

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе и  
качеству образования – первый  
проректор

  
подпись

« 28 » мая 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**Б1.В.03 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ**  
**ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

Направление подготовки	<b>04.06.01 Химические науки</b>
Направленность (профиль)	<b>02.00.03 Органическая химия</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Квалификация выпускника	<b>Исследователь. Преподаватель - Исследователь</b>

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 «Современные методы исследования структуры органических веществ» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, профиль 02.00.03 Органическая химия.

Программу составили:

Д-р. хим. наук, профессор кафедры органической химии и технологий

  
В.В.Доценко


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры органической химии и технологий  
протокол № 9 «17» мая 2021г.

И.о. заведующий кафедрой  
канд.хим.наук., доцент

  
С.Л. Кузнецова

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий  
протокол № 7 «24» мая 2021г.

Председатель УМК ФХиВТ: канд.хим.наук.

  
А.В. Беспалов

Рецензенты:

Дядюченко Л.В., к.х.н., ведущий научный сотрудник лаборатории регуляторов роста растений ФБГНУ ВНИИБЗР

Буков Н.Н., д.х.н., заведующий кафедрой общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии КубГУ

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

углубленное изучение аспирантами современных физических методов исследования структуры и свойств органических веществ

### 1.2 Задачи дисциплины

- углубить теоретические знания о современных физических методах исследования структуры и свойств органических веществ;
- познакомить аспирантов с современными экспериментальными методами и приборами, используемыми в современной органической химии
- сформировать умение выбирать и использовать на практике методы исследования органических веществ.

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

Дисциплина «Современные методы исследования структуры органических веществ» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

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

#### Требование к уровню освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций ОПК-1, ПК-2.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	теоретические основы современных методов исследования в органической химии	самостоятельно выбирать, осваивать и применять современные методы исследования сообразно поставленной задаче с учетом их точности, чувствительности, стоимости и доступности	навыками планирования, постановки и выполнения экспериментов для синтеза и изучения органических веществ
2.	ПК-2	готовность к научно-исследовательской деятельности и	фундаментальные основы органической	составлять план работы по заданной теме, анализировать	владеть фундаментальными разделами

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		получению научных результатов, удовлетворяющих требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности «Органическая химия»	химии и специальных дисциплин	получаемые результаты, составлять отчёты о научно-исследовательской работе	химии, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в области органической химии

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Курсы
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Занятия лекционного типа	18	18
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	36	36
Контролируемая самостоятельная работа		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Оформление лабораторных работ и подготовка к их защите	12	12
Изучение теоретического материала	42	42
<b>Контроль</b>		
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		зачет
Общая трудоемкость	час	108
	зач. ед.	3
		108
		3

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые на 4-ом курсе

№	Наименование разделов	Количество часов
---	-----------------------	------------------

разд ела		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Химическая идентификация органических веществ	14	2	2	6	4
2.	Газовая хроматография	10	2	2		6
3.	Жидкостная хроматография	18	4		6	8
4.	Масс-спектрометрия	12	2	2		8
5.	Электронная УФ спектроскопия	12	2	2		8
6.	Колебательная ИК спектроскопия	18	2	2	6	8
7.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	24	4	8		12
<i>Итого по дисциплине:</i>		108	18	18	18	54

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Химические методы идентификации органических соединений	Определение функциональных групп в органических соединениях, качественный и количественный органический анализ. Химические способы определения гидроксильной и карбонильной группы. Определение карбоновых кислот и их производных. Методы химической идентификации ненасыщенных углерод-углеродных связей. Определение активных атомов водорода. Химическая идентификация функциональных групп с атомом азота. Анализ серосодержащих соединений.	устный опрос, защита лабораторной работы № 1
2.	Газовая хроматография	Общая характеристика метода газовой хроматографии. Устройство газового хроматографа. Виды детекторов в газовой хроматографии. Качественный и количественный газохроматографический анализ. Сочетание хроматографии и спектроскопии. Хромато-масс-спектрометрия.	устный опрос, практическая работа №1
3.	Жидкостная хроматография	Общая характеристика метода жидкостной хроматографии. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Аппаратура для ВЭЖХ. Распределительная	устный опрос

