

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор



Хагуров Т.А.

2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.07-  
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХРОМАТОГРАФИИ**

|                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| Направление подготовки   | 04.04.01            |
| Направленность (профиль) | Аналитическая химия |
| Форма обучения           | Очная               |
| Квалификация             | Магистр             |

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХРОМАТОГРАФИИ** составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.04.01 Химия

Программу составил:

А.З. Темердашев, доцент, д.х.н.



Рабочая программа дисциплины **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХРОМАТОГРАФИИ** утверждена на заседании кафедры аналитической химии

протокол №7 «17» апреля 2025г.

Заведующий кафедрой

Темердашев З.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий

протокол №7 «24» апреля 2025г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензенты:

Афонин А.С., генеральный директор ООО «ИнжЭкоПроект»

Буков Н.Н., д-р хим. наук, профессор, зав. кафедрой общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии ФГБОУ ВО «КубГУ»

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Целью освоения дисциплины «Современные методы хроматографии» является формирование у студентов современных представлений и навыков применения методов хроматографии и хроматомасс-спектрометрии в целях клинико-диагностических, токсикологических, криминалистических исследований, контроле качества пищевой продукции, способности применения данных методов в научно-исследовательской деятельности.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

Задачи учебной дисциплины «Современные методы хроматографии» состоят в изучении современных методов и подходов методов хроматографии и хроматомасс-спектрометрии для проведения качественного и количественного анализа с целью обнаружения экотоксикантов, а также формировании у студентов знаний и умений, позволяющих осуществлять как простые, так и сложные химические испытания, в том числе, определение стероидных гормонов, полиароматических углеводов, катехоламинов, идентификации новых соединений и т.д.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Современные методы хроматографии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана и базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплин «Аналитическая химия», «Основы хроматографии», «Проблемы оценки и соответствия». В курсе прослеживается тесная связь с разделами метрологии, аналитической химии.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных и общепрофессиональных компетенций:

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                             | Результаты обучения по дисциплине                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений                                                                     |                                                                                                                            |
| ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов                     | знает стандартные методы анализа данных, используемые в хроматографии                                                      |
|                                                                                                                                                                                  | умеет рассчитывать хроматографические инварианты (индексы удерживания и др.) и использовать их для построения схем анализа |
|                                                                                                                                                                                  | владеет методами сопоставительного хроматографического анализа                                                             |
| ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии | знает ключевые расчетно-теоретические хроматографические методы                                                            |
|                                                                                                                                                                                  | умеет проводить базовую интерпретацию масс-спектров                                                                        |
|                                                                                                                                                                                  | владеет теоретическими основами хроматографии и хроматомасс-спектрометрии                                                  |
| ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности     | знает принципы формирования заключений, выполненных с использованием методов хроматографии и хроматомасс-спектрометрии     |
|                                                                                                                                                                                  | умеет использовать литературные данные при формировании заключений и выводов о проведенных исследованиях                   |
|                                                                                                                                                                                  | владеет эмпирическими методами сопоставления полученных результатов                                                        |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. (252 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Вид учебной работы                                                                                                                                                             |                               | Всего часов | Форма обучения   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|------------------|
|                                                                                                                                                                                |                               |             | очная            |
|                                                                                                                                                                                |                               |             | 1 семестр (часы) |
|                                                                                                                                                                                |                               |             |                  |
| Контактная работа, в том числе:                                                                                                                                                |                               |             |                  |
| Аудиторные занятия (всего)                                                                                                                                                     |                               | 102         | 102              |
| В том числе:                                                                                                                                                                   |                               |             |                  |
| Занятия лекционного типа                                                                                                                                                       |                               | 34          | 34               |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)                                                                                                                     |                               | –           | –                |
| Лабораторные занятия                                                                                                                                                           |                               | 68          | 68               |
| Иная контактная работа                                                                                                                                                         |                               |             |                  |
| Индивидуальная контролируемая работа (ИКР)                                                                                                                                     |                               | 0,3         | 0,3              |
| Самостоятельная работа (всего)                                                                                                                                                 |                               | 123         | 123              |
| В том числе:                                                                                                                                                                   |                               |             |                  |
| Самостоятельное изучение разделов                                                                                                                                              |                               | 60          | 60               |
| Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) |                               | 80          | 80               |
| Контроль:                                                                                                                                                                      |                               |             |                  |
| Подготовка к экзамену                                                                                                                                                          |                               | 26,7        | 26,7             |
| Общая трудоемкость                                                                                                                                                             | час.                          | 252         | 252              |
|                                                                                                                                                                                | в том числе контактная работа | 102,3       | 102,3            |
|                                                                                                                                                                                | зач. ед.                      | 7           | 7                |

