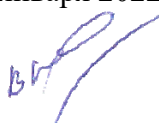


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДЕНО:  
на заседании кафедры аналитической химии  
протокол от «17» января 2022 г. № 8.

СОГЛАСОВАНО:  
Декан химического факультета

Зав. кафедрой -



/В.Н. Майстренко -



/Р.М. Ахметханов

«9» марта 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**  
**ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ**  
**В АСПИРАНТУРЕ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Состояние и перспективы развития хроматографии»

Вариативная часть

Направление подготовки  
04.06.01 – Химические науки

Направленность подготовки  
«Аналитическая химия»

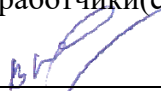
Квалификация


**«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

Форма обучения  
Очная, заочная

Уфа – 2022 г.

Разработчики(составители):

  
\_\_\_\_\_/ д.х.н., проф., зав.кафедрой аналитической химии Майстренко В.Н.  
(подпись) (ученая степень, ученое звание, должность, Фамилия И.О.)

  
\_\_\_\_\_/ ассистент кафедры аналитической химии Яркаева Ю.А.  
(подпись) (ученая степень, ученое звание, должность, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры аналитической химии, протокол от «17» января 2022 г. № 8.

Зав. кафедрой



/В.Н.Майстренко

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
2. Цели и место дисциплины в структуре ОПОП	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	7
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	7
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	12
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы	17
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	19
Приложение № 1. Содержание рабочей программы (очная форма)	21
Приложение № 2. Содержание рабочей программы (заочная форма)	25

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

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

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать: - основные концепции в рамках современной аналитической химии и тенденции её развития - понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной аналитической химии	ПК-1 Способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ аналитической химии	
	Знать: - основные направления, проблемы, теории современной аналитической химии - систему методологических принципов и методических приёмов аналитической химии	ПК-2 Способностью к критическому обобщению результатов предшествующих научных исследований в области аналитической химии	
	Знать: - основные аспекты аналитической химии - новейшие методы аналитической химии - принципы планирования, осуществления и критической оценки результатов научно-исследовательской работы	ПК-3 Способностью математической обработки результатов аналитического контроля и использования современных методов исследования различных объектов в собственных научных исследованиях	
Умения	Уметь: - применять знание методологических принципов, категорий и терминов современной аналитической химии	ПК-1 Способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ аналитической химии	
	Уметь: - применять на практике достижения отечественных и зарубежных аналитиков	ПК-2 Способностью к критическому обобщению результатов предшествующих научных исследований в области аналитической химии	
	Уметь: - генерировать новые идеи в ходе самостоятельного анализа - анализировать основные методологические проблемы, возникающие в ходе исследовательской деятельности, и находить пути их решения	ПК-3 Способностью математической обработки результатов аналитического контроля и использования современных методов исследования различных объектов в собственных научных исследованиях	

<p>Владения (навыки / опыт деятельности)</p>	<p>Владеть:  - навыками анализа основных проблем современной аналитической химии  - основными методологическими принципами современной аналитической химии</p>	<p>ПК-1 Способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ аналитической химии</p>	
	<p>Владеть:  - навыками квалифицированного, системного анализа концепций современной аналитической химии  - навыками критического анализа и обобщения предшествующего научного опыта</p>	<p>ПК-2 Способностью к критическому обобщению результатов предшествующих научных исследований в области аналитической химии</p>	
	<p>Владеть:  - навыками оценки различных методов анализа  - навыками самостоятельного исследования  - технологиями планирования и осуществления деятельности научных коллективов, проводящих исследования по аналитической химии  - навыками подготовки и научного редактирования публикаций коммуникативными стратегиями и тактиками, необходимыми для эффективной деятельности научных коллективов</p>	<p>ПК-3 Способностью математической обработки результатов аналитического контроля и использования современных методов исследования различных объектов в собственных научных исследованиях</p>	

## **2. Цели и место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Состояние и перспективы развития хроматографии» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 4 курсе (ах) в 7 семестре (ах).

Целью дисциплины «Состояние и перспективы развития хроматографии» являются углубление знаний по хроматографии и масс-спектрометрии; получение теоретических и практических знаний и навыков по хромато-масс-спектрометрии.

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

- Неорганическая химия
- Органическая химия
- Физическая химия
- Математика
- Физика

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

Содержание рабочей программы по очной форме представлено в Приложении № 1.

