорно-акцепторные взаимодействия.

Селективность. Коэффициент селективности. Сорбенты специфические и неспецифические. Селективность по отношению к метиленовой группе в гомологических рядах. Селективность по отношению к функциональным группам. Методы оценки полярности неподвижных жидких фаз и адсорбентов. Шкалы полярности Роршнайдера и Мак-Рейнолдса. Методы сольватационных параметров Абрахама. Метод Донга. Селективность по отношению к строению молекул. Стереоселективные и энантиоселективные неподвижные фазы в хроматографии. Способы повышения селективности.

Эффективность. Понятие теоретической тарелки. Теория теоретических тарелок Мартина. Теория скоростей Ван-Дееметра. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Зависимость ВЭТТ от скорости потока – кривая Ван-Дееметра. Уравнение Ван-Дееметра, его анализ. Вихревая диффузия, продольная диффузия, сопротивление массообмену. Влияние данных факторов на эффективность насадочных и капиллярных колонок.

Влияние условий эксперимента на эффективность и селективность: температуры термостата, скорости газа-носителя, зернения носителя, толщины плёнки неподвижной жидкой фазы, длины колонки, природы газа-носителя.

Расчет числа теоретических тарелок и ВЭТТ из хроматограммы. Связь числа теоретических тарелок с ВЭТТ. Способы повышения эффективности колонки.

Критерии разделения K_1 , K_2 , K_V . Связь критериев разделения друг с другом и с параметрами эксперимента. Расчёт длины колонки, необходимой для разделения.

Вопросы к 2 коллоквиуму

Параметры удерживания. Время удерживания, удерживаемый объем их взаимосвязь. Относительный удерживаемый объем. Удельный удерживаемый объем. Расчет удерживаемых объемов. Поправка на мёртвое время удерживания. Поправка на сжимаемость газа-носителя. Измерение скорости газа-носителя. Поправки, вводимые на значения скорости газа-носителя. Индексы Ковача, их расчёт.

Количественный анализ в газовой хроматографии. Методы абсолютной калибровки, метод простой нормировки, метод простой нормировки с введением поправочных коэффициентов, метод внутреннего стандарта и метод внешнего стандарта. Особенности и возможности данных методов. Схема газового и жидкостного хроматографа. Испаритель и инжектор, принцип функционирования и возможности. Детектор. Классификация детекторов, понятия универсального и селективного детектора.

Катарометр. Принцип работы, чувствительность, особенности.

Ионизационные детекторы. Принципы ионизационных детекторов. Пламенно-ионизационный детектор, детектор электронного захвата, термоионный детектор, пламенно-фотометрический.

Принципы их работы. Чувствительность.

Детекторы в жидкостной хроматографии. Флуориметрический детектор, спектрометрический детектор. Рефрактометрический, амперометрический детектор.

Пример задач для самостоятельной работы по теме «Эффективность хроматографической колонки и критерии разделения»

Вариант 1.

Задача 1. Расстояние от момента ввода пробы до выхода несорбирующегося компонента составляет 2,5 мм, до выхода гексанола 71 мм, до выхода гептанола 84 мм. Ширина пиков гексанола и гептанола у основания составляет соответственно 4 и 5,5 мм. Длина колонки 3 м. Вычислить высоту, эквивалентную теоретической тарелке.

Задача 2. На 3-метровой колонке с ВЭТТ = 2,7 мм предпринята попытка разделить гептан, 3-этилгексан и 2-метилоктан. Времена удерживания компонентов смеси составляют соответственно 92, 144 и 158 с. Определить, какие из компонентов могут быть разделены на данной колонке.

Пример задач для самостоятельной работы по теме «Количественный анализ»

Вариант №1

Задача 1. Хроматографический анализ показал, что в смеси содержится пентан, 2-метилгексан и 2-метилоктан с площадями пиков 79, 182 и 351 мм² соответственно. Затем были введены стандартные смеси с концентрацией пентана 0,5 мг/л, 2-метилгексана и 2-метилоктана 0,7 мг/л, а также гексана 0,3 мг/л. Полученные пики имели площадь 114, 178, 153 и 68 мм² для пентана, 2-метилгексана, 2-метилоктана и гексана соответственно. Рассчитать процентное содержание компонентов в пробе. За стандарт взять гексан.

