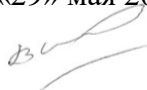


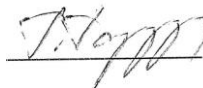
МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

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.1.05

**программа специалитета**

Направление подготовки (специальность)

04.05.01. Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) подготовки  
Аналитическая химия

Квалификация  
Химик. Преподаватель химии.

Разработчик (составитель)

Доцент, к.х.н.



/ Гуськов В.Ю.

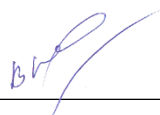
Для приема: 2014 г.

Уфа 2017 г.

Составитель / составители: Гуськов В.Ю.

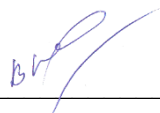
Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры аналитической химии протокол от «29» мая 2017 г. № 18

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ / Майстренко В.Н.

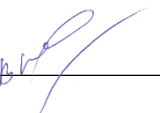
Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины (обновлены перечень основной и дополнительной литературы и лицензионное программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины), приняты на заседании кафедры аналитической химии, протокол № 18 от «21» мая 2018 г.

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	
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
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	
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	
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
знание	стандартных методов получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, 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 проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты	
	Основные понятия и законы химии	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	основные законы химии и смежных наук	ПК-4 способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
умения	проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	выполнять основные операции выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	ПК-1 способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	
	Применять основные законы химии	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	ПК-4 способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
Владения (навыки/ опыт деятельности)	базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	: навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	ПК-1 способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	

	системой фундаментальных понятий химии.	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	основными методами анализа и обработки полученных результатов	ПК-4 способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательных программ

Курс «Хроматография» относится к вариативной части Б1.В.1.03. Дисциплина читается на 4 году обучения в течение 8 семестра. Formой отчётности является экзамен и контрольная работа.

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 химией
- 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.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:**
  - теоретические основы сорбции, распределения вещества между двумя фазами;
  - экстракцию;
  - термодинамику и динамику процессов, происходящих в различных вариантах хроматографии;
  - пробоотбор и пробоподготовку.
- **Уметь:**
  - работать на газовых (ГАХ и ГЖХ) хроматографах с использованием различных детектирующих систем и систем ввода пробы;
  - работать на ВЭЖХ-хроматографах;
  - подготовить хроматографическую колонку;
  - выбрать способ разделения многокомпонентной сложной смеси;
  - выбрать рабочий режим, способ качественного и количественного анализа;
  - определять неорганические вещества и ионы методами осадочной хроматографии;
  - определять органические вещества методом ГАХ, ГЖХ и ВЭЖХ;
  - определять термодинамические характеристики веществ методом ОГХ;
  - определять кинетику протекания процессов;

- определять эффективность хроматографической колонки.

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

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ  (ОПК-2)	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 про-	Умеет проводить простой	Умеет проводить одно- и двухста-	Умеет проводить одно-	Умеет выпол-

	<p>стые химические опыты по предлагаемым методикам</p>	<p>анализ и одностадийный синтез по готовой методике без оформления протокола опытов</p>	<p>дийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта менее 50% от заявленного в методике; анализ полученного вещества одним из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформлении протокола эксперимента</p>	<p>и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта более 50% от заявленного; идентификацию и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний</p>	<p>нять демонстративные опыты по химии; одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта согласно заявленному в методике; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями</p>
<p>Третий этап (уровень)</p>	<p>Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов</p>	<p>Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств отдельных веществ</p>	<p>Владеет базовыми навыками синтеза, идентификации и изучения свойств несложных веществ</p>	<p>Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств отдельных</p>	<p>Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения</p>



	(ОПК-2)			классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов	свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов
--	---------	--	--	---	---

ПК- 1 Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.	Затрудняется в выборе литературы по тематике исследования. Плохо ориентируется в преимуществах и недостатках экспериментальных методов	Для работы с литературой требуется начальный список. Плохо ориентируется в преимуществах и недостатках теоретических методов	Не всегда выбирает адекватную литературу. Допускает неточности в оценке преимуществ и недостатков теоретических и экспериментальных методов	Уверенно выбирает литературу по тематике исследования, знает преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.
Второй этап (уровень)	Уметь: на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа	Затрудняется в выделении теоретической основы экспериментальных методов используемых в НИР	Определяет отдельные теоретические положения экспериментальных методов.	В целом верно определяет теоретическую основу экспериментальных методов НИР.	Самостоятельно определяет теоретическую основу экспериментальных методов НИР с привлечением ли-

					тературы
Третий этап (уровень)	Владеть: начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.	Затрудняется в проведении первичного литературного анализа в выбранной области исследований	Затрудняется в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных.	Проводит литературный анализ. Формулирует тематику НИР с последующей правкой и уточнениями специалистом	Способен формулировать тематику НИР по результатам литературного анализа в выбранной области исследований.

