

Министерство науки и высшего образования 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

Хатуров Т.А.  
« 27 » мая 2022 г.



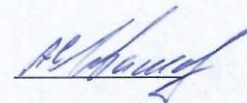
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.02.02 МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ**  
**ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

Направление подготовки	<u>04.03.01 Химия</u>
Профиль подготовки	<u>Органическая и биоорганическая химия</u>
Форма обучения	<u>очная</u>
Квалификация	<u>бакалавр</u>


Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) ) по направлению подготовки 04.03.01 Химия

Программу составил(и):  
А.С. Левашов, доцент, канд.хим. наук



Рабочая программа дисциплины «Масс-спектрометрия органических веществ» утверждена на заседании кафедры органической химии и технологий  
протокол № 9 «22» апреля 2022 г.  
Заведующий кафедрой док.хим.наук, профессор Доценко В.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий  
протокол № 7 «25» апреля 2022г  
Председатель УМК ФХиВТ канд. хим. наук Беспалов А.В.



Рецензенты:

Дядюченко Л.В., канд. хим. наук, зав. лаб. регуляторов роста растений  
ГНУ ВНИИБЗР

Буков Н.Н. , д-р хим. наук, профессор каф общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии КубГУ

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Масс-спектрометрия органических веществ» является содействие формированию и развитию у студентов профессиональных компетенций, позволяющих им в дальнейшем осуществлять профессиональную деятельность посредством освоения теоретических и экспериментальных основ химических, физико-химических и физических методов анализа различных объектов.

### 1.2 Задачи дисциплины

Задачи учебной дисциплины «Масс-спектрометрия органических веществ» состоят в формировании представления о предмете масс-спектрометрия органических веществ, современном состоянии и путях развития масс-спектрометрии органических веществ, связи её с другими науками и практическом применении методов анализа в различных областях человеческой деятельности; в развитии у студентов познавательную активность и способность творчески решать задачи, связанные с изучением структуры органических веществ методом масс-спектрометрии; в формировании представления о возможности применения метода масс-спектрометрии.

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

Дисциплина «Масс-спектрометрия органических веществ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Изучению дисциплины «Масс-спектрометрия органических веществ» предшествует изучение дисциплин «Математика», «Физика», «Информационно-коммуникационные технологии и анализ данных», а также изучение дисциплин: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая 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 следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2. Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	
ИПК-2.1 Осуществляет исследование химических соединений и материалов с использованием современного химического оборудования	знает способы пробоподготовки для анализа методом масс-спектрометрии
	умеет применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, проводить пробоподготовку образцов для анализа методом масс-спектрометрии, оценивать возможности применения данного метода для анализа различных органических веществ
	владеет основными методами исследования химических веществ и реакций
ИПК-2.2 Обрабатывает и анализирует экспериментальные данные, полученные с использованием современной химической аппаратуры	знает применение метода масс-спектрометрии для анализа и идентификации органических соединений, основные принципы расшифровки масс-спектров
	умеет расшифровывать масс-спектры, владеет навыками проведения химического эксперимента для решения профессиональных задач

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 5 зачетных единиц (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			7 семестр (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>108.2</b>	<b>108.2</b>
занятия лекционного типа		34	34
лабораторные занятия		68	68
практические занятия			
семинарские занятия			
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	6
Промежуточная аттестация (ИКР)		0.2	0.2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>71.8</b>	<b>71.8</b>
Оформление лабораторных работ и подготовка к их защите		22	22
Самостоятельное изучение теоретического материала		24	24
Реферат		16	16
Подготовка к текущему контролю		9.8	9.8
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>108.2</b>	<b>108.2</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Общие понятия и основные определения масс-спектрометрии	27.8	8	-	-	19.8
2.	Масс-спектрометрические методы анализа	80	14	-	38	28
3.	Методы ионизации веществ в молекулярном анализе	66	12		30	24
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	173.8	34		68	71.8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.2	-	-	-	-
	Общая трудоемкость по дисциплине	180	-	-	-	-