		хроматография. Имобилизованные жидкости. Элюотропный ряд растворителей. Жидкостная адсорбционная хроматография. Ионная хроматография и ее типы. Основные принципы гель-хроматографии.	
4.	Жидкостная хроматография	Тонкослойная хроматография. Техника проведения анализа методом ТСХ. Подбор элюентов. Применение тонкослойной хроматографии для идентификации различных классов органических веществ. Сверхкритическая флюидная хроматография. Аппаратура для СФХ. Капиллярный электрофорез.	защита лабораторной работы № 2
5.	Масс-спектрометрия	Физические основы метода: принцип работы масс-спектрометра, образование масс-спектра, типы регистрируемых ионов. Определение молекулярной брутто-формулы по масс-спектру. Качественные теории масс-спектрометрии органических соединений: теория локализации заряда, теория устойчивости продуктов фрагментации. Масс-спектрометрические правила. Основные типы реакций распада органических соединений под электронным ударом. Термические реакции в масс-спектрометре. Установление строения органических соединений. Примеры структурного анализа органических соединений по масс-спектру низкого разрешения.	практическая работа №2, устный опрос
6.	Электронная УФ спектроскопия	Физические основы метода: электронные состояния молекул, классификация электронных переходов в молекулах, правила отбора. Взаимосвязь электронных спектров и структуры органических молекул. Избирательное поглощение важнейших ауксохромных и хромофорных групп, правила Вудворда-Физера. Принцип работы УФ спектрофотометра. Примеры структурного анализа ненасыщенных органических соединений по спектру поглощения в ближней области УФ спектра.	устный опрос
7.	Колебательная ИК спектроскопия	Физические основы. Взаимосвязь инфракрасных спектров и структуры органических молекул. Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических	защита лабораторной работы № 3

		соединений. Структурные области ИК спектра. Принципы отнесения полос поглощения. Последовательность проведения структурного анализа. Количественная ИК спектроскопия. Принцип работы ИК спектрофотометра. Примеры структурного анализа органических соединений по ИК спектру.	
8.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	Физические основы метода. Тонкая и сверхтонкая структуры сигналов ядер. Принцип работы ЯМР спектрометра. Анализ спектров ядерного магнитного резонанса, приемы упрощения сложных спектров. Спектроскопия протонного магнитного резонанса: шкала химических сдвигов протонов, их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов; константы спин-спинового взаимодействия $J_{H-H}$ . Двойной резонанс.	устный опрос
9.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	Спектроскопия углеродного магнитного резонанса: шкала химических сдвигов ядер $^{13}C$ , их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов, константы спин-спинового взаимодействия $J_{C-H}$ , полное и частичное подавление спин-спинового взаимодействия ядер $^{13}C$ и протонов. Ядерный эффект Оверхаузера. Понятие о спектроскопии ядерного магнитного резонанса динамических систем (обменные процессы). Двумерная спектроскопия ЯМР. Примеры структурного анализа органических соединений по спектрам ПМР и ЯМР $^{13}C$ .	практическая работа №3

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Наименование практических работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Химические методы идентификации органических соединений	Семинар по теме «Химический анализ функциональных групп».	устный опрос
2.	Газовая хроматография	Практическая работа по теме «Качественный и количественный анализ жидкой смеси углеводов методом	практическая работа №1

		газовой хроматографии».	
3.	Масс-спектрометрия	Практическая работа по теме «Установление по масс-спектру структурной формулы соединения».	практическая работа №2
4.	Электронная УФ спектроскопия	Расчет максимума полосы поглощения с использованием правил Вудворда-Физера. Определение наличия сопряженных фрагментов в структуре органических соединений по УФ спектрам. Решение задач.	решение задач
5.	Колебательная ИК спектроскопия	Компьютерное квантово-химическое моделирование ИК спектров органических соединений.	
6.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	Расчет химических сдвигов по инкрементам. Расшифровка ЯМР спектров первого порядка. Совместное использование спектров ПМР и ЯМР <sup>13</sup> C для идентификации органических соединений. Решение задач.	решение задач
7.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	Использование компьютерных программ, моделирующих ЯМР спектры.	
8.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	Практическая работа по теме: «Определение структуры соединения по данным элементного анализа, масс-спектрам, ИК спектрам и спектрам ЯМР (экспериментальные задания)».	практическая работа №3
9.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	Решение структурных задач повышенной сложности. Контрольная проверочная работа.	контрольная работа

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Химические методы идентификации органических соединений	Химическая идентификация органических веществ.	защита лабораторной работы № 1
2.	Жидкостная хроматография	Обнаружение биологически активных веществ методом тонкослойной хроматографии	защита лабораторной работы № 2
3.	Колебательная ИК спектроскопия	Пробоподготовка и регистрация ИК спектров. Определение наличия	защита лабораторной