ПК-3 пониманием основных закономерностей развития химической науки, владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: основные этапы и закономерности формирования фундаментальных химических понятий (ПК-3)	Фрагментарные представления об основных этапах и закономерностях формирования фундаментальных химических понятий	Неполные представления об основных этапах и закономерностях формирования фундаментальных химических понятий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных этапах и закономерностях формирования фундаментальных химических понятий	Сформированные систематические представления об основных этапах и закономерностях формирования фундаментальных химических понятий
Второй этап (уровень)	Уметь: Применять основные фундаментальные химические понятия	Обладает фрагментарной способностью применения основных фундаментальных	Умеет применять основные фундаментальные химические понятия с небольшим количеством заме-	В целом успешное применение основных фундаментальных химиче-	Сформированное умение пользоваться основны-

	(ПК-3)	химических понятий	чаний	ских понятий	ми фундаментальными химическими понятиями
Третий этап (уровень)	Владеть системой базовых фундаментальных химических понятий  (ПК-3)	Фрагментарное применение основных фундаментальных химических понятий	В целом успешное, но не систематическое применение фундаментальных химических понятий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение фундаментальных химических понятий	Успешное и систематическое применение фундаментальных химических понятий

ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	<b>Уметь:</b> - оценивать химические понятия и законы в сложной системе воззрений современной химии	Стремится выполнить работу качественно, эффективно подбирает необходимые методы.	Понимает важность к подходу решения химической задачи, однако не контролирует качество полученных результатов.	Способен к формулировке основных химических принципов исследовательской работы.	Контролирует факторы, способные повлиять на выполняемую работу, при необходимости корректирует свои действия.
Второй этап (уровень)	<b>Владеть:</b> навыками обязательного ознакомления с предысторией того или иного вопроса поставленного в его практической научной и педагогической дея-	Не способен эффективно использовать свои знания в научной деятельности.	Испытывает сложности при определении выбора необходимого химического метода для достижения цели.	Владеет достаточным количеством знаний по выбору метода, применяемого для данного исследования.	Показывает уверенное владение знаниями во многих направлениях химического

	тельность.				анализа.
Третий этап (уровень)	<b>Знать:</b> - основные этапы развития химии; - научные достижения наиболее выдающихся отечественных и зарубежных химиков, их вклад в развитие химии.	Не знает общих химических понятий и не умеет применять законы к решению простых задач по химии	Испытывает определенные затруднения при решении задач по химии	Владеет начальными навыками и умеет применять полученные знания к решению задач по химии, а также использовать знания при построении серьезных задач в химической области.	Способен к грамотному распределению времени и расстановке приоритетов в выполнении работы.

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:

(*для экзамена*:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

#### **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
знание	стандартных методов получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ОПК-2 владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен
	Основных методов синтеза и анализа химических веществ, принципа работы стандартных лабораторных приборов.	ПК-1 способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты	самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен
	Основные понятия и законы химии	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен
	основные законы химии и смежных наук	ПК-4 способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных ре-	самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум,

		зультатов	тест, экзамен
умения	проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	ОПК-2 владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен
	выполнять основные операции выполняемые при синтезе и анализе химических соединений	ПК-1 способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен
	Применять основные законы химии	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен
	применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	ПК-4 способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен
Владения (навыки/опыт деятельности)	базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	ОПК-2 владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен
	: навыками выполнения стандартных операций по предлагаемым методикам	ПК-1 способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен
	системой фундаментальных понятий химии.	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен
	основными методами анализа и обработки полученных результатов	ПК-4 способность применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен

### 4.3. *Рейтинг-план дисциплины*

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

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).

#### *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 дегазификации. 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 Поршнейдера 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-Деемтера. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Зависимость ВЭТТ от скорости потока – кривая Ван-Деемтера. Уравнение Ван-Деемтера, 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, зерна 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.

