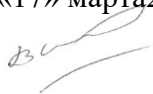


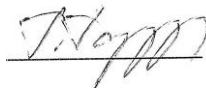
МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры аналитической химии  
протокол № 15 от «17» марта 2020 г.  
Зав. кафедрой



/В.Н. Майстренко

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института



/ Г.Г. Гарифуллина

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Хроматография

вариативная часть, Б1.0.28

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

04.03.01. Химия

Направленность (профиль) подготовки  
Высокомолекулярные соединения

Квалификация  
бакалавр

Разработчик (составитель)

Доцент, к.х.н.



/ Гуськов В.Ю.

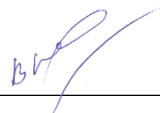
Для приема: 2020 г.

Уфа 2020 г.

Составитель / составители: Гуськов В.Ю.

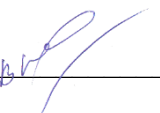
Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры аналитической химии протокол от «24» июня 2019 г. № 29

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 № 15 от «17» марта 2020 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. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)   |  |
| 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:

| Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК) | Формируемая компетенция (с указанием кода)   | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|---|--|
| Общепрофессиональные навыки                      | ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений  | ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов                     | Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин<br>Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам<br>Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам   |
|  |  | ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии | 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   |
|  |  | ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности     | 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   |
|  | ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием | ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности  | Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ  |
|  |  | ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик   | Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ<br>Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам<br>Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов |
|  |  | ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе   | Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила  |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  |   |   | обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ<br>Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам  |
|  |   | ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования      | Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ   |
| Физико-математическая и компьютерная грамотность при решении задач профессиональной деятельности | ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач | ОПК-4.1. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности | Знать: основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин<br>Знать: математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения<br>Уметь: решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин<br>Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин |
|  |   | ОПК-4.2. Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик          | Знать: математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения  |
|  |   | ОПК-4.3. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений      | Уметь: решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин<br>Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин  |

## 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 химий
- 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.

• **Владеть:**

- навыками работы со справочной, химической и научно-технической литературой для решения возникающих вопросов;

- методиками работы на хроматографических установках.

### **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

Код и формулировка компетенции **ОПК-1** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Результаты обучения по дисциплине   | Критерии оценивания результатов обучения   |   |   |  |
|---|---|--|---|---|--|
|   |   | 2 («Неудовлетворительно»)  | 3 («Удовлетворительно»)   | 4 («Хорошо»)  | 5 («Отлично»)  |
| <b>ОПК-1.1.</b><br>Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов | 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 |
|   | 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   |
|   | Владеть: навыками   | Не владеет   | Владеет навыками  | Владеет навыками  | Владеет навыками   |

|  |  |          |   |  |   |
|--|--|----------|---|--|---|
|  | работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам  |          | воспроизведения освоенного учебного материала по основным химическим дисциплинам  | самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы по основным химическим дисциплинам и обсуждения освоенного материала   | критического анализа учебной информации по основным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам  |
| <b>ОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии | 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 |
| <b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической                    | Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в                                     | 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 |



|                |                                     |  |  |  |  |
|----------------|-------------------------------------|--|--|--|--|
| направленности | рамках базовых химических дисциплин |  |  |  |  |
|----------------|-------------------------------------|--|--|--|--|

Код и формулировка компетенции **ОПК-2** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине   | Критерии оценивания результатов обучения   |   |   |  |
|--|---|--|---|---|--|
|  |   | 2 («Неудовлетворительно»)  | 3 («Удовлетворительно»)   | 4 («Хорошо»)  | 5 («Отлично»)  |
| <b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности              | Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ | 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 |
| <b>ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик | Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки   | Не умеет   | Умеет интерпретировать результаты относительно простых химических процессов с использованием общих представлений                                    | Умеет составлять схемы процессов с использованием знаний основных химических дисциплин, но допускает  | Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих  |