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре (очная форма)

| № раздела | Наименование разделов (тем)                                   | Количество часов |                   |    |    |                          |
|-----------|---------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|--------------------------|
|           |                                                               | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа СРС |
|           |                                                               |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                          |
| 1         | 2                                                             | 3                | 4                 | 5  | 6  | 7                        |
| 1         | Основы методов хроматографии и хромато-масс-спектрометрии     | 46,3             | 6,3               | –  | 16 | 24                       |
| 2         | Классификация хроматографических методов анализа              | 50               | 8                 | –  | 18 | 24                       |
| 3         | Тенденции развития хроматографии и хромато-масс-спектрометрии | 44               | 6                 | –  | 8  | 30                       |

| № раз-дела | Наименование разделов (тем)                                                                       | Количество часов |                   |    |    |                          |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|--------------------------|
|            |                                                                                                   | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа СРС |
|            |                                                                                                   |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                          |
| 4          | Особенности архитектуры современного оборудования, как определяющий фактор при разработке методик | 42               | 6                 | –  | 18 | 18                       |
| 5          | Практические аспекты применения методов хроматографии и хромато-масс-спектрометрии                | 43               | 8                 | –  | 8  | 27                       |
| 6          | Экзамен                                                                                           | 26,7             | –                 | –  | –  | –                        |
|            | <i>Итого по дисциплине</i>                                                                        | 251,7            | 34                | –  | 68 | 123                      |
|            | Контроль самостоятельной работы (КСР)                                                             | -                |                   |    |    |                          |
|            | Промежуточная аттестация (ИКР)                                                                    | 0,3              |                   |    |    |                          |
|            | Подготовка к текущему контролю                                                                    | -                |                   |    |    |                          |
|            | Общая трудоемкость по дисциплине                                                                  | 252              |                   |    |    |                          |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

| № | Наименование раздела                                                                               | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                               | Форма текущего контроля |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 2                                                                                                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4                       |
| 1 | Основы методов хроматографии и хромато-масс-спектрометрии                                          | Основные определения. Архитектура современных приборов и детекторов, используемых в хроматографии и хромато-масс-спектрометрии. Принципы разделения и детектирования. История развития методов хроматографии и хромато-масс-спектрометрии                                                        | Устный опрос            |
| 2 | Классификация хроматографических методов анализа                                                   | Классификация хроматографических методов анализа по способу разделения веществ. Виды газовой и жидкостной хроматографии. Граничные условия применения методов.                                                                                                                                   | Коллоквиум              |
| 3 | Тенденции развития хроматографии и хромато-масс-спектрометрии                                      | Рассмотрение тенденций развития хроматографических методов анализа. Новые сорбенты в газовой и жидкостной хроматографии. Ионные жидкости. Детонационные наноалмазы. Поверхностно-пористые сорбенты.                                                                                              | Коллоквиум              |
| 4 | Особенности архитектуры современного оборудования, как определяющий фактор при разработке методик. | Изучение архитектуры современного аналитического оборудования. Влияние архитектуры прибора на его метрологические характеристики. Изучение способов повышения чувствительности и селективности метода с использованием особенностей архитектуры приборов. Микро- и нанокOLONочная хроматография, | Устный опрос            |

|   |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                          |            |
|---|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|   |                                                                                    | как эффективный инструмент в протеомике и анализе малых молекул. Сравнение с УВЭЖХ.                                                                                                                                                      |            |
| 5 | Практические аспекты применения методов хроматографии и хромато-масс-спектрометрии | Применение хроматографии и хромато-масс-спектрометрии в области экологического и фармацевтического контроля, токсикологии, криминалистике, протеомике, петролеомике, клинические приложения хромато-масс-спектрометрии, допинг-контроль. | Коллоквиум |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Учебным планом занятия семинарского типа не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