Содержание рабочей программы по заочной форме представлено в Приложении № 2.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции: ПК-1 Способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ аналитической химии.

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 концепции в рамках современной аналитической химии и тенденции её развития - понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной аналитической химии	Фрагментарные представления об основных концепциях в рамках современной аналитической химии	Неполные представления об основных концепциях в рамках современной аналитической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления об основных концепциях в рамках современной аналитической химии	Сформированные систематические представления об основных концепциях в рамках современной аналитической химии
		Фрагментарные представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной аналитической химии	Неполные представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной аналитической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной аналитической химии	Сформированные систематические представления о понятийно-категориальном и терминологическом аппарате современной аналитической химии
Второй этап (уровень)	Уметь: - <sup>применять</sup> знание методологических принципов, категорий и терминов современной аналитической химии	Фрагментарное применение методологических принципов, категорий и терминов современной аналитической химии	В целом, успешное, но не систематическое применение методологических принципов, категорий и терминов современной аналитической химии	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение методологических принципов, категорий и терминов современной аналитической химии	Сформированное умение применять методологические принципы, категории и термины современной аналитической химии

				й химии	
Третий этап (уровень)	Владеть: - навыками анализа основных проблем современной аналитической химии - основными методологическими принципами современной аналитической химии	Фрагментарное применение навыков анализа основных проблем современной аналитической химии	В целом, успешное, но не систематическое применение навыков анализа основных проблем современной аналитической химии	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение навыков анализа основных проблем современной аналитической химии	Успешное и систематическое применение навыков анализа основных проблем современной аналитической химии
		Фрагментарное владение основными методологическими принципами Современной аналитической химии	В целом, успешное, но непоследовательное владение основными методологическими принципами современной аналитической химии	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, владение основными методологическими принципами современной аналитической химии	Успешное и последовательное владение основными методологическими принципами современной аналитической химии

Код и формулировка компетенции: ПК-2 Способностью к критическому обобщению результатов предшествующих научных исследований в области аналитической химии.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворитель но»)	3 («Удовлетворительн о»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: - основные направления, проблемы, теории современной аналитической химии - систему методологических принципов и методических приёмов аналитической химии	Фрагментарные представления об основных направлениях, проблемах, теориях современной аналитической химии	Неполные представления об основных направлениях, проблемах, теориях современной аналитической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления об основных направлениях, проблемах, теориях современной аналитической химии	Сформированные систематические представления об основных направлениях, проблемах, теориях современной аналитической химии
		Фрагментарные представления о системе методологических принципов и методических	Неполные представления о системе методологических принципов и методических	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представлени	Сформированные систематические представления о системе



		приёмов аналитической химии	приёмов аналитической химии	я о системе методологических принципов и методических приёмов аналитической химии	методологических принципов и методических приёмов аналитической химии
Второй этап (уровень)	Уметь: - применять на практике достижения отечественных и зарубежных аналитиков	Фрагментарное применение на практике достижений отечественных и зарубежных ученых-аналитиков	В целом успешное, но не систематическое применение на практике достижений отечественных и зарубежных ученых-аналитиков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение на практике достижений отечественных и зарубежных ученых-аналитиков	Сформированное умение применять на практике достижений отечественных и зарубежных ученых-аналитиков
Третий этап (уровень)	Владеть: - навыками квалифицированного, системного анализа концепций современной аналитической химии - навыками критического анализа и обобщения предшествующего научного опыта	Фрагментарное применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной аналитической химии	В целом, успешное, но не систематическое применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной аналитической химии	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной аналитической химии	Успешное и систематическое применение навыков квалифицированного, системного анализа концепций современной аналитической химии
		Фрагментарное владение навыками критического обобщения предшествующего научного опыта	В целом, успешное, но непоследовательное владение навыками критического обобщения предшествующего научного опыта	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, владение навыками критического обобщения предшествующего научного опыта	Успешное и последовательное владение навыками критического обобщения предшествующего научного опыта

Код и формулировка компетенции: ПК-3 Способностью математической обработки результатов аналитического контроля и использования современных методов исследования различных объектов в собственных научных исследованиях.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