	функциональных групп в структуре органических соединений по ИК спектрам.	работы № 3
--	--	------------

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовой проект не предусмотрен учебным планом

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

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Химическая идентификация органических веществ	Спектральные методы анализа [Электронный ресурс] : практическое руководство / Васильева В. И., Стоянова О. Ф., Шкутина И. В., Карпов С. И. - СПб. : Лань, 2014. - 416 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/50168">https://e.lanbook.com/book/50168</a> .
2	Газовая хроматография	Спектральные методы анализа [Электронный ресурс] : практическое руководство / Васильева В. И., Стоянова О. Ф., Шкутина И. В., Карпов С. И. - СПб. : Лань, 2014. - 416 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/50168">https://e.lanbook.com/book/50168</a> .
3	Жидкостная хроматография	Спектральные методы анализа [Электронный ресурс] : практическое руководство / Васильева В. И., Стоянова О. Ф., Шкутина И. В., Карпов С. И. - СПб. : Лань, 2014. - 416 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/50168">https://e.lanbook.com/book/50168</a> .
4	Масс-спектрометрия	Спектральные методы анализа [Электронный ресурс] : практическое руководство / Васильева В. И., Стоянова О. Ф., Шкутина И. В., Карпов С. И. - СПб. : Лань, 2014. - 416 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/50168">https://e.lanbook.com/book/50168</a> .
5	Электронная УФ спектроскопия	Спектральные методы анализа [Электронный ресурс] : практическое руководство / Васильева В. И., Стоянова О. Ф., Шкутина И. В., Карпов С. И. - СПб. : Лань, 2014. - 416 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/50168">https://e.lanbook.com/book/50168</a> .
6	Колебательная ИК спектроскопия	Спектральные методы анализа [Электронный ресурс] : практическое руководство / Васильева В. И., Стоянова О. Ф., Шкутина И. В., Карпов С. И. - СПб. : Лань, 2014. - 416 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/50168">https://e.lanbook.com/book/50168</a> .
7	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	Устынюк, Ю. А. Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса [Электронный ресурс] . Ч. 1 : Вводный курс / Устынюк Ю. А. - М. : Техносфера, 2016. <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=444862&amp;sr=1">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=444862&amp;sr=1</a> .

### 3. Образовательные технологии

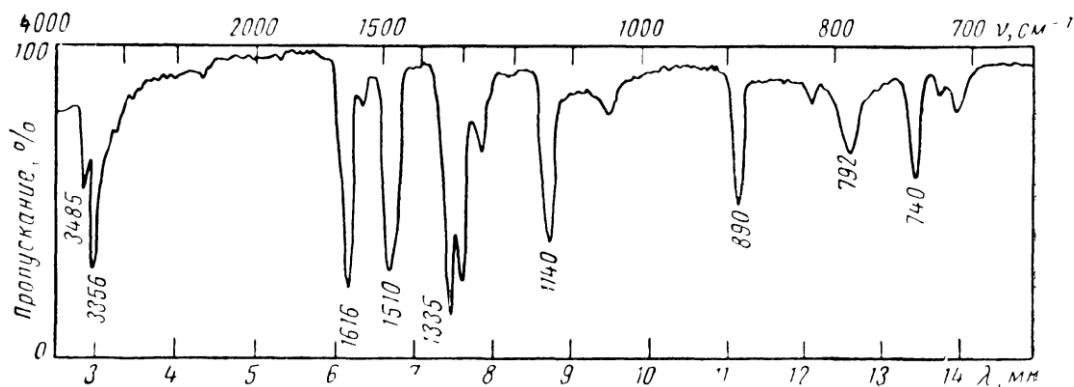
В процессе обучения используются традиционные образовательные технологии (лекции, лабораторные работы) и активные инновационные образовательные технологии. Лекции читаются в форме презентаций (Power Point).

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

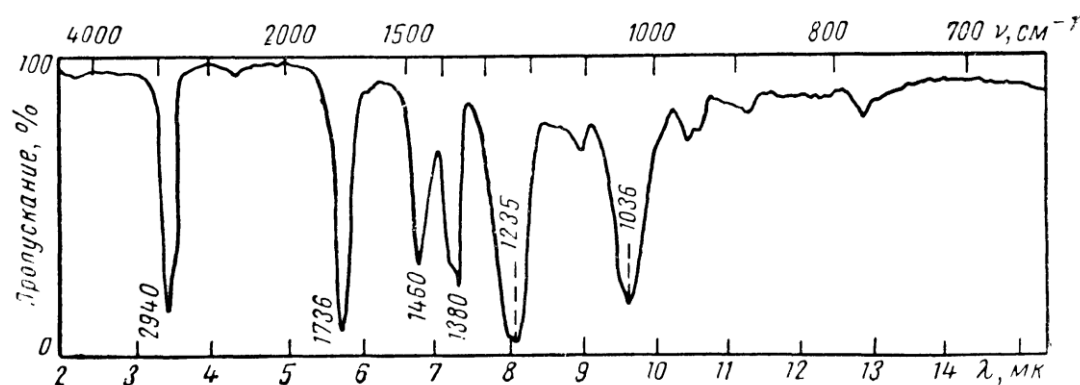
#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