| №  | Наименование лабораторных работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Форма текущего контроля                                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4                                                                                                                         |
| 1. | Анализ литературных данных, изучение возможностей и ограничений методов жидкостной и газовой хроматографии. Рассмотрение тенденций миниатюризации систем, повышения экспрессности в ВЭЖХ путем перехода в область сверхвысоких давлений, оптимизация условий ВЭЖХ- и ГХ-разделения.                                                                                                                                                                                                                                                    | Оценивание участия в дискуссии, выполнение экспериментальной работы, ЛР1                                                  |
| 2. | Анализ литературных данных и спецификаций современного аналитического оборудования. Расчет эффективности методов путем сравнения экспериментальных результатов, полученных на ВЭЖХ системе и формальном УВЭЖХ-аналоге. Рассмотрение возможности переноса разработанных методов.                                                                                                                                                                                                                                                        | Оценивание участия в дискуссии, выполнение экспериментальной работы, ЛР2                                                  |
| 3. | Анализ литературных данных и спецификаций современного аналитического оборудования. Изучение влияния геометрии прибора на его характеристики, возможности и ограничения масс-спектрометров в зависимости от конструкции масс-анализатора.                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Тест.<br>Анализ и оценивание деятельности студентов по участию в дискуссии и планированию эксперимента. Деловые игры, КР2 |
| 4. | Изучение литературных данных. Критерии подбора колонок для разделения в зависимости от хроматографической системы. Скорость сканирования, как один из лимитирующих факторов в масс-спектрометрии. Влияние конструкции ионного источника на чувствительность. Дискриминация масс.                                                                                                                                                                                                                                                       | Оценивание участия в дискуссии, выполнение экспериментальной работы, КР2                                                  |
| 5. | Особенности применения хромато-масс-спектрометрии в практике экспертно-криминалистических лабораторий, токсикологических лабораторий. Применение масс-спектрометрии в целях допинг-контроля, изучения фармакокинетики, контроле качества лекарственных средств. Клинические приложения хромато-масс-спектрометрии. Использование хромато-масс-спектрометрии в протеомике и петролеомике. Контроль качества пищевых продуктов, экоаналитический контроль. Критерии качественного и количественного анализа в хромато-масс-спектрометрии | Оценивание участия в дискуссии, выполнение экспериментальной работы<br>Защита проектов, Р                                 |

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР), реферат (Р).

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС                                                                                           | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                          |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1 | Основы методов хроматографии и хромато-масс-спектрометрии                                         | Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, КубГУ, 2017;<br>Конюхов, В.Ю. Хроматография : учебник / Конюхов, Валерий Юрьевич ; В. Ю. Конюхов. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. - 222 с.                                      |
| 2 | Сравнительный анализ методов УВЭЖХ и ВЭЖХ.                                                        | Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, КубГУ, 2017;<br>Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник для студентов вузов : в 2 т. Т. 1 / под ред. А. А. Ищенко. - М. : Академия, 2010. - 352 с.             |
| 3 | Тенденции развития масс-спектрометрии                                                             | Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, КубГУ, 2017;<br>Аналитическая химия : учебник для студентов вузов : в 3 т. Т. 3 : Химический анализ / под ред. Л. Н. Москвина ; [И. Г. Зенкевич и др.]. - М. : Академия, 2010. - 365 с. |
| 4 | Особенности архитектуры современного оборудования, как определяющий фактор при разработке методик | Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, КубГУ, 2017;<br>Конюхов, В.Ю. Хроматография : учебник / Конюхов, Валерий Юрьевич ; В. Ю. Конюхов. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. - 222 с.                                      |
| 5 | Практические аспекты применения методов хроматографии и хромато-масс-спектрометрии                | Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, КубГУ, 2017;<br>Конюхов, В.Ю. Хроматография : учебник / Конюхов, Валерий Юрьевич ; В. Ю. Конюхов. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. - 222 с.                                      |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии.

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Современные методы хроматографии».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий для самостоятельного решения, задач для решения в аудитории, контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, рефератов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и задач к экзамену.