|  |   |            |   |   |   |
|--|---|------------|---|---|---|
|  | и оформления результатов работы, нормы ТБ                           |            | и закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин  | отдельные неточности при формулировке условий осуществления таких процессов   | закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин   |
|  | 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 полученного вещества одним из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформлении протокола эксперимента | Умеет проводить одно- 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 | Умеет выполнять 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 |
|  | Владеть: базовыми навыками проведения химического                   | Не владеет | Владеет базовыми навыками синтеза, идентификации и изучения свойств   | Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств  | Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств  |

|  |   |   |  |   |  |
|--|---|---|--|---|--|
|  | эксперимента и оформления его результатов   |   | несложных веществ  | отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов   | веществ и материалов, правильного протоколирования опытов  |
| <b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе | 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 |
|  | 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 полученного вещества                                     | Умеет проводить одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта более 50% от заявленного;   | Умеет выполнять демонстративные опыты по химии; одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта согласно   |

|   |   |   |  |   |  |
|---|---|---|--|---|--|
|   |   |   | одним из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформлении протокола эксперимента   | идентификацию и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний   | заявленному в методике; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями                           |
| <b>ОПК-2.4.</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования | 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 |

Код и формулировка компетенции **ОПК-4** Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Результаты обучения по дисциплине  | Критерии оценивания результатов обучения   |   |  |  |
|---|--|--|---|--|--|
|   |  | 2<br>(«Неудовлетворительно»)   | 3<br>(«Удовлетворительно»)  | 4 («Хорошо»)   | 5 («Отлично»)  |
| <b>ОПК-4.1.</b><br>Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности | Знать: основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин                            | Затрудняется в определении базовых понятий и формулировке основных законов смежных с химией естественнонаучных дисциплин | Имеет представление о содержании отдельных разделов смежных с химией естественнонаучных дисциплин, но допускает неточности в формулировках                          | Имеет представление о содержании основных разделов смежных с химией естественнонаучных дисциплин, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей этих областей знания | Имеет четкое, целостное представление об общих закономерностях смежных с химией естественнонаучных дисциплин и способах их использования при решении профессиональных задач в области химии и материаловедения |
|   | Знать: математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения | Не может привести примеры использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения    | Имеет представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения, но допускает неточности в формулировках | Имеет представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения   | Имеет четкое, целостное представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения   |
|   | Уметь: решать типовые учебные  | Не умеет   | Умеет решать типовые задачи из базовых  | Умеет решать комбинированные   | Умеет решать задачи повышенной   |

|  |   |   |   |   |  |
|--|---|---|---|---|--|
|  | задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин   |   | курсов естественнонаучных дисциплин   | задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин   | сложности из базовых курсов естественнонаучных дисциплин   |
|  | Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин | Не владеет  | Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала, в целом владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин | Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы, владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин | Владеет навыками критического анализа учебной информации, уровень владения терминологией и понятийным аппаратом позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам базовых математических и естественнонаучных дисциплин |
| <b>ОПК-4.2.</b><br>Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик | Знать: математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения                                    | Не может привести примеры использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения | Имеет представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения, но допускает неточности в формулировках                 | Имеет представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения  | Имеет четкое, целостное представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения   |

|  |   |            |   |   |  |
|--|---|------------|---|---|--|
| <b>ОПК-4.3.</b><br>Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений | Уметь: решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин   | Не умеет   | Умеет решать типовые задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин  | Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин  | Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов естественнонаучных дисциплин  |
|  | Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин | Не владеет | Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала, в целом владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин | Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы, владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин | Владеет навыками критического анализа учебной информации, уровень владения терминологией и понятийным аппаратом позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам базовых математических и естественнонаучных дисциплин |

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**

| <b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>   | <b>Результаты обучения по дисциплине</b>   | <b>Оценочные средства</b>  |
|---|--|--|
| ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов                     | Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин<br>Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам<br>Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам   | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен |
| ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии | 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   | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен |
| ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности     | 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   | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен |
| ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности  | Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ  | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен |
| ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик   | Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ<br>Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам<br>Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен |
| ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе   | Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ<br>Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам   | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен |
| ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования  | Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ  | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,            |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | ЭКЗАМЕН  |
| ОПК-4.1. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности | Знать: основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин<br>Знать: математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения<br>Уметь: решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин<br>Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен |
| ОПК-4.2. Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик          | Знать: математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения  | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен |
| ОПК-4.3. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений      | Уметь: решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин<br>Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин  | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>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 дери ватизации. 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 Роршайндера 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.