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

### 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

#### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Общие понятия и	Исторический обзор. Блок-схема масс-спектрометра. Основные принципы метода масс-спектрометрии.	Устный опрос



	основные определения масс	Системы ввода пробы в масс-спектрометр. Основные задачи масс-спектрометрии в аналитике и биофизике. Обработка результатов научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий.	
2.	Масс-спектрометрические методы анализа	Общие представления о масс-спектрометрическом методе анализа. Аналитическая характеристика метода. Способы ионизации и их аналитическое использование. Принцип работы и схема масс-спектрометра с магнитным масс-анализатором. Применение масс-спектрометрии для анализа органических соединений и элементного и изотопного анализа. Определение примесей в твердых веществах методом искровой масс-спектрометрии	Устный опрос
3.	Методы ионизации веществ в молекулярном анализе	Методы ионизации газов и летучих жидкостей. Электронная ионизация веществ в газовой фазе. Химическая ионизация в ионно-молекулярных реакциях. Ионизация при атмосферном давлении. Методы ионизации нелетучих веществ. Полевая десорбция. Плазменная десорбция. Спрей-методы. Электроспрей. Газодинамические интерфейсы спрей-методов. Матрично-десорбционные методы анализа биоорганических веществ. ВИМС и МАЛДИ.	Устный опрос

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Масс-спектрометрические методы анализа	Установление структуры органического вещества по масс-спектру с использованием баз данных	ЛР1, Р
2.	Масс-спектрометрические методы анализа	Изучение процессов фрагментации кремнийорганических соединений	ЛР2, КР1, Р
3.	Методы ионизации веществ в молекулярном анализе	Анализ смеси органических веществ методом хроматомасс-спектрометрии	ЛР3, КР2, Р

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

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Оформление лабораторных работ и подготовка к их защите	1. Бёккер, Ю. Спектроскопия : монография / Ю. Бёккер ; пер. Л.Н. Казанцева. – Москва : РИЦ Техносфера, 2009. – 528 с. – (Мир химии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88994">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88994</a> (дата обращения: 10.05.2022). – ISBN 978-5-94836-220-5. – Текст: электронный. 2. Лебедев, А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды / А.Т. Лебедев ; пер. с англ. под ред. А.Т. Лебедева. – Москва : Техносфера, 2013. – 632 с. : ил., схем. – (Мир химии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=273789">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=273789</a> (дата обращения: 10.05.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-94836-363-9. –

		<p>Текст: электронный.</p> <p>3. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания /сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.</p>
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	<p>1. Бёккер, Ю. Спектроскопия : монография / Ю. Бёккер ; пер. Л.Н. Казанцева. – Москва : РИЦ Техносфера, 2009. – 528 с. – (Мир химии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88994">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88994</a> (дата обращения: 10.05.2022). – ISBN 978-5-94836-220-5. – Текст: электронный.</p> <p>2. Лебедев, А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды / А.Т. Лебедев ; пер. с англ. под ред. А.Т. Лебедева. – Москва : Техносфера, 2013. – 632 с. : ил., схем. – (Мир химии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=273789">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=273789</a> (дата обращения: 10.05.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-94836-363-9. – Текст: электронный.</p> <p>3. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания /сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.</p>
3	Подготовка к текущему контролю	<p>1. Бёккер, Ю. Спектроскопия : монография / Ю. Бёккер ; пер. Л.Н. Казанцева. – Москва : РИЦ Техносфера, 2009. – 528 с. – (Мир химии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88994">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88994</a> (дата обращения: 10.05.2022). – ISBN 978-5-94836-220-5. – Текст: электронный.</p> <p>2. Лебедев, А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды / А.Т. Лебедев ; пер. с англ. под ред. А.Т. Лебедева. – Москва : Техносфера, 2013. – 632 с. : ил., схем. – (Мир химии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=273789">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=273789</a> (дата обращения: 10.05.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-94836-363-9. – Текст: электронный.</p> <p>3. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания /сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.</p>
4	Реферат	<p>1. Бёккер, Ю. Спектроскопия : монография / Ю. Бёккер ; пер. Л.Н. Казанцева. – Москва : РИЦ Техносфера, 2009. – 528 с. – (Мир химии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88994">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88994</a> (дата обращения: 10.05.2022). – ISBN 978-5-94836-220-5. – Текст: электронный.</p> <p>2. Лебедев, А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды / А.Т. Лебедев ; пер. с англ. под ред. А.Т. Лебедева. – Москва : Техносфера, 2013. – 632 с. : ил., схем. – (Мир химии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=273789">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=273789</a> (дата обращения: 10.05.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-94836-363-9. – Текст: электронный.</p> <p>3. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов:</p>