*Примеры задач для самостоятельного решения*

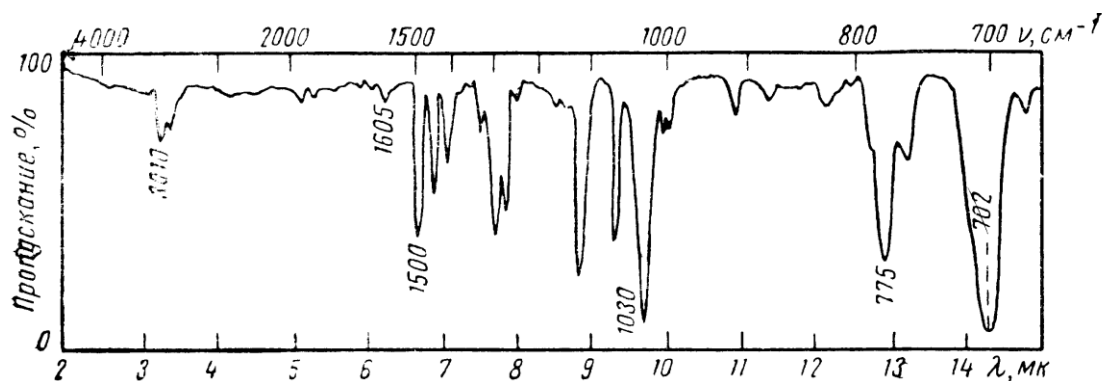
**Задание 1.** Соединение с брутто-формулой  $C_6H_4Cl_2N_2O_2$  имеет спектр, приведенный на рисунке (в пластинке KBr). Определите, в какую функциональную группу входят атомы кислорода и азота.



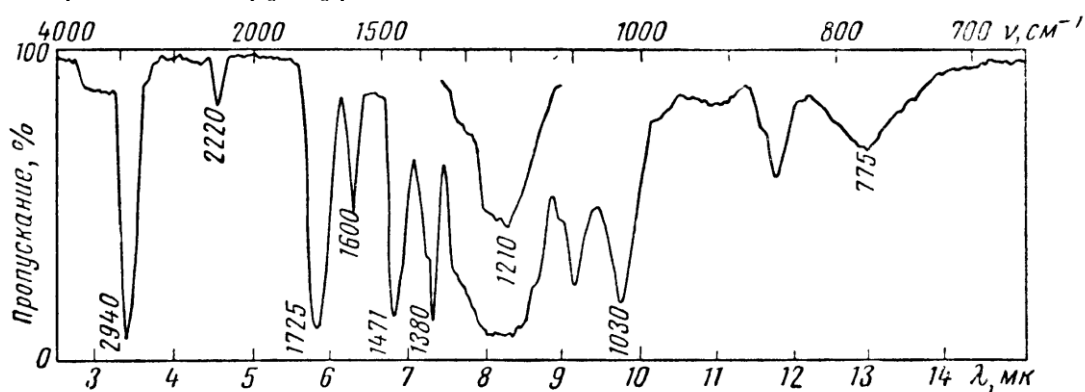
**Задание 2.** В какие функциональные группы входят атомы кислорода в соединении с брутто-формулой  $C_8H_{16}O_2$  (спектр жидкой пленки)?



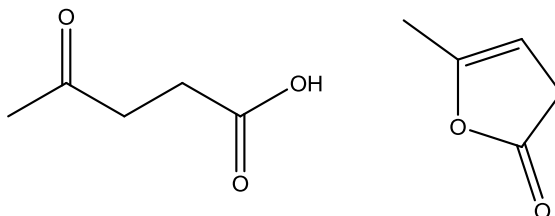
**Задание 3.** Проведите сопоставление полос поглощения в ИК спектре, приведенном на рисунке (в пластинке KBr), со структурой соединения  $(C_6H_5CH_2)_2SO$ .