### **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 объемов.

**Задача 2.** Удерживаемый объем о-ксилола равен 224 мл. Ширина пика у основания составила 22 с. Найти удерживаемый объем 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 мV 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 Роршнайдера.
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<br>Общие сведения о хроматографии. История возникновения. Классификация хроматографических методов: проявительный, вытеснительный, фронтальный методы. Основные параметры элюиционных кривых | 2  | самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен |
| 2 | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме<br>Теория идеальной равновесной хроматографии. Основное уравнение. Влияние изотерм сорбции на форму хроматографической полосы  | 2  | самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен |
| 3 | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме<br>Теория неидеальной хроматографии. Теория тарелок Мартина. Диффузионно-массообменная теория скоростей Ван-Деметера. Уравнение хроматографической полосы                                    | 2  | самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен |
| 4 | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме<br>Газовая хроматография. Виды газовой хроматографии: ГАХ и ГЖХ. Классификация адсорбентов и требования к ним. Пример применения ГАХ для разделения смесей.                                  | 2  | самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен |
| 5 | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и  | 2  | самостоятельная работа, контрольная                                   |

|   |   |    |  |
|---|---|----|--|
|   | дополнительной литературы по теме<br>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  |    | работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен  |
| 6 | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме<br>Критерии разделения $K_1$ , $K_2$ , $K_\beta$ , связь их друг с другом   | 2  | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен |
| 7 | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме<br>Влияние температуры на хроматографирование.<br>Хроматермография и теплодинамический метод  | 2  | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен |
| 8 | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме<br>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  | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен |
| 9 | Самостоятельное изучение рекомендуемой основной и дополнительной литературы по теме<br>Аппаратурное оформление ГХ анализа. Принципиальная схема ГХ. Пробоотборники, колонки, реометры, детекторы. Типы детекторов: катарометр, ПИД, термохимический и термоионный ДЭЗ, др.  | 2  | самостоятельная работа,<br>контрольная работа,<br>коллоквиум, тест,<br>экзамен |
|   | ИТОГО количество часов самостоятельной работы   | 18 |  |

## 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\\_mon\\_2014.pdf/info](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Kudasheva_Guskov_Valinurova_Adsorbciya_Teorija%20i%20praktika_mon_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\\_mon\\_2014.pdf/info](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Kudasheva_Guskov_Valinurova_Adsorbciya_Teorija%20i%20praktika_mon_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 |
|---|-------------|---|
| учебная аудитория для   | лекции      | Аудитория № 405                                     |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p><b>проведения занятий лекционного типа:</b></p> <p>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>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p><b>Аудитория № 311</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p><b>Аудитория № 310</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 305</b></p> <p>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</p> <p><b>Аудитория № 002</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 006</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 007</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 008</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> |
| <p><b>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b></p> <p>лаборатория №109 (химфак корпус); лаборатория №105 (химфак корпус)</p>   | <p>лабораторные работы</p>                    | <p><b>Лаборатория №109</b></p> <p>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></p> <p>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></p> <p>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></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p><b>Аудитория № 311</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p><b>Аудитория № 310</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 305</b></p> <p>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</p> <p><b>Аудитория № 002</b></p>   |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска<br/><b>Аудитория № 006</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска<br/><b>Аудитория № 007</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска<br/><b>Аудитория № 008</b></p> <p>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></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p><b>Аудитория № 311</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p><b>Аудитория № 310</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 305</b></p> <p>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</p> <p><b>Аудитория № 002</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 006</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 007</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 008</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><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.</p> <p><b>Аудитория № 005</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, компьютер DEPOneos 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></p> <p>Читальный зал №1 (главный корпус)</p> <p>Читальный зал №2 (физмат корпус-учебное)</p> <p>Читальный зал №5 (гуманитарный корпус)</p> <p>Читальный зал №6 (учебный корпус)</p> <p>Читальный зал №7 (гуманитарный корпус)</p>  | <p>самостоятельная работа</p>                      | <p><b>Читальный зал №1</b></p> <p>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></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p><b>Читальный зал №5</b></p> <p>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></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p>   |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <b>Читальный зал №7</b><br>Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.  |
| <b>помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</b><br>лаборатория 318 (химфак корпус) |  | <b>Лаборатория № 318</b><br>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 НІ98103 Checker1 |