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)                                                                                                                          | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)                                                                              | Наименование оценочного средства                   |                             |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                            | Текущий контроль                                   | Промежуточная аттестация    |
| 1     | ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов                     | знает стандартные методы анализа данных, используемые в хроматографии                                                      | Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории | Вопрос на экзамене          |
|       |                                                                                                                                                                                  | умеет рассчитывать хроматографические инварианты (индексы удерживания и др.) и использовать их для построения схем анализа | Лабораторная работа                                | -                           |
|       |                                                                                                                                                                                  | владеет методами сопоставительного хроматографического анализа                                                             | Лабораторная работа                                | -                           |
| 2     | ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии | знает ключевые расчетно-теоретические хроматографические методы                                                            | Контрольная работа                                 | Вопрос на экзамене          |
|       |                                                                                                                                                                                  | умеет проводить базовую интерпретацию масс-спектров                                                                        | Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории | Вопрос на экзамене; Реферат |
|       |                                                                                                                                                                                  | владеет теоретическими основами хроматографии и хроматомасс-спектрометрии                                                  | Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории | Вопрос на экзамене; Реферат |
| 3     | ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных,                                                                                            | знает принципы формирования заключений, выполненных с использованием методов                                               | Лабораторная работа                                | –                           |



|                                                                                        |                                                                                                          |                                                     |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------|
| собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности | хроматографии и хроматомасс-спектрометрии                                                                |                                                     |                    |
|                                                                                        | умеет использовать литературные данные при формировании заключений и выводов о проведенных исследованиях | Лабораторная работа; Задачи для решения в аудитории | Вопрос на экзамене |
|                                                                                        | владеет эмпирическими методами сопоставления полученных результатов                                      | Лабораторная работа; Задачи для решения в аудитории | Вопрос на экзамене |

#### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

##### **4.1.1 Примерные темы устных докладов, эссе**

1. Применение пирографита в качестве сорбента для ТФЭ и ВЭЖХ.
2. Детонационные наноалмазы как новый сорбент для ВЭЖХ.
3. Применение ионных жидкостей в качестве неподвижной жидкой фазы в ГХ.
4. Поверхностно-пористые сорбенты в ВЭЖХ.
5. Микроколоночная и нанопотоковая жидкостная хроматография. Преимущества и недостатки. Сравнение с УВЭЖХ и ВЭЖХ.
6. Способы нецелевого поиска веществ с использованием хромато-масс-спектрометрии.
7. Определение пестицидов в продуктах питания с использованием методов хроматографии и хромато-масс-спектрометрии.
8. Возможности и ограничения DART для неразрушающего анализа.
9. Сверхкритическая флюидная хроматография. Состояние и перспективы развития.
10. Применение online ТФЭ. Преимущества и недостатки.
11. Место хромато-масс-спектрометрии в клиническом анализе.
12. Место УВЭЖХ в анализе объектов окружающей среды.

##### **4.1.2 Примеры заданий - дидактических разработок**

1. Уравнение Ван-Деемтера. Влияние размера сорбента на ВЭТТ.
2. Квадрупольные масс-анализаторы. Принцип работы, возможности и недостатки.
3. ОФ-ВЭЖХ. Критерии подбора условий разделения. Элюирующая сила.

Критерием успешного выполнения задания является способность студента корректно отвечать на вопросы, заданные по теме выполненного сообщения.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### 4.2.1 Вопросы для подготовки к зачету

#### 4.2.1 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Виды ВЭЖХ, примеры практического применения.
2. Критерии качественного и количественного анализа в хроматографии и хромато-масс-спектрометрии.
3. Метод внутреннего стандарта в ХМС. Критерии выбора.
4. Способы ионизации в ВЭЖХ-МС.
5. Способы ионизации в ГХ-МС.
6. Детонационные наноалмазы в ВЭЖХ.
7. Ионные жидкости в ГХ. Преимущества и недостатки.
8. Сверхкритическая флюидная хроматография.
9. online ТФЭ. Аппаратурная реализация, преимущества и недостатки.
10. Масс-спектрометрия высокого разрешения. Основные типы масс-анализаторов, их преимущества и недостатки.
11. Масс-спектрометрия низкого разрешения. Типы масс-анализаторов, преимущества и недостатки.
12. Матричные эффекты, способы их устранения.
13. Двойные источники ионизации. Преимущества и недостатки.
14. Детекторы для ВЭЖХ, их краткое описание.
15. Детекторы для ГХ, их краткое описание.
16. Способы ввода пробы в ГХ.
17. Двумерная хроматография. Преимущества и недостатки.
18. Капиллярный электрофорез. Сравнение с ВЭЖХ. Преимущества и недостатки.
19. Примеры применения капиллярного зонного электрофореза. Принцип разделения.
20. ЭРИ, ХИАД и ФИАД. Способы ионизации, возможности и недостатки.