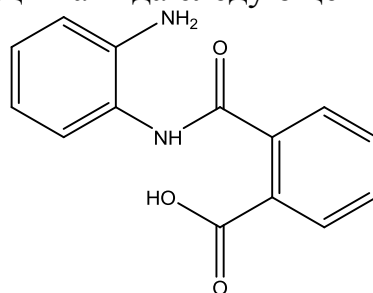
**Задание 4.** По ИК спектру (жидкая пленка) и брутто-формуле  $C_9H_{13}O_2N$  определите структурные элементы соединения.



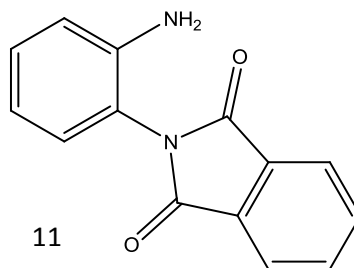
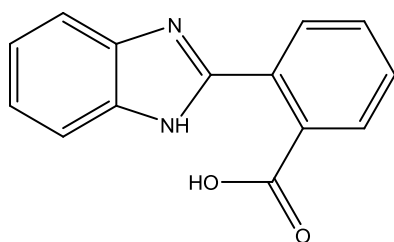
**Задание 5.** В какой форме - открытой или лактонной - существует левулиновая кислота, если в ИК-спектре найдены полосы  $3260, 2970, 2870, 2850, 1720, 1705, 900 \text{ cm}^{-1}$ ?



**Задание 6.** При циклизации амида следующей структуры:

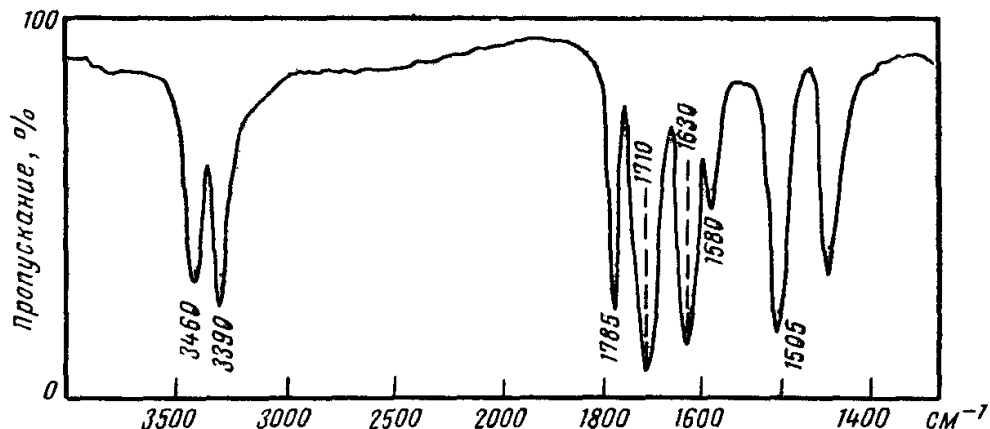


возможно образование двух продуктов реакции:



11

На рисунке приведен спектр полученного вещества. Какой продукт образовался?

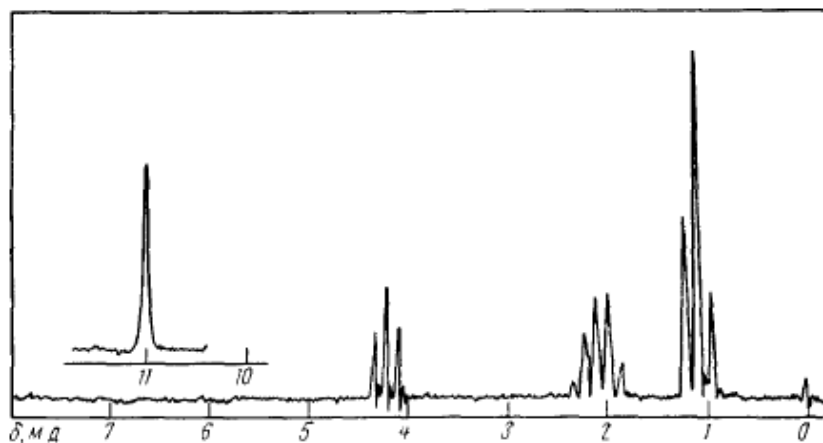


**Задание 7.** Углеводород  $C_6H_{12}$  имеет в ИК-спектре полосы поглощения при 3045 и 1650  $cm^{-1}$ . При озоноллизе образуются альдегид и кетон с одинаковым числом атомов углерода в молекуле. Написать структурную формулу углеводорода  $C_6H_{12}$ , а также уравнения реакций озоноллиза.

