

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

Иванов А.Г.

2017г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.В.02 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХРОМАТОГРАФИИ

Направление подготовки/специальность 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) / специализация Аналитическая химия

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника магистр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2.1 «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, к.х.н.



Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2.1 «Современные методы хроматографии» утверждена на заседании кафедры аналитической химии протокол №9 «7» июня 2017г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Темердашев З.А.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры аналитической химии протокол №9 «7» июня 2017г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Темердашев З.А.



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

протокол №5 «27» июня 2017г.

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П.



Рецензент:

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

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

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, основной образовательной программой магистратуры по направлению подготовки 04.04.01 – Химия целью дисциплины «Современные методы хроматографии» является формирование у студентов современных представлений о хроматографических методах анализа и области их применения в практике производственных и научно-исследовательских лабораторий.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

Основными задачами являются:

- ознакомление студентов с тенденциями развития современных хроматографических методов анализа;
- освоение студентами методов газовой жидкостной хроматографии;
- изучение средств и методов масс-спектрометрических методов анализа.

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

Дисциплина Б1.В.02 «Современные методы хроматографии» относится к вариативной части учебного плана по направлению 04.04.01 Химия, информационно и логически связана со следующими дисциплинами: «Аналитическая химия», «Основы хроматографии», «Методы экоаналитического контроля суперэкоотоксикантов» учебного плана бакалавриата, а также рядом дисциплин по выбору вариативной части учебного плана подготовки магистров по направлению 04.04.01 Химия.

### **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 (ПК, ОПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Основные направления развития хроматографических методов	Применять полученные знания в области хроматографических методов анализа для решения конкретных научно-исследовательских и производственных задач	Основными методами хроматографических методов анализа и применять их в профессиональной деятельности
2.	ПК-2	Владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	принципиальные основы возможностей и ограничений применения хроматографических методов	использовать различные подходы, применяемые в хроматографии и для целей	методами регистрации и программным обеспечением для обработки результатов хроматографии

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			анализа; принципы регистрации аналитических сигналов	научных исследований	ческого анализа
3.	ПК-3	Готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	Устройство современного хроматографического оборудования	Применять современное хроматографическое оборудование в целях проведения испытаний	Принципами построения аналитических схем при проведении научных исследований с использованием современного хроматографического оборудования

## 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 (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		2 (252)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Занятия лекционного типа	36	36
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	–	–
Лабораторные занятия	72	72
<b>Иная контактная работа</b>		
Индивидуальная контролируемая работа (ИКР)	0,5	0,5
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	116,8	116,8
В том числе:		
Самостоятельное изучение разделов	46,8	46,8
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	70	70

<b>Контроль:</b>			
Подготовка к экзамену		26,7	26,7
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>252</b>	<b>252</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>108,5</b>	<b>108,5</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>7</b>	<b>7</b>

## 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			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
1	Основы методов хроматографии и хромато-масс-спектрометрии	46,3	6,3	–	12	28,8
2	Классификация хроматографических методов анализа	50	8	–	16	28
3	Тенденции развития хроматографии и хромато-масс-спектрометрии	44	8	–	12	24
4	Особенности архитектуры современного оборудования, как определяющий фактор при разработке методик	32	6	–	16	16
5	Практические аспекты применения методов хроматографии и хромато-масс-спектрометрии	44	8	–	16	20
6	Экзамен	35,7	–	–	–	–
	<b>Итого по дисциплине</b>		<b>36</b>	<b>–</b>	<b>72</b>	<b>116,8</b>

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	Устный опрос

		развития методов хроматографии и хромато-масс-спектрометрии	
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 оборудование. Влияние архитектуры прибора на его метрологические характеристики. Изучение способов повышения чувствительности и селективности метода с использованием особенностей архитектуры приборов. Микро- и наноклоночная хроматография, как эффективный инструмент в протеомике и анализе малых молекул. Сравнение с УВЭЖХ.	Устный опрос
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
2.	Анализ литературных данных и спецификаций современного аналитического оборудование. 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
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. Анализ и оценивание деятельности студентов по участию в дискуссии и планированию эксперимента. Деловые игры.

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
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 Защита проектов.

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

### 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)

Обеспечение обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья учебно-методическими ресурсами осуществляется в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

№	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; 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; 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; 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	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, КубГУ, 2017;

	оборудования, как определяющий фактор при разработке методик	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; 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.**

Для формирования компетенций в процессе освоения курса используется технология развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов. Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют использование педагогической эвристики, моделирование проблемных ситуаций, мультимедийные презентации в лекционном курсе. В рамках практических и лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций, игровые технологии (ролевые игры по организационным формам и методам анализа суперэкоотоксикантов). В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой опыт в области анализа объектов окружающей среды, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, изучают современное аналитическое оборудование и возможность его применения в целях анализа объектов окружающей среды.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить необходимые коррективы как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя. Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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

#### **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 оценки:** отметка удовлетворительно соответствует не менее 30% правильных ответов, хорошо – не менее 65% правильных ответов, отлично – более 85% правильных ответов.

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

#### 5.1 Основная литература:

1. 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>. — Загл. с экрана.
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. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63592>. — Загл. с экрана.
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 Дополнительная литература:**

1. 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>. — Загл. с экрана..
2. Бёккер, Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза [Электронный ресурс] / Ю. Бёккер ; пер. В.С. Курова. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2009. - 472 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89008>.

### **5.3. Периодические издания:**

1. Научный журнал Journal of Chromatography A
2. Научный журнал Basic and Applied Ecology
3. Научный журнал Journal of Mass Spectrometry
4. Научный журнал Analytica Chimica Acta

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

1. <http://www.sciencedirect.com/>
2. <http://link.springer.com/>
3. <http://onlinelibrary.wiley.com/>
4. <http://www.tandfonline.com/>
5. <http://pubs.acs.org/>

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

Темердашев З.А., Цюпко Т.Г. Электрохимические сенсоры в инверсионно-вольтамперометрическом анализе объектов окружающей среды. Учебное пособие.

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.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

1. Библиотека масс-спектров Nist' 11
2. Программное обеспечение Thermo XCalibur 2.2
3. ACD Labs ChemScetch 12 (freeware)
4. Shimadzu LCMS Solution

## 5. MS Office

### 8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

### 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Для проведения лекций и практических занятий используются аудитории лекционного типа, оснащенные проектором и ноутбуком с установленным программным пакетом MS Office.
2.	Лабораторные занятия	Специальное помещение, лаборатория оснащенная следующим оборудованием: хроматограф жидкостный с тандемным масс-спектрометрическим детектором с источником химической ионизации при атмосферном давлении с возможностью реализации ультравысокоэффективной жидкостной хроматографии и формированием градиента на стороне высокого давления (ауд. 238С), хроматограф газовый с тандемным масс-спектрометрическим детектором с электронной ионизацией с возможностью варьировать энергию ионизации и ток эмиссии (238С). Газовый хроматограф должен также обеспечивать возможность реализации быстрой газовой хроматографии, должен быть оснащен капиллярным инжектором и автоматическим дозатором жидких проб (238С).
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для проведения семинарских занятий, индивидуальных и групповых консультаций, промежуточной аттестации
4.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.