#### Критерии оценивания результатов обучения

| Оценка                        | Критерии оценивания по экзамену                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Высокий уровень «5» (отлично) | оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Студент свободно |

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | владеет теоретическим материалом (знает как основные, так и специфические хроматографические методы, а также владеет методологическими основами применения методов хроматографии и хроматомасс-спектрометрии) и способен самостоятельно решить экзаменационную задачу.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Средний уровень «4» (хорошо)                  | оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Студент хорошо владеет теоретическим материалом, знает базовые хроматографические методы и имеет представление о методологических основах применения методов хроматографии и хроматомасс-спектрометрии, способен справиться с экзаменационной задачей при незначительной помощи со стороны преподавателя.                  |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)     | оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Студент знает базовые хроматографические методы, однако плохо разбирается в специфических методах и механизмах основных методов масс-спектрометрии и хроматографии, с трудом справляется с экзаменационной задачей при существенной помощи со стороны преподавателя. |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Студент не способен решить зачетную задачу даже с помощью преподавателя и плохо владеет теоретическим материалом (наблюдаются существенные ошибки при обсуждении базовых хроматографических методов).                                                                                                                                                             |

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная литература:**

1. Конюхов, В.Ю. Хроматография : учебник / Конюхов, Валерий Юрьевич ; В. Ю. Конюхов. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. - 222 с.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник для студентов вузов : в 2 т. Т. 1 / под ред. А. А. Ищенко. - М. : Академия, 2010. - 352 с.
3. Аналитическая химия : учебник для студентов вузов : в 3 т. Т. 3 : Химический анализ / под ред. Л. Н. Москвина ; [И. Г. Зенкевич и др.]. - М. : Академия, 2010. - 365 с.
4. Долгоносков, А.М. Колоночная аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.М. Долгоносков, О.Б. Рудаков, А.Г. Прудковский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 468 с.
5. Беккер, Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза / Беккер, Юрген ; Ю. Беккер ; пер. с нем. В. С. Куровой под ред. А. А. Курганова. - М. : Техносфера, 2009. - 470 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### **5.2. Периодические издания:**

1. Научный журнал Journal of Chromatography A – зарубежный научный журнал, публикующий обзорные и исследовательские статьи по актуальным проблемам хроматографических методов анализа.
2. Научный журнал Basic and Applied Ecology – зарубежный научный журнал, публикующий обзорные и исследовательские статьи по актуальным проблемам экологического мониторинга.
3. Научный журнал Analytica Chimica Acta – зарубежный научный журнал, публикующий обзорные и исследовательские статьи по актуальным проблемам аналитической химии.
4. Научный журнал Environmental Hazards – зарубежный научный журнал, публикующий обзорные и исследовательские статьи по актуальным проблемам экологического мониторинга.

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

**Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
9. Springer Journals <https://link.springer.com/>
10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
11. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
13. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

**Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .

**Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы**

**КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>;  
Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

**6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).**

Успешное изучение дисциплины «Современные методы хроматографии» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения тестовых проверочных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;

3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;

2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

При подготовке к практическому занятию рекомендуется:

1) ознакомиться с темой и планом занятия, чтобы выяснить круг вопросов, которые будут обсуждаться на занятии;

2) поработать с конспектом лекции по теме занятия, а также ознакомиться с рекомендуемой литературой и (при необходимости) дополнительными источниками информации в виде периодических изданий и Интернет-ресурсов.

При выполнении практической работы студентам необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у них затруднения с целью последующей консультации у преподавателя. Каждый студент должен стремиться активно работать на практических занятиях и успешно выполнять тестовые проверочные работы.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) — дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

| Наименование специальных помещений                                                                   | Оснащенность специальных помещений                                                  | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа                                            | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |

|                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| текущего контроля и промежуточной аттестации                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                          |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Хроматографический центр, лаборатория тандемной масс-спектрометрии (ауд. 236С, 238С) | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор)<br>Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, весы лабораторные электронные, хроматограф жидкостный с УФ- и флуориметрическим детекторами, хроматограф газовый с масс-спектрометрическим детектором, химические реактивы. | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office;<br>Thermo XCalibur 2.2;<br>Shimadzu LabSolutions |
| Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)                                                                | Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                          |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся                       | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 240С)                        | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в                                                                                                                                                                                                                                    | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |

|  |                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|