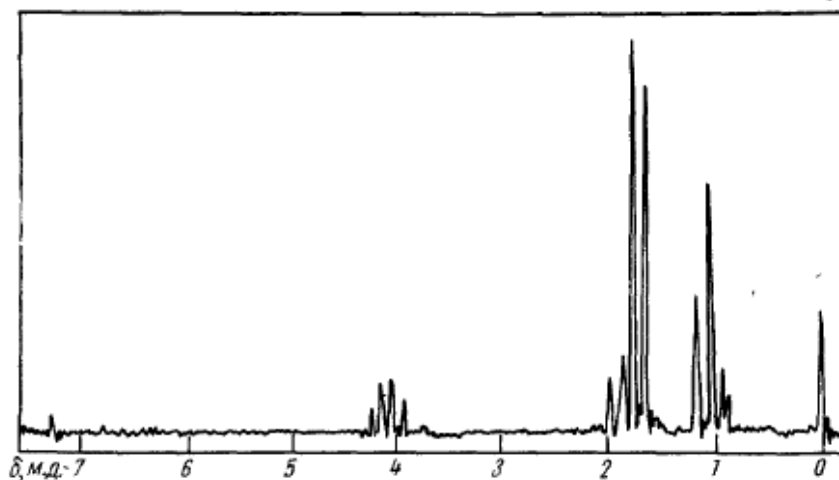
**Задание 8.** В спектре о-нитротолуола имеются полосы поглощения при 2960, 2870, 1520, 1465, 1380, 1330, 850 и 750  $cm^{-1}$ . После проведения реакции в спектре исчезают полосы при 1520, 1330, 850 и 750  $cm^{-1}$  и появляются новые полосы при 3420, 3340, 1644  $cm^{-1}$  и широкая полоса при 680  $cm^{-1}$ . Какая реакция была проведена и с помощью каких реагентов ее можно осуществить?

В результате другой реакции в спектре исчезают полосы при 2960, 2870, 1465, 1380  $cm^{-1}$  и появляется широкая полоса в области 2700-2600  $cm^{-1}$ , а также интенсивная полоса при 1680  $cm^{-1}$ . Какая реакция проведена в данном случае и с помощью каких реагентов?

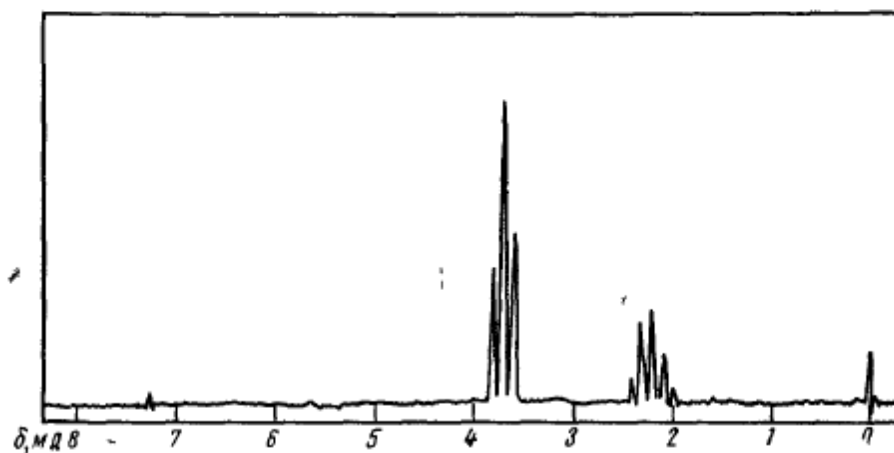
**Задание 9.** На рисунке приведен ПМР спектр одного из изомеров кислоты  $C_3H_8BrCOOH$ . Какой это изомер?