### **Критерии оценки коллоквиума**

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

### ***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.

### **Критерии оценки коллоквиума**

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

### ***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.

### **Критерии оценивания самостоятельной работы**

- 0 баллов ставится за отсутствие решение двух задач
- 1 балл ставится за неполное решение одной задачи
- 2 балла ставится за неполное решение двух задач
- 3 балла ставится за верное решение одной задачи
- 4 балла ставится за верное решение одной задачи и неполное решение двух задач
- 5 баллов ставится за верное решение обеих задач

### ***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 мм<sup>2</sup> 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 мм<sup>2</sup> 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 мм<sup>2</sup> соответственно.  $f_i$  будет равен 0,98, 1,02, 1,17 для метилформиата, этилформиата и этилацетата, соответственно. Найти концентрацию компонентов в смеси.

### **Критерии оценивания самостоятельной работы**

- 0 баллов ставится за отсутствие решение двух задач
- 1 балл ставится за неполное решение одной задачи
- 2 балла ставится за неполное решение двух задач
- 3 балла ставится за верное решение одной задачи
- 4 балла ставится за верное решение одной задачи и неполное решение двух задач
- 5 баллов ставится за верное решение обеих задач

### ***Форма рубежного контроля – письменная контрольная работа и тестирование.***

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 мм<sup>2</sup> соответственно. Затем были введены стандартные смеси с концентрацией веществ 2 мг/л. Полученные пики имели площадь 60, 64 и 63 мм<sup>2</sup> 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 мм<sup>2</sup>. 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.



### **Критерии оценивания контрольной работы**

За решение каждой задачи начисляется 2,5 балла. За неполное решение задачи начисляется от 0,5 до 2 баллов, в зависимости от типа ошибки студента. Суммарный балл округляется до целого в сторону увеличения.

### ***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

### **Критерии оценивания теста**

Процент правильных ответов умножается на максимальное число баллов, которое можно получить за решение теста (10 в первом модуле и 5 во втором).

## **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 Роршайдера.
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.

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

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

*Примерные критерии оценивания ответа на экзамене (только для тех, кто учится с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов):*

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**График самостоятельной работы по дисциплине «Хроматография»**

№	Содержание самостоятельной работы студентов	Количество часов самостоятельной работы студентов (в неделю)	Сроки и формы контроля
1	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме Общие сведения о хроматографии. История возникновения. Классификация хроматографических методов: проявительный, вытеснительный, фронтальный методы. Основные	2	Устный опрос

	параметры элюиционных кривых		
2	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме Теория идеальной равновесной хроматографии. Основное уравнение. Влияние изотерм сорбции на форму хроматографической полосы	2	Устный опрос
3	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме Теория неидеальной хроматографии. Теория тарелок Мартина. Диффузионно-массообменная теория скоростей Ван-Деметера. Уравнение хроматографической полосы	2	Коллоквиум
4	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме Газовая хроматография. Виды газовой хроматографии: ГАХ и ГЖХ. Классификация адсорбентов и требования к ним. Пример применения ГАХ для разделения смесей.	2	Устный опрос
5	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме 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	Устный опрос
6	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме Критерии разделения $K_1$ , $K_2$ , $K_\beta$ , связь их друг с другом	2	Контрольная работа
7	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме Влияние температуры на хроматографирование. Хроматермография и термодинамический метод	2	Устный опрос
8	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме Качественный и количественный анализ. Методы количественной идентификации. Метод индексов удерживания Ковача. Количественная интерпретация хроматограмм. Метод абсолютной калибровки, простой нормировки, нормировка с введением калибровочных коэффициентов и др.	2	Коллоквиум
9	Самостоятельное изучение реко-	2	Устный опрос

	мендуемой основной и дополнительной литературы по теме Аппаратурное оформление ГХ анализа. Принципиальная схема ГХ. Пробоотборники, колонки, реометры, детекторы. Типы детекторов: катарометр, ПИД, термохимический и термоионный ДЭЗ, др.		
10	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме Ионообменная хроматография. Обменная емкость ионита. Классификация их Динамика ионного обмена. Привести примеры применения	2	Устный опрос
11	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме Осадочная хроматография. Теоретические основы осадочной хроматографии. Виды. Привести примеры разделения	4	Тестовая контрольная работа
12	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме Бумажная распределительная хроматография. Виды. Связь $R_f$ с критерием $K_r$ .	4	Тестовая контрольная работа
13	Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме Другие виды хроматографии. Гель-проникающая, ВЭЖХ, обращенная, вакантная и др.	4,5	Тестовая контрольная работа
	ИТОГО количество часов самостоятельной работы	32,5	

## 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](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](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](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 специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<b>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b>  аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311(химфак корпус), аудитория № 310(химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус).	лекции	<p><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p><b>Аудитория № 311</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p><b>Аудитория № 310</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 001</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 002</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 006</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p>