Задача 2. К 5 мкл анализируемой смеси было добавлено вещество-стандарт метилацетат в количестве 1 мкл с концентрацией 20 мг/л. На хроматограмме полученной смеси были обнаружены пики метилформиата, метилацетата, этилформиата и этилацетата, имеющих площадь 54, 53, 28, 116 и 158 мм² соответственно. f_i будет равен 0,98, 1,02, 1,17 для метилформиата, этилформиата и этилацетата, соответственно. Найти концентрацию компонентов в смеси.

Форма рубежного контроля – письменная контрольная работа и тестирование.

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении семестра. Он осуществляется систематически, что обусловлено требованием постоянного и непрерывного мониторинга качества обучения, а также необходимостью балльно-рейтинговой оценки успеваемости обучающегося. При подобном контроле осуществляется проверка не компетенции в целом, а отдельных ее элементы (знания, умения, навыки). Рубежный контроль осуществляется в конце 1-го и 2-го модулей, выделяемых в рамках освоения дисциплины. Он позволяет проверить отдельные компетенции или совокупности взаимосвязанных компетенций.

Пример задач для письменной контрольной работы

Билет №1

Задача 1. Были получены хроматограммы этанола, н-пропанола и пропанола-2 на колонке с массой неподвижной фазы 7,743 г. Скорость газа-носителя, измеренная пенным расходомером, составила 30 мл/мин, скорость диаграммной ленты самописца 240 мм/час. Температура колонки 150 °С, температура окружающей среды 21 °С (парциальное давление паров воды при данной температуре составляет 19 мм.рт.ст.), атмосферное давление 754 мм.рт.ст. Расстояние от момента ввода пробы до выхода максимума пиков несорбирующегося компонента, пропана, н-бутана и бутена составляет соответственно 3,2, 18,8, 42,7 и 44,9 мм. Найти значения удельных удерживаемых объёмов.

Задача 2. Удерживаемый объём о-ксилола равен 224 мл. Ширина пика у основания составила 22 с. Найти удерживаемый объём п-ксилола, если его ширина пика на половине высоты 7 мм. Скорость газа-носителя 45 мл/мин, скорость диаграммной ленты 1,5 см/мин. Различием в числе теоретических тарелок пренебречь.

Задача 3. Хроматографический анализ стирола, метилстирола и этилстирола установил площади пиков этих соединений равными 142, 160 и 112 мм² соответственно. Затем были введены стандартные смеси с концентрацией веществ 2 мг/л. Полученные пики имели площадь 60, 64 и 63 мм² для стирола, метилстирола и этилстирола соответственно. Рассчитать процентное содержание компонентов в пробе. За стандарт взять стирол.

Задача 4. Площадь пика пиридина, полученного на хроматографе с детектором по теплопроводности, составляет 180 мм². Скорость газа-носителя 60 мл/мин, чувствительность самописца 40 mV при скорости диаграммной ленты 240 мм/час. Рассчитать чувствительность прибора по отношению к пиридину, если количество вводимой пробы составило 1 мкл раствора 2-метилфенола с концентрацией 0,0001 моль/л.