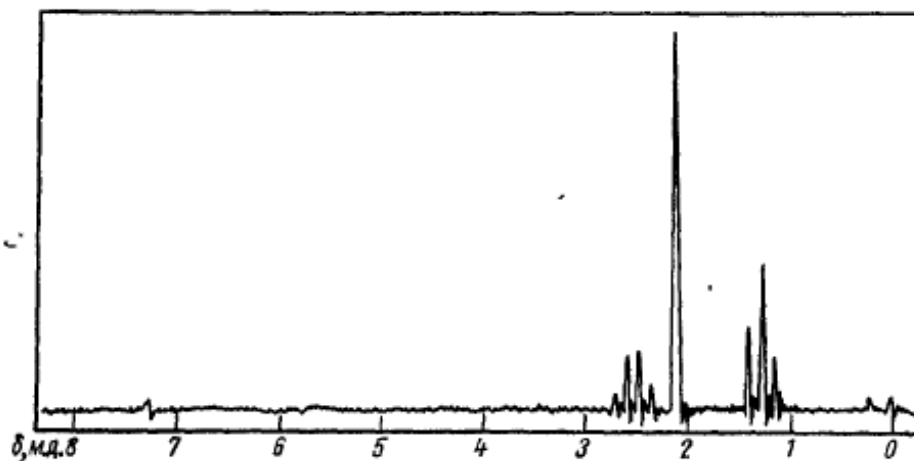
**Задание 10.** Какому из изомеров бромистого бутила принадлежит спектр ПМР, приведенный на рисунке?



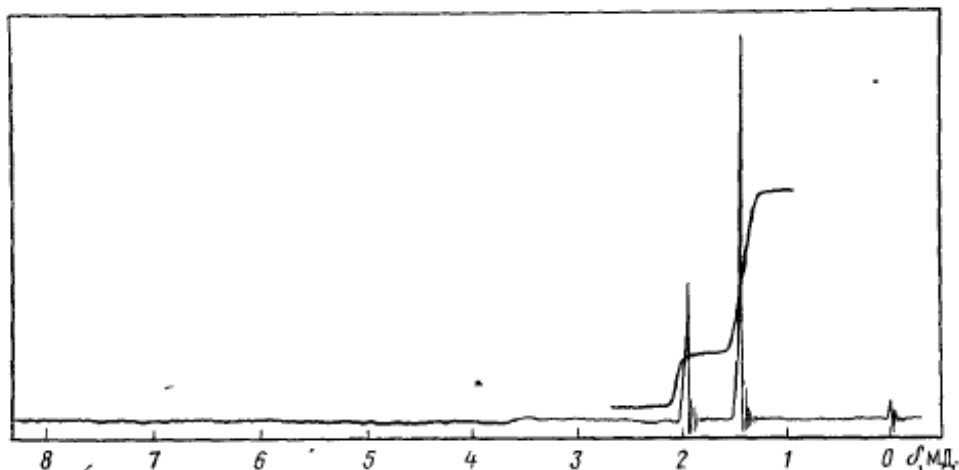
**Задание 11.** Какому из изомеров дихлорпропана принадлежит спектр ПМР, приведенный на рисунке?



**Задание 12.** Какое строение имеет соединение с брутто-формулой  $\text{C}_3\text{H}_8\text{S}$ , ПМР спектр которого приведен на рисунке?



**Задание 13.** Спектр соединения  $C_6H_{12}O_2$  приведен на рисунке. Определите строение этого соединения.



**Задание 14.** При гидролизе кетала  $C_{10}H_{16}O_4$  (содержащего в спектре ПМР два сигнала) в кислой среде образуется кетон  $C_6H_8O_2$  (синглет при 2,4 м.д.) и спирт  $C_2H_6O_2$  (два синглета при 3,65 и 4,65 м.д., причем последний соответствует HDO, образующегося в результате дейтерообмена гидроксильной группы спирта в растворе  $D_2O$ ). Напишите уравнение реакции.

**Задание 15.** После обработки циклопентадиена (два сигнала при 2,9 и 6,4 м.д.) суспензией натрия в абсолютированном ТГФ образуется соединение, дающее лишь один сигнал в спектре ПМР (5.57 м.д.). Объясните происходящее явление.

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

##### *Список вопросов для подготовки к зачету*

1. Определение функциональных групп в органических соединениях, качественный и количественный органический анализ.
2. Химические способы определения гидроксильной и карбонильной группы. Определение карбоновых кислот и их производных. Методы химической идентификации ненасыщенных углерод-углеродных связей.
3. Определение активных атомов водорода. Химическая идентификация функциональных групп с атомом азота. Анализ серосодержащих соединений.
4. Теории хроматографического разделения. Понятие о факторе разрешения.
5. Устройство газового хроматографа. Виды детекторов в газовой хроматографии.