		<p><b>Аудитория № 007</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 008</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p>
<p><b>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория №109 (химфак корпус); лаборатория №105 (химфак корпус)</p>	<p>лабораторные работы</p>	<p><b>Лаборатория №109</b> Учебная мебель, Генератор водорода, Насос вакуумный, Весы лабораторные ONAUSPA-214 C, 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><b>Лаборатория №105</b> 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><b>учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311(химфак корпус), аудитория № 310(химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус).</p>	<p>групповая, индивидуальная консультация</p>	<p><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p><b>Аудитория № 311</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p><b>Аудитория № 310</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 001</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 002</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 006</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 007</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 008</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p>
<p><b>учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311(химфак корпус), аудитория № 310(химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус), аудитория № 004 (химфак корпус), аудитория № 005 (химфак корпус).</p>	<p>текущий контроль и промежуточная аттестация</p>	<p><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p><b>Аудитория № 311</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p><b>Аудитория № 310</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 001</b></p>

		<p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска <b>Аудитория № 002</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска <b>Аудитория № 006</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска <b>Аудитория № 007</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска <b>Аудитория № 008</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска <b>Аудитория № 004</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, коммутатор HP V1410-24G, персональный компьютер Lenovo ThinkCentre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19" - 15 шт, шкаф настенный TLK6U. <b>Аудитория № 005</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, компьютер DEPO Neos 470 MDi5_3450/4GDDR/T500 G/DVD+R и монитор ViewSonic 21.5 - 13 шт, шкаф TLK TWP-065442-G-GY, шкаф монтажный NT PRACTIC 2MP47-610B/SSt450/ SKS1/SSt750,59560, 00 T.316-14, шкаф настенный TLK6U.</p>
<p><b>помещение для самостоятельной работы</b> 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)</p>	самостоятельная работа	<p><b>Читальный зал №1</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p><b>Читальный зал №5</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p><b>Читальный зал №6</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p> <p><b>Читальный зал №7</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p>
<p><b>помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</b> лаборатория 318 (химфак корпус)</p>		<p><b>Лаборатория № 318</b> Учебная мебель, МФУ M Samsung лазерный SCX-4623F, Компьютер в составе: системный блок DEPO 460MDi5-650, монитор, клавиатура, мышь, Рефрактометр, набор ариометров, 2 рН-метра АНИОН-4100, 2 рН-метра HI98103 Checker1</p>



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
 ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Хроматография на 8 семестр  
 очная форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	49,7
лекций	16
практических/ семинарских	-
лабораторных	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	32,5
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25,8

Форма(ы) контроля:  
 экзамен, контрольная работа 8 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	10	1		4	4	[1-4]	Гл. 1 [1]	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
2.	Теория неидеальной хроматографии. Теория тарелок Мартина. Диффузионно-массообменная теория скоростей Ван-Деметера. Уравнение хроматографической полосы	6	1		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	6	2		2	2	[1-4]	Гл. 4 [1]	Индивидуальный, групповой опрос

	разделения смесей.								
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	10	2		4	4	[1-4]	Гл. 5 [1]	Индивидуальный, групповой опрос
5	Критерии разделения $K_1$ , $K_2$ , $K_R$ , связь их друг с другом	10	2		4	4	[1-2]	Гл. 6-7 [1]	Индивидуальный, групповой опрос
6	Качественный и количественный анализ. Методы количественной идентификации. Метод индексов удерживания Ковача. Количественная интерпретация хроматограмм. Метод абсолютной калибровки, простой нормировки, нормировка с введением калибровочных коэффициентов и др.	10	2		4	4	[1-4]	Гл. 8 [1]	Индивидуальный, групповой опрос собеседование, коллоквиум
8	Аппаратурное оформление ГХ анализа. Принципиальная схема ГХ. Пробоотборники, колонки, реометры, детекторы. Типы детекторов: ка-	10	2		4	4	[1]	Гл. 9 [1]	Индивидуальный, групповой опрос

	тарометр, ПИД, тер- мохимический и тер- моионный ДЭЗ, др.								
9	Другие виды хро- матографии. Гель- проникающая, ВЭЖХ, обращенная, вакантная и др.	10,5	2		4	4,5	[1]	Гл. 11-14 [1]	Индивидуальный, групповой опрос
	<b>Всего часов:</b>		16		16	32,5			

**Рейтинг-план дисциплины «Хроматография»**

Направление 04.05.01

Фундаментальная и прикладная химия

курс 4, семестр 8

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