	компетенций)				
Первый этап (уровень)	Знать: - основные аспекты аналитической химии - новейшие методы аналитической химии - принципы планирования, осуществления и критической оценки результатов научно-исследовательской работы	Фрагментарные представления об основных аспектах аналитической химии	Неполные представления об основных подходах аналитической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных аспектах аналитической химии	Сформированные систематические представления об основных аспектах аналитической химии
		Фрагментарные представления о новейших методах аналитической химии	Неполные представления о новейших методах аналитической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о новейших методах аналитической химии	Сформированные систематические представления о новейших методах аналитической химии
		Фрагментарные представления о принципах планирования, осуществления и критической оценки результатов научно-исследовательской работы	Неполные представления о принципах планирования, осуществления и критической оценки результатов научно-исследовательской работы	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о принципах планирования, осуществления и критической оценки результатов научно-исследовательской работы	Сформированные систематические представления о принципах планирования, осуществления и критической оценки результатов научно-исследовательской работы
Второй этап (уровень)	Уметь: - генерировать новые идеи в ходе самостоятельного анализа - анализировать основные методологические проблемы, возникающие в ходе исследовательской деятельности, и находить пути их решения	Фрагментарное умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного анализа методов аналитической химии	В целом, успешное, но не систематическое умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного анализа методов аналитической химии	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного анализа методов аналитической химии	Сформированное умение генерировать новые идеи в ходе самостоятельного анализа методов аналитической химии
		Фрагментарное умение анализировать основные методологические проблемы,	В целом, успешное, но не систематическое умение анализировать основные	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, умение	Сформированное умение анализировать основные методологические

		возникающие в ходе исследовательской деятельности, и находить пути их решения	методологические проблемы, возникающие в ходе исследовательской деятельности, и находить пути их решения	анализировать основные методологические проблемы, возникающие в ходе исследовательской деятельности, и находить пути их решения	проблемы, возникающие в ходе исследовательской деятельности, и находить пути их решения
Третий этап (уровень)	Владеть: - навыками оценки различных методов анализа - навыками самостоятельного исследования - технологиями планирования и осуществления деятельности научных коллективов, проводящих исследования по аналитической химии - навыками подготовки и научного редактирования публикаций коммуникативными стратегиями и тактиками, необходимыми для эффективной деятельности научных коллективов	Фрагментарное применение навыков методов анализа	В целом, успешное, но не систематическое применение навыков методов анализа	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение навыков методов анализа	Успешное и систематическое применение навыков различных методов анализа
		Фрагментарное владение навыками методов анализа	В целом, успешное, но непоследовательное владение навыками методов анализа	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение навыков методов анализ	Успешное и последовательное владение навыками методов анализа
		Фрагментарное применение технологий планирования и осуществления методов анализа	В целом, успешное, но не систематическое применение технологий планирования и осуществления методов анализа	В целом, успешное, но содержащее отдельные пробелы, применение технологий планирования и осуществления методов анализа	Успешное и систематическое применение технологий планирования и осуществления методов анализа
		Фрагментарное владение навыками обработки результатов анализа	В целом, успешное, но непоследовательное владение навыками обработки результатов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы, во владении навыками обработки результатов	Успешное и последовательное владение навыками обработки результатов
		Фрагментарное владение тактиками, необходимыми для эффективного описания результатов	В целом успешное, но не систематическое владение методами описания результатов анализа	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методами описания	Успешное владение коммуникативными стратегиями и тактиками, необходимым и для

		анализа		результатов анализа	описания результатов анализа
--	--	---------	--	---------------------	------------------------------

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

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать: - основные концепции в рамках современной аналитической химии и тенденции её развития - понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной аналитической химии	ПК-1 Способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ аналитической химии	Письменный опрос
	Знать: - основные направления, проблемы, теории современной аналитической химии - систему методологических принципов и методических приёмов аналитической химии	ПК-2 Способностью к критическому обобщению результатов предшествующих научных исследований в области аналитической химии	Письменный опрос
	Знать: - основные аспекты аналитической химии - новейшие методы аналитической химии - принципы планирования, осуществления и критической оценки результатов научно-исследовательской работы	ПК-3 Способностью математической обработки результатов аналитического контроля и использования современных методов исследования различных объектов в собственных научных исследованиях	Письменный опрос
2-й этап Умения	Уметь: - применять знание методологических принципов, категорий и терминов современной аналитической химии	ПК-1 Способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ аналитической химии	Письменный опрос
	Уметь: - применять на практике достижения отечественных и зарубежных аналитиков	ПК-2 Способностью к критическому обобщению результатов предшествующих научных исследований в области аналитической химии	Письменный опрос