Пример вопросов к тесту

1. В каком варианте хроматографии подвижной фазой является гелий, а неподвижной – графитированная термическая сажа?
газо-адсорбционная
газожидкостная
жидкостно-адсорбционная
жидкостно-жидкостная
2. В каком варианте хроматографии подвижной фазой является ацетонитрил, а неподвижной – силикагель?
газо-адсорбционная
газожидкостная
жидкостно-адсорбционная
жидкостно-жидкостная
3. Бумажная хроматография это
газо-адсорбционная
газожидкостная
жидкостно-адсорбционная
жидкостно-жидкостная
4. Основной недостаток газоадсорбционной хроматографии
нелинейность изотермы адсорбции, и, как следствие, асимметричность пиков
узкий диапазон доступных скоростей газа-носителя
низкая термостабильность неподвижной фазы
недостаточная селективность адсорбентов
5. Дрейф нулевой линии проявляется в случае
отсутствия испарения пробы в испарителе газового хроматографа
загрязнения детектора
десорбции неподвижной жидкой фазы с поверхности инертного носителя
негерметичности септы испарителя

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ХРОМАТОГРАФИЯ»

1. Сущность, физико-химические основы, история развития хроматографии.
2. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз.
3. Классификация по технике проведения эксперимента.
4. Проявительный (элюентный), фронтальный, вытеснительный и комбинированный методы.
5. Теория идеальной равновесной хроматографии. Основное уравнение идеальной хроматографии.
6. Влияние изотермы сорбции на форму хроматографической полосы.
7. Теории неидеальной хроматографии. Причины, вызывающие размытия хроматографической полосы.
8. Теория теоретических тарелок Мартина.
9. Уравнение хроматографической полосы. Число теоретических тарелок.
10. Параметры удерживания. Время удерживания. Удерживаемый объем, относительный удерживаемый объем. Удельный удерживаемый объем. Расчет удерживаемых объемов.
11. Теория скоростей Ван-Дееметра. Высота, эквивалентная теоретической тарелке.
12. Зависимость ВЭТТ от скорости потока.
13. Расчет числа теоретических тарелок и ВЭТТ из хроматограммы.
14. Связь числа теоретических тарелок с ВЭТТ.
15. Критерии разделения K_1 , K_2 , K_B . Связь критериев разделения друг с другом и с параметрами эксперимента.
16. Эффективность и селективность хроматографической колонки.

17. Газовая хроматография. Газо-адсорбционная хроматография. Виды сорбционных взаимодействий.
18. Классификация сорбентов и сорбатов по характеру взаимодействия.
19. Сорбенты специфические и неспецифические. Привести примеры разделения на различных сорбентах.
20. Газо-жидкостная хроматография. Теоретические основы газо-жидкостной хроматографии.
21. Коэффициент разделения, его роль в ГЖХ.
22. Природа неподвижной жидкой фазы. Шкала полярности Поршнайдера.
23. Высокоэффективная газовая хроматография. Капиллярная хроматография, ее особенности и достоинства.
24. Методы качественной идентификации. Метод Ковача.
25. Количественный анализ в газовой хроматографии. Методы абсолютной калибровки, метод простой нормировки, метод внутреннего стандарта и метод метки.
26. Влияние температуры на удерживание в газовой хроматографии.
27. Изотермическая хроматография и программирование температуры. Стационарная хроматография. Характеристическая температура.
28. Теплодинамический метод.
29. Детекторы. Классификация детекторов. Концентрационные и потоковые детекторы, их особенности. Чувствительность.
30. Катарометр. Термохимический детектор.
31. Ионизационные детекторы. Принципы ионизационных детекторов.
32. Пламенно-ионизационный детектор электронного захвата, термоионный детектор. Принципы их работы. Чувствительность.
33. Ионообменная хроматография. Динамическая ионная емкость. Полная динамическая обменная емкость. Константы ионного обмена. Динамика ионного обмена. Классификация ионитов.
34. Гельхроматография. Теоретические основы гельхроматографии и определение молекулярной массы полимеров.
35. Осадочная хроматография.
36. Бумажная и тонкослойная хроматография.
37. Высокоэффективная жидкостная хроматография.
38. Детекторы в ВЭЖХ.
39. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая хроматография.
40. Изократический и градиентный режим в ВЭЖХ.
41. Газовая хроматография – метод изучения физико-химических характеристик сорбатов.
42. Гибридные методы в хроматографии.