6. Неподвижные фазы для газовой хроматографии. Индексы удерживания. Качественный и количественный газохроматографический анализ.
7. Сочетание хроматографии и спектроскопии. Хромато-масс-спектрометрия.
8. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Аппаратура для ВЭЖХ. Виды детекторов в ВЭЖХ.
9. Элюотропный ряд растворителей. Жидкостная адсорбционная хроматография.
10. Ионная хроматография и ее типы. Основные принципы гелевой хроматографии.
11. Тонкослойная хроматография. Техника проведения анализа методом ТСХ. Подбор элюентов. Детектирование в ТСХ.
12. Применение тонкослойной хроматографии для идентификации различных классов органических веществ.
13. Сверхкритическая флюидная хроматография. Физические основы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Аппаратура для СФХ.
14. Капиллярный электрофорез. Общие принципы разделения и оборудование в методе капиллярного электрофореза. Применение электрофоретических методов.
15. Спектроскопические методы исследования. Комплексное использование спектроскопических методов в целях идентификации веществ и установления их химического строения.
16. Принцип работы масс-спектрометра, образование масс-спектра, типы регистрируемых ионов. Определение молекулярной брутто-формулы по масс-спектру.
17. Качественные теории масс-спектрометрии органических соединений. Масс-спектрометрические правила.
18. Основные типы реакций распада органических соединений под электронным ударом. Основные направления фрагментации органических соединений под электронным ударом.
19. Понятие о методе химической ионизации и хроматомасс-спектрометрии. Примеры структурного анализа органических соединений по масс-спектру низкого разрешения.
20. Электронные состояния молекул, классификация электронных переходов в молекулах, правила отбора.
21. Взаимосвязь электронных спектров и структуры органических молекул, классификация полос поглощения в электронных спектрах.
22. Избирательное поглощение важнейших ауксохромных и хромофорных групп, правила Вудворда-Физера.
23. Принцип работы УФ спектрофотометра. Примеры структурного анализа ненасыщенных органических соединений по спектру поглощения в ближней области УФ спектра.

24. Физические основы метода ИК спектроскопии: частота и интенсивность поглощения в колебательных спектрах двухатомных молекул, основные колебания многоатомных молекул.

25. Взаимосвязь инфракрасных спектров и структуры органических молекул. Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических соединений.

26. Структурные области ИК спектра. Принципы отнесения полос поглощения. Последовательность проведения структурного анализа.

27. Количественная ИК спектроскопия. Принцип работы ИК спектрофотометра. Условия измерения ИК спектров.

28. Магнитные свойства ядер, тонкая и сверхтонкая структура сигналов ядер. Принцип работы ЯМР спектрометра.

29. Спектроскопия протонного магнитного резонанса: шкала химических сдвигов протонов, закономерности в изменении значений химических сдвигов; константы спин-спинового взаимодействия  $J_{H-H}$ .

30. Спектроскопия углеродного магнитного резонанса: шкала химических сдвигов ядер  $^{13}C$ , константы спин-спинового взаимодействия  $J_{C-H}$ , полное и частичное подавление спин-спинового взаимодействия ядер  $^{13}C$  и протонов.

31. Ядерный эффект Оверхаузера. Понятие о спектроскопии ядерного магнитного резонанса динамических систем (обменные процессы). Двумерная спектроскопия ЯМР.

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

Основная литература:

1. Сергеев, Николай Александрович. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса [Текст] / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. - Москва : Логос, 2013. - 270 с. - Библиогр.: с. 264-270. - ISBN 9785987047545.

2. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса для химиков [Текст] : [учебник для химических специальностей вузов] / Ю. М. Воловенко, В. Г. Карцев, И. В. Комаров и др. - [Москва] : [Международный благотворительный фонд "Научное Партнерство"] : ICSPF Press, 2011. - 694 с. : ил. - Библиогр.: с. 680. - ISBN 9785903078349

3. Устынюк, Ю. А. Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса [Электронный ресурс] . Ч. 1 : Вводный курс / Устынюк Ю. А. - М. : Техносфера, 2016.

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=444862&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=444862&sr=1).



4. Спектральные методы анализа [Электронный ресурс] : практическое руководство / Васильева В. И., Стоянова О. Ф., Шкутина И. В., Карпов С. И. - СПб. : Лань, 2014. - 416 с. - <https://e.lanbook.com/book/50168>.

#### **Дополнительная литература:**

1. Устынюк, Юрий Александрович. Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса [Текст] . Ч. 1 (вводный курс) / Ю. А. Устынюк. - Москва : Техносфера, 2016. - 285 с. : ил. - (Мир химии). - Библиогр.: с. 285. - ISBN 978-5-94836-410-0

2. Спектральные методы анализа [Текст] : практическое руководство : учебное пособие для студентов вузов / В. И. Васильева, О. Ф. Стоянова, И. В. Шкутина и др