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- генерировать новые идеи в ходе самостоятельного анализа</li> <li>- анализировать основные методологические проблемы, возникающие в ходе исследовательской деятельности, и находить пути их решения</li> </ul>	<p>ПК-3 Способностью математической обработки результатов аналитического контроля и использования современных методов исследования различных объектов в собственных научных исследованиях</p>	<p>Письменный опрос</p>
<p>3-й этап</p> <p>Владеть навыками</p>	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализа основных проблем современной аналитической химии</li> <li>- основными методологическими принципами современной аналитической химии</li> </ul>	<p>ПК-1 Способностью к применению в ходе собственных научных исследований методологических основ аналитической химии</p>	<p>Письменный опрос</p>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками квалифицированного, системного анализа концепций современной аналитической химии</li> <li>- навыками критического анализа и обобщения предшествующего научного опыта</li> </ul>	<p>ПК-2 Способностью к критическому обобщению результатов предшествующих научных исследований в области аналитической химии</p>	<p>Письменный опрос</p>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками оценки различных методов анализа</li> <li>- навыками самостоятельного исследования</li> <li>- технологиями планирования и осуществления деятельности научных коллективов, проводящих исследования по аналитической химии</li> <li>- навыками подготовки и научного редактирования публикаций коммуникативными стратегиями и тактиками, необходимыми для эффективной деятельности научных коллективов</li> </ul>	<p>ПК-3 Способностью математической обработки результатов аналитического контроля и использования современных методов исследования различных объектов в собственных научных исследованиях</p>	<p>Письменный опрос</p>

## Экзамен по курсу «Состояние и перспективы развития хроматографии»

### Перечень вопросов

1. Составные части хромато-масс-спектрометра, их функции и назначение.

2. Масс-анализаторы: магнитный, квадрупольный. Схемы, принцип работы, достоинства и недостатки.
3. Классификация интерфейсов, их устройство, принцип действия.
4. Источник ионов и способы ионизации. Ионизация ЭУ и химическая ионизация, их достоинства и недостатки.
5. Основные требования к газу-носителю, неподвижной жидкой фазе в ХМС. Характеристика современных хромато- масс- спектрометров
6. Использование ЭВМ для обработки данных масс-и хромато-масс-спектрометрии
7. Химическая ионизация органических соединений. Достоинства и недостатки. Методы повышения селективности химической ионизации.
8. Общая характеристика спектра и анализ области пика молекулярного иона
9. Химическая модификация органических соединений для хромато-масс-спектрометрического анализа
10. Групповая идентификация органических соединений с помощью гомологических серий.
11. Классификация органических соединений по спектрам ионных серий.
12. Основные представления о закономерностях фрагментации органических соединений при ЭУ. Перегруппировочные процессы.
13. Перегруппировка Мак-Лафферти в кислородсодержащих и ароматических органических соединениях
14. Логарифмические, арифметические и молекулярные индексы удерживания, использование параметров удерживания при ХМС-анализе.
15. Определение брутто-формулы органических соединений по масс-спектрам.
16. Предварительная обработка и оптимизация условий получения спектрограмм
17. Анализ следовых количеств органического вещества в ХМС. Масс-фрагментография.
18. Особенности пробоподготовки и анализа загрязнений воды и почвы.
19. Определение молекулярной массы по масс-спектру. Азотное правило.
20. Парофазный анализ . Сущность метода, область применения.
21. Схема времяпролетного масс-анализатора. Принцип работы, достоинства, применение
22. Требования к неподвижной жидкой фазе, характеристика основных видов хроматографических колонок в ХМС.
23. Основные типы ионов в хромато-масс-спектрометрии. Примеры образования главных осколочных и перегруппировочных ионов в ХМС.
24. Количественный анализ в хромато-масс-спектрометрии.  
Выбор характеристических ионов для кислородсодержащих органических соединений
25. Ионный источник масс-спектрометра. Требования к ионному источнику. Основное предназначение ионного источника. Принцип его работы
26. Количественный анализ в ХМС. Типы внутренних стандартов
27. Основные реакции дериватизации органических соединений для повышения эффективности ХМС-анализа