Приложение 1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Хроматография на 5 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:  | 73,2                    |
| лекций  | 36                      |
| практических/ семинарских   | 18                      |
| 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)  | 9                       |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)   | 25,8                    |

Форма(ы) контроля:  
зачет 5 семестр



| №<br>п/п | Тема и содержание   | Форма изучения материалов: лекции,<br>практические занятия, семинарские занятия,<br>лабораторные работы, самостоятельная работа и<br>трудоемкость (в часах) |    |        |    |     | Основная и<br>дополнительная<br>литература,<br>рекомендуемая<br>студентам (номера<br>из списка) | Задания по<br>самостоятельной<br>работе<br>студентов | Форма текущего<br>контроля<br>успеваемости<br>(коллоквиумы,<br>контрольные<br>работы,<br>компьютерные<br>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]  | самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен  |
| 2.       | Теория неидеальной хроматографии. Теория тарелок Мартина. Диффузионно-массообменная теория скоростей Ван-Деметера. Уравнение хроматографической полосы                                    |   | 2  |        | 2  | 2   | [1-2]   | Гл. 2 [1]  | самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен  |
| 3.       | Газовая хроматография. Виды   |   | 2  |        | 2  | 2   | [1-3]   | Гл. 4 [1]  | самостоятельная работа, контрольная  |



|    |   |  |   |  |   |   |       |             |   |
|----|---|--|---|--|---|---|-------|-------------|---|
|    | газовой хроматографии: ГАХ и ГЖХ. Классификация адсорбентов и требования к ним. Пример применения ГАХ для разделения смесей.  |  |   |  |   |   |       |             | работа, коллоквиум, тест, экзамен                                     |
| 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]   | самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен |
| 5  | Критерии разделения $K_1$ , $K_2$ , $K_\beta$ , связь их друг с другом  |  | 2 |  | 2 | 2 | [1-2] | Гл. 6-7 [1] | самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен |
| 6  | Качественный и количественный анализ. Методы количественной идентификации. Метод индексов удерживания Ковача. Количественная интерпритация хроматограмм. Метод                                |  | 2 |  | 2 | 2 | [1-3] | Гл. 8 [1]   | самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен |

|   |   |     |    |  |    |    |     |               |   |
|---|---|-----|----|--|----|----|-----|---------------|---|
|   | абсолютной калибровки, простой нормировки, нормировка с введением калибровочных коэффициентов и др.   |     |    |  |    |    |     |               |   |
| 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]     | самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен |
| 9 | Другие виды хроматографии. Гель-проникающая, ВЭЖХ, обращенная, вакантная и др.  |     | 2  |  | 2  | 2  | [1] | Гл. 11-14 [1] | самостоятельная работа, контрольная работа, коллоквиум, тест, экзамен |
|   | <b>Всего часов:</b>   | 108 | 18 |  | 18 | 18 |     |               |   |

## Рейтинг-план дисциплины «Хроматография»

Направление 04.03.01

Химия

курс III, семестр V

| 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  | 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           |
| <b>Модуль 2</b>  |                            |                          |             |              |
| 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           |
| <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           |