	методические указания /сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 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,
- в печатной форме на языке Брайля.

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, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

- 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 «Масс-спектрометрия органических веществ».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий для контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, вопросов к устному опросу, тем рефератов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

### 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	ИПК-2.1 Осуществляет исследование химических соединений и материалов с использованием современного химического оборудования	знает способы пробоподготовки для анализа методом масс-спектрометрии	Устный опрос Контрольная работа Реферат	Вопрос на зачете
		умеет применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, проводить пробоподготовку образцов для анализа методом масс-спектрометрии, оценивать возможности применения данного метода для анализа различных органических веществ	Лабораторная работа	-
		владеет основными методами исследования химических веществ и реакций	Лабораторная работа	-
2	ИПК-2.2 Обрабатывает и анализирует экспериментальные данные, полученные с использованием современной химической аппаратуры	знает применение метода масс-спектрометрии для анализа и идентификации органических соединений, основные принципы расшифровки масс-спектров	Устный опрос Контрольная работа Реферат	Вопрос на зачете
		умеет расшифровывать масс-спектры,	Лабораторная работа	
		владеет навыками проведения химического эксперимента для решения профессиональных задач	Лабораторная работа	

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### *Контрольная работа 1*

##### **Вариант 1**

1. Метод масс-спектрометрии основан на ... .

- а) регистрации ионов, возникающих при возбуждении электронов;
- б) регистрации ионов, возникающих при поглощении веществом электромагнитного излучения;
- в) регистрации ионов, возникающих при магнитных колебаниях атомного ядра;
- г) регистрации ионов, возникающих при ионизации нейтральных молекул.

2. Что происходит при бомбардировке электронами с высокой энергией паров вещества при давлении  $10^{-5}$  –  $10^{-8}$  мм рт.ст.?



- а) ионизация;
- б) протонизация;
- в) циклизация;
- г) полимеризация.

3. Молекулярным ионом называют ... .

- а) возбужденный катион, образующийся в результате диссоциации;
- б) возбужденный анион-радикал, образующийся при принятии молекулой электрона под воздействием внешней энергии;
- в) возбужденный ион, расположенный в магнитном поле;
- г) возбужденный катион-радикал, образующийся при потере молекулой электрона под воздействием электронного удара.

## **Вариант 2**

1. В чем заключается преимущество масс-спектрометрии?

- а) специфичность и низкий предел обнаружения;
- б) быстрота и точность определения структуры вещества;
- в) простота проведения анализа;
- г) высокая информативность по сравнению с другими методами.

2. В чем суть «азотного правила»?

- а) молекула с нечетной молекулярной массой содержит атом азота, либо содержит нечетное число атомов азота;
- б) молекула с четной молекулярной массой либо содержит атом азота, либо содержит четное число атомов азота;
- г) молекула с четной молекулярной массой либо не содержит атом азота, либо содержит нечетное число атомов азота;
- д) молекула с четной молекулярной массой либо не содержит атом азота, либо содержит четное число атомов азота.

3. «Четно-электронное» правило заключается в следующем ... .

- а) ион-радикалы (нечетное количество электронов) или радикалы, или четно-электронные нейтральные молекулы могут элиминировать, тогда как ионы (четное число электронов) могут терять лишь нейтральные четно-электронные частицы, но не радикалы;
- б) катион-радикалы (нечетное количество электронов) или радикалы, или четно-электронные нейтральные молекулы могут элиминировать, тогда как ионы (четное число электронов) могут терять лишь положительно заряженные электронные частицы;
- в) анион-радикалы (нечетное количество электронов) или четно-электронные нейтральные молекулы могут элиминировать, тогда как ионы могут терять лишь нейтральные четно-электронные частицы, но не радикалы;
- г) катион-радикалы или радикалы, или четно-электронные нейтральные молекулы могут элиминировать, тогда как ионы (четное число электронов) могут терять лишь нейтральные четно-электронные частицы, но не радикалы.

## **Контрольная работа 2**

### **Вариант 1**

Природный кремний состоит из трех стабильных изотопов:  $^{28}\text{Si}$ ,  $^{29}\text{Si}$ ,  $^{30}\text{Si}$ , а природный хлор – из двух стабильных изотопов:  $^{35}\text{Cl}$ ,  $^{37}\text{Cl}$ . Сколько изотопных линий можно наблюдать у иона  $\text{SiCl}_2^+$  ?

## **Вариант 2**

Все нижеперечисленные ионы: (а)  $N_2^+$ , (б)  $CO^+$ , (в)  $CH_2N^+$ , (г)  $C_2H_4^+$  имеют одну и ту же номинальную массу  $M = 28$  и не могут быть разрешены обычным спектрометром низкого разрешения. Тем не менее, измеряя относительную интенсивность пика  $M + 1$ , эти ионы можно различить. Укажите ионный фрагмент, у которого относительная интенсивность пика  $M + 1$  равна 1.15%. Используйте изотопный состав элементов:

H:  $^1H$ : 99.985%  $^2H$ : 0.015%

C:  $^{12}C$ : 98.9%  $^{13}C$ : 1.1%

N:  $^{14}N$ : 99.634%  $^{15}N$ : 0.366%

O:  $^{16}O$ : 99.762%  $^{17}O$ : 0.038%  $^{18}O$ : 0.20%

## **Реферат**

*Тематика рефератов*

1. Молекулярный масс-спектрометрический анализ.
2. Источники ионов масс-спектрометров.
3. Элементный масс-спектрометрический анализ.
4. Физический смысл понятий «эмиттанс» и «аксептанс».
5. Источник ионов — иммерсионная ионно-оптическая система.
6. Оценка применимости масс-анализаторов разных типов в решении аналитических задач.
7. Методы ионизации нелетучих веществ.
8. МС-анализ целых белковых молекул.
9. Изотопный масс-спектрометрический анализ.
10. Квадрупольные масс-анализаторы.

## **Вопросы для устного опроса**

1. Методы ионизации веществ в масс-спектрометрии
2. Фрагментация молекул органических соединений
3. Анализ труднолетучих веществ
4. В чем суть «азотного правила»?
5. Системы ввода пробы в масс-спектрометр.
6. Изотопный состав в масс-спектрах веществ.
7. Масс-спектроскопия высокого разрешения.

## **Контрольные вопросы к лабораторным работам**

*Лабораторная работа №3*

1. Объяснить принцип работы квадрупольного и времяпролетного масс-спектрометров.
2. Перечислить факторы, влияющие на разрешающую способность и чувствительность квадрупольного и времяпролетного масс-спектрометров.
3. Назвать достоинства и недостатки квадрупольного и времяпролетного масс-спектрометров.
4. Каковы источники фона квадрупольного и времяпролетного масс-спектрометров?
5. Объяснить устройство вакуумной системы прибора.