**Образец экзаменационного билета:**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение*

**высшего образования**  
**«Башкирский государственный университет»**  
Кандидатский экзамен по направлению Химические науки  
направленность Аналитическая химия

- уч. год

Билет № 1

1. Логарифмические, арифметические и молекулярные индексы удерживания, использование параметров удерживания при ХМС-анализе.
2. Ионный источник масс-спектрометра. Требования к ионному источнику. Основное предназначение ионного источника. Принцип его работы

**Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:**

**5 (отлично)** выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

**4 (хорошо)** выставляется, если аспиранту, если он 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.

**3 (удовлетворительно)** выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им 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. Аспирант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

**2 (неудовлетворительно)** выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Письменный опрос**

Необходимо письменно ответить на 3 вопроса.

**Перечень вопросов**

1. Характеристика основных блоков хромато-масс-спектрометра.
2. Хроматограф. Типы колонок для ХМС анализа. Требования к неподвижной жидкой фазе. Типы неподвижных жидких фаз.
3. Газ-носитель для ХМС-анализа. Характеристика современных хромато-масс-спектрометров.
4. Классификация интерфейсов, их устройство, принцип действия, достоинства и недостатки.
5. Масс-анализаторы: магнитный, квадрупольный, времяпролетный. Схемы, принцип работы, достоинства, недостатки.
6. Основные правила фрагментации органических соединений в ХМС.
7. Источник ионов и способы ионизации, ионизация электронным ударом и

химическая ионизация.

8. Предварительная обработка и оптимизация получения спектрограмм.

9. Групповая идентификация органических соединений с помощью гомологических серий.

10. Классификация органических соединений по спектрам ионных серий.

11. Хроматографические параметры удерживания. Логарифмические, арифметические, молекулярные индексы удерживания.

12. Общая характеристика масс-спектра и анализ области молекулярного иона.

13. Схемы фрагментации гетероциклических соединений при электронноударной ионизации

14. Распад галоген- и азотсодержащих органических соединений при электронном ударе.

15. Распад кислородсодержащих органических соединений при электронном ударе.

16. Фрагментация серусодержащих органических соединений при ЭУ ионизации

17. Количественный анализ в ХМС. Метод внутреннего и внешнего стандартов.

18. Получение производных или химическая модификация органических соединений для ХМС-анализа.

19. Использование ЭВМ для обработки данных масс- и хромато-масс-спектральных данных.

20. Качественный анализ. Библиотечный поиск: прямой и обратный. Характеристика экспертных и интерпретирующих программ.

21. Использование сигналов изотопных пиков для определения брутто-формулы органического соединения.

22. Анализ следовых количеств органических веществ в ХМС. Масс-фрагментография.

23. Типы ионов в хромато-масс-спектрометрии. Примеры образования перегруппировочных ионов.

24. Парофазный анализ и микротвердофазное концентрирование как методы пробоподготовки в ХМС.

#### **Критерии оценки письменных контрольных работ:**

- «отлично» ставится аспиранту если он ответит правильно на 3 вопроса;
- «хорошо» ставится аспиранту, если он ответит правильно только на 2 вопроса;
- «удовлетворительно» ставится аспиранту, если он ответит правильно только на 1 вопрос,
- «неудовлетворительно» ставится аспиранту, если он не смог ответить на вопросы.



## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Основы аналитической химии / под ред. Ю. А. Золотова. — М. : Высшая школа, 1996. Кн. 1: Общие вопросы. Методы разделения. — 1996. — 384 с.  
<http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+6024+default+5+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus>
2. Основы аналитической химии / под ред. Ю. А. Золотова. — М. : Высшая школа, Кн. 2: Методы химического анализа. — 1996. — 460 с.  
<http://ecatalog.bashlib.ru/cgi-bin/zgate.exe?present+6024+default+6+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus>
3. Золотов, Ю.А. Введение в аналитическую химию [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Золотов. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 266 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84079>

Дополнительная литература:

4. Конюхов, В.Ю. Хроматография [Электронный ресурс] : учебник / В.Ю. Конюхов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4044>
5. Сычев, С.Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Сычев, В.А. Гаврилина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5108>
6. Майстренко, В. Н. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. Н. Майстренко, Н. А. Клюев. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. <URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/read/MastrenkoEkologo-analit.Monitor.2004.pdf>>.
7. Золотов, Ю.А. Проблемы аналитической химии / Ю.А. Золотов. - Москва : Издательство Наука, 2014. - Т. 17. Проточный химический анализ. - 427 с. - ISBN 978-5-02-039030-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468706>
8. Егоров, В.В. Неорганическая и аналитическая химия. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебник / В.В. Егоров, Н.И. Воробьева, И.Г. Сильвестрова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 144 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45926>