Пример билета к экзамену по курсу «Хроматография»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Башкирский государственный университет

Билет № 1 к экзамену в ____ сессию 20__/20__ учебного года
по курсу «**Хроматография**»

1. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз.
2. Селективность в хроматографии. Виды селективности.
3. Катарометр. Термохимический детектор.

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Перевод оценки из 100-бальной в пятибалльную производится следующим образом:

неудовлетворительно – от 0 до 44 баллов

удовлетворительно – от 45 до 59 баллов

хорошо – от 60 до 79 баллов

отлично – от 80 до 110 баллов

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Долгоносов А.М., Рудаков О.Б., Прудковский А.Г. Колоночная аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование: Монография. [Электронный ресурс] – 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 468 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/63592/#1>
2. 1. Золотов Ю.А. Введение в аналитическую химию [Электронный ресурс] / 2-е изд. – М. Лаборатория знаний: лаборатория базовых знаний, 2016. 266 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/84079/#1>
3. Конюхов В. Ю. Хроматография. [Электронный ресурс] – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 224 с. <https://e.lanbook.com/book/4044>

б) дополнительная литература

1. Кудашева Ф. Х., Гуськов В. Ю., Валинурова Э. Р. Адсорбция. Теория и практика [Электронный ресурс]: монография / Башкирский государственный университет. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. https://elib.bashedu.ru/dl/read/Kudasheva_Guskov_Valinurova_Adsorbciya_Teorija%20i%20praktika_m_on_2014.pdf/info
2. Другов Ю.С., Зенкевич И.Г., Родин А.А. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды, почвы и биосред : практическое руководство [Электронный ресурс] // 3-е изд. (эл.) – М БИНОМ. Лабораторные знания, 2015. – 755 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/84072/#1> https://elib.bashedu.ru/dl/read/Kudasheva_Guskov_Valinurova_Adsorbciya_Teorija%20i%20praktika_m_on_2014.pdf/info

5.2. Перечень ресурсов информационной и телекоммуникационной сети «Интернет», необходимой для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp
7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
8. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные

6. Материально-техническая база для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.учебная аудитории для проведения занятий лекционного	Аудитория №001 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8

<p>типа: аудитория №001 (химфак корпус), №002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), № 007 (химфак корпус), № 008 (химфак корпус), аудитория №305 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), № 311 (химфак корпус), № 405 (химфак корпус).</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: лаборатория №320 (химфак корпус)</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: лаборатория №109 (химфак корпус); лаборатория №105 (химфак корпус)</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория №001 (химфак корпус), №002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), № 007 (химфак корпус), № 008 (химфак корпус), аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311(химфак корпус), аудитория № 310(химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус),</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311(химфак корпус), аудитория № 310(химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус),</p> <p>5.помещение для самостоятельной работы: читальный зал № 1 (главный корпус), читальный зал № 2 (физмат корпус-учебное), читальный зал № 5 (гуманитарный корпус), читальный зал № 6 (учебный корпус), читальный зал № 7 (гуманитарный корпус), лаборатория № 320 (химфак корпус).</p> <p>6.помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: лаборатория 318 (химфак корпус)</p>	<p>Аудитория №002 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p>Аудитория № 006 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p>Аудитория №007 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p>Аудитория №008 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p>Аудитория №305 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p>Аудитория № 310 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p>Аудитория №311 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p>Аудитория № 405 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic ic</p> <p>Лаборатория №109 Учебная мебель, Генератор водорода, Насос вакуумный, Весы лабораторные ONAUSPA-214 С, Аналого-цифровой преобразователь АЦП-2, Деионизатор воды ДВ-10UV, Комплекс хроматографический газовый «ХРОМОС» GX-1000 , Компрессор, Магнитная мешалка 3-х секционная с подогревом ULABUS-3110, Магнитная мешалка MS-H280-Pro, Автоматический поляриметр AtagoAP-300, Ноутбук ASUS</p> <p>Лаборатория №105 Учебная мебель, Комплекс аппаратно-программный для медицинских исследований на базе хроматографа, Шкаф вытяжной с подводом воды, Шкаф металлический для установки внутри газовых баллонов, Шкаф для хранения реактивов, Эксперт рН-метр, Калькулятор CitizenSR-270.</p> <p>Читальный зал №1 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p>Читальный зал №2 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., Неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p>Читальный зал №5 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p>Читальный зал №6 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p> <p>Читальный зал №7 Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p>	<p>Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019</p> <p>4. Антиплагиат.ВУЗ. Договор № 81 от 27.04.2018 г. Срок действия лицензии до 04.05.2019 г., договор № 1104 от 18.04.2019 г. Срок действия лицензии до 04.05.2020 г</p>
--	--	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Хроматография на 5 семестр
очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	37,2
лекций	18
практических/ семинарских	-
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	18
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	52,8