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

*Список вопросов для подготовки к зачету*

1. Блок-схема масс-спектрометра.
2. Основные принципы метода масс-спектрометрии.
3. Системы ввода пробы в масс-спектрометр.
4. Основные задачи масс-спектрометрии в аналитике и биофизике
5. . Общие представления о масс-спектрометрическом методе анализа.
6. Аналитическая характеристика метода масс-спектрометрии.
7. Способы ионизации и их аналитическое использование.
8. Принцип работы и схема масс-спектрометра с магнитным масс-анализатором.
9. Применение масс-спектрометрии для анализа органических соединений и элементного и изотопного анализа.
10. Определение примесей в твердых веществах методом искровой масс-спектрометрии.
11. Методы ионизации газов и летучих жидкостей.
12. Электронная ионизация веществ в газовой фазе.
13. Химическая ионизация в ионно-молекулярных реакциях.
14. Ионизация при атмосферном давлении.
15. Методы ионизации нелетучих веществ.
16. Полевая десорбция.
17. Плазменная десорбция.
18. Спрей-методы ионизации.
19. Электроспрей-методы ионизации.
20. Газодинамические интерфейсы спрей-методов.
21. Матрично-десорбционные методы анализа биоорганических веществ.

#### **Критерии оценивания по зачету:**

«зачтено»: студент свободно владеет теоретическим материалом (знает как основные, так и специфические синтетические методы, а также механизмы основных реакций).

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент плохо владеет теоретическим материалом (наблюдаются существенные ошибки при обсуждении базовых синтетических 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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Бёккер, Ю. Спектроскопия : монография / Ю. Бёккер ; пер. Л.Н. Казанцева. – Москва : РИЦ Техносфера, 2009. – 528 с. – (Мир химии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88994> (дата обращения: 10.05.2022). – ISBN 978-5-94836-220-5. – Текст: электронный

2. Лебедев, А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды / А.Т. Лебедев ; пер. с англ. под ред. А.Т. Лебедева. – Москва : Техносфера, 2013. – 632 с. : ил., схем. – (Мир химии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273789> (дата обращения: 10.05.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-94836-363-9. – Текст: электронный.

### **5.2. Периодическая литература**

1. Журнал органической химии - российский научный журнал, публикующий статьи по теоретическим проблемам органической химии, механизмам реакций органических соединений, соотношениям между физическими свойствами, реакционной способностью и строением, по новым реакциям и методам получения органических соединений, по основным проблемам развития важнейших направлений органического синтеза.

2. Журнал аналитической химии – российский научный журнал публикует статьи по теоретическим и некоторым прикладным вопросам аналитической химии, информирует читателя о новых направлениях в развитии аналитических методов, проб и анализов, о новых приборах, инструментах и реагентах, большое место отводится проблемам, возникающим при анализе жизненно важных сред, таких как вода и воздух, рассматриваются вопросы обнаружения и определения ионов металлов, анионов, а также различных органических и других веществ.

### **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/> .
6. База данных масс-спектров <http://www.massbank.jp/>
7. Масс-спектрометрия – химическая энциклопедия <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2448.html>

**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;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

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

Успешное изучение дисциплины «Масс-спектрометрия органических веществ» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения 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 проработке лекционного материала и выполнении лабораторной работы студентам необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у них затруднения. с целью последующей консультации у преподавателя.

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.

Самостоятельная работа студентов связана с планированием эксперимента, проведением математических расчетов и обработки полученных данных, проработкой и повторением лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, изучением самостоятельно некоторых разделов курса, подготовкой к контрольным работам, подготовкой реферата, оформлением лабораторных работ и подготовкой к их защите, подготовкой к текущему контролю и промежуточной аттестации.

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 Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория органической химии(ауд. 414С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные	Microsoft Windows; Microsoft Office

	шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, весы лабораторные электронные А&D ЕК-410i, электроплитки – 10 шт., сушильный шкаф, мешалки механические – 8 шт., мешалки магнитные ИКА HS 7 – 8 шт., ротационные испарители – 2 шт., рефрактометр ИРФ-454 Б2М, приборы для определения температуры плавления ПТП – 8 шт., химические реактивы.	
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 Комплект специализированной мебели: компьютерные столы 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; Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы 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; Microsoft Office