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «Электронная библиотека БашГУ»: <https://elib.bashedu.ru/>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://www.biblioclub.ru/>

3. ЭБС издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com/>

Базы данных (БД):

1. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru/>
2. БД периодических изданий (на платформе EastView): <https://dlib.eastview.com/>
3. SCOPUS: <http://www.scopus.com/>
4. БД периодических изданий «ИВИС».

### Информационные справочные системы:

1. «Консультант плюс»

### Программное обеспечение:

1. Windows 8 Russian.Windows Professional 8 Russian Upgrade.Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> № 008 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г.Уфа, л. Заки Валиди, д. 32).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> № 008 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г.Уфа, л. Заки Валиди, д. 32).</p> <p><b>3.учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория №305 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32).</p> <p><b>4.учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория №305 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32)</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы обучающихся:</b> читальный зал № 1 (главный корпус, 450076, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул. Заки</p>	<p><b>Аудитория № 008</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран</p> <p><b>Аудитория № 305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный ClassicNorma 244*183</p> <p><b>Читальный зал № 1</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p><b>Лаборатория №313</b> Учебная мебель, МФУ лазерный KYOCERA M2040DN, ВЛ-320С,</p>	<p>1. Windows 8 Russian.Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019.</p>

<p>Валиди, д. 32),          читальный зал № 2 (физмат корпус – учебное, 450076, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32). .          лаборатория № 313 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г.Уфа, л. Заки Валиди, д. 32).  <b>6. помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b>          лаборатория № 318 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32)          лаборатория № 217 (химфак корпус, 450076, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул. Заки Валиди, д. 32)</p>	<p>Принтер лазерный KYOCERA FS-1120D, Шкаф вытяжной ШВП-1.2.1, Компьютер USN Business SL Pentium G640  <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  <b>Лаборатория № 217</b>          Учебная мебель, генератор водорода, насос вакуумный, весы лабораторные ONAUSPA-214 С, аналого-цифровой преобразователь АЦП-2, деионизатор воды ДВ-10UV, комплекс хроматографический газовый «ХРОМОС» ГХ-1000, компрессор, магнитная мешалка 3-х секционная с подогревом ULABUS-3110, магнитная мешалка MS-H280-Pro, автоматический поляриметр AtagoAP-300, ноутбук ASUS.</p>	
---	--	--

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Состояние и перспективы развития хроматографии» на 7 семестр

Очная форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	100
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	36

Формы контроля: экзамен

№ 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 аспирантам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе аспирантов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СР			
1	2	3	5	6			
1.	Составные части хромато-масс-спектрометра, их функции и назначение. Масс-анализаторы: магнитный, квадрупольный. Схемы, принцип работы, достоинства и недостатки. Классификация интерфейсов, их устройство, принцип действия. Источник ионов и способы ионизации. Ионизация ЭУ и химическая ионизация, их достоинства и недостатки. Основные требования к газу-носителю, неподвижной жидкой фазе в ХМС. Характеристика современных хромато- масс- спектрометров	1	1	20	[1-8]	Проработка конспектов лекций	Письменный опрос
2.	Использование ЭВМ для обработки данных масс-и хромато-масс-спектрометрии Химическая ионизация органических соединений. Достоинства и недостатки. Методы повышения селективности химической ионизации. Общая характеристика спектра и анализ области пика молекулярного иона Химическая модификация органических соединений для хромато-масс-спектрометрического анализа Групповая идентификация	1	1	20	[1-8]	Проработка конспектов лекций	Письменный опрос