Форма(ы) контроля:
зачет 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Общие сведения о хроматографии. История возникновения. Классификация хроматографических методов: проявительный, вытеснительный, фронтальный методы. Основные параметры элюиционных кривых		2		2	2	[1-3]	Гл. 1 [1]	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
2.	Теория неидеальной хроматографии. Теория тарелок Мартина. Диффузионно-массообменная теория скоростей Ван-Деметера. Уравнение хроматографической полосы		2		2	2	[1-2]	Гл. 2 [1]	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
3.	Газовая хроматография. Виды газовой хроматографии: ГАХ и ГЖХ. Классификация адсорбентов и требования к ним. Пример применения ГАХ для разделения смесей.		2		2	2	[1-3]	Гл. 4 [1]	Индивидуальный, групповой опрос
4.	ГЖХ Особенности процессов в ГЖХ. Твердый носитель и жидкая фаза. Требования к ним. Классификация НЖФ и шкала полярности. Примеры аналитического применения ГЖХ. Селективность и эффективность		2		2	2	[1-3]	Гл. 5 [1]	Индивидуальный, групповой опрос
5	Критерии разделения K_1 , K_2 , K_β , связь их друг с другом		2		2	2	[1-2]	Гл. 6-7 [1]	Индивидуальный, групповой опрос
6	Качественный и количественный		2		2	2	[1-3]	Гл. 8 [1]	Индивидуальный,

	анализ. Методы количественной идентификации. Метод индексов удерживания Ковача. Количественная интерпритация хроматограмм. Метод абсолютной калибровки, простой нормировки, нормировка с введением калибровочных коэффициентов и др.								групповой опрос собеседование, кол- локвиум
8	Аппаратурное оформление ГХ анализа. Принципиальная схема ГХ. Пробоотборники, колонки, реометры, детекторы. Типы детекторов: катарометр, ПИД, термохимический и термоионный ДЭЗ, др.		2		2	2	[1]	Гл. 9 [1]	Индивидуальный, групповой опрос
9	Другие виды хроматографии. Гель-проникающая, ВЭЖХ, обращенная, вакантная и др.		2		2	2	[1]	Гл. 11-14 [1]	Индивидуальный, групповой опрос
Всего часов:		108	18		18	18			

Рейтинг-план дисциплины «Хроматография»Направление 04.03.01 Химия

курс III, семестр V 2018 /2019 гг.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль			0	18
1. Аудиторная работа	1	3	0	3
2. Коллоквиум	2	5	0	10
3. Самостоятельная работа	1	5	0	5
Рубежный контроль			0	20
1. Письменная контрольная работа	2	5	0	10
2. Тест	10	1	0	10
Всего				35
Модуль 2				
Текущий контроль			0	17
1. Аудиторная работа	1	2	0	2
2. Коллоквиум	2	5	0	10
3. Самостоятельная работа	1	5	0	5
Рубежный контроль			0	15
1. Письменная контрольная работа	2	5	0	10
2. Тест	5	1	0	5
Всего				35
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада				3
2. Публикация статей				5
3. Участие в конференции				2
Всего				10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий	-0,7	9	0	-6
2. Посещение лабораторных занятий	-1,0	10	0	-10
Итоговый контроль				
1. Экзамен			0	30