	органических соединений с помощью гомологических серий.						
3.	Классификация органических соединений по спектрам ионных серий. Основные представления о закономерностях фрагментации органических соединений при ЭУ. Перегруппировочные процессы. Перегруппировка Мак-Лафферти в кислородсодержащих и ароматических органических соединениях Логарифмические, арифметические и молекулярные индексы удерживания, использование параметров удерживания при ХМС-анализе. Определение брутто-формулы органических соединений по масс-спектрам.		1	20	[1-8]	Проработка конспектов лекций	Письменный опрос
4.	Предварительная обработка и оптимизация условий получения спектрограмм Анализ следовых количеств органического вещества в ХМС. Масс-фрагментография. Особенности пробоподготовки и анализа загрязнений воды и почвы. Определение молекулярной массы по масс-спектру. Азотное правило. Парофазный анализ . Сущность метода, область применения. Схема времяпролетного масс-анализатора. Принцип работы, достоинства, применение		1	20	[1-8]	Проработка конспектов лекций	Письменный опрос
5.	Требования к неподвижной жидкой фазе, характеристика основных видов хроматографических колонок в ХМС. Основные типы ионов в хромато-масс-спектрометрии. Примеры образования главных осколочных и перегруппировочных ионов в ХМС.			20	[1-8]	Проработка конспектов лекций	Письменный опрос

	<p>Количественный анализ в хромато-масс-спектрометрии. Выбор характеристических ионов для кислородсодержащих органических соединений 25. Ионный источник масс-спектрометра. Требования к ионному источнику. Основное предназначение ионного источника. Принцип его работы</p> <p>Количественный анализ в ХМС.</p> <p>Типы внутренних стандартов</p> <p>Основные реакции дериватизации органических соединений для повышения эффективности ХМС-анализа</p>						
	<b>Всего часов:</b>	2	4	100			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Состояние и перспективы развития хроматографии» на 7 семестр(ах)

Заочная форма обучения

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	
практических	2
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	95
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (контроль)	9

Формы контроля: экзамен



№ 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 аспирантам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе аспирантов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СР			
1	2	3	4	5			
1.	Составные части хромато-масс-спектрометра, их функции и назначение. Масс-анализаторы: магнитный, квадрупольный. Схемы, принцип работы, достоинства и недостатки. Классификация интерфейсов, их устройство, принцип действия. Источник ионов и способы ионизации. Ионизация ЭУ и химическая ионизация, их достоинства и недостатки. Основные требования к газу-носителю, неподвижной жидкой фазе в ХМС. Характеристика современных хромато- масс- спектрометров		1	20	[1-8]	Проработка конспектов лекций	Письменный опрос
2.	Использование ЭВМ для обработки данных масс-и хромато-масс-спектрометрии Химическая ионизация органических соединений. Достоинства и недостатки. Методы повышения селективности химической ионизации. Общая характеристика спектра и анализ области пика молекулярного иона Химическая модификация органических соединений для хромато-масс-спектрометрического анализа Групповая идентификация		1	20	[1-8]	Проработка конспектов лекций	Письменный опрос

	органических соединений с помощью гомологических серий.						
3.	Классификация органических соединений по спектрам ионных серий. Основные представления о закономерностях фрагментации органических соединений при ЭУ. Перегруппировочные процессы. Перегруппировка Мак-Лафферти в кислородсодержащих и ароматических органических соединениях Логарифмические, арифметические и молекулярные индексы удерживания, использование параметров удерживания при ХМС-анализе. Определение брутто-формулы органических соединений по масс-спектрам.			20	[1-8]	Проработка конспектов лекций	Письменный опрос
4.	Предварительная обработка и оптимизация условий получения спектрограмм Анализ следовых количеств органического вещества в ХМС. Масс-фрагментография. Особенности пробоподготовки и анализа загрязнений воды и почвы. Определение молекулярной массы по масс-спектру. Азотное правило. Парофазный анализ . Сущность метода, область применения. Схема времяпролетного масс-анализатора. Принцип работы, достоинства, применение			20	[1-8]	Проработка конспектов лекций	Письменный опрос
5.	Требования к неподвижной жидкой фазе, характеристика основных видов хроматографических колонок в ХМС. Основные типы ионов в хромато-масс-спектрометрии. Примеры образования главных осколочных и перегруппировочных ионов в ХМС.			15	[1-8]	Проработка конспектов лекций	Письменный опрос

	<p>Количественный анализ в хромато-масс-спектрометрии. Выбор характеристических ионов для кислородсодержащих органических соединений 25. Ионный источник масс-спектрометра. Требования к ионному источнику. Основное предназначение ионного источника. Принцип его работы</p> <p>Количественный анализ в ХМС.</p> <p>Типы внутренних стандартов</p> <p>Основные реакции дериватизации органических соединений для повышения эффективности ХМС-анализа</p>						
	<b>Всего часов:</b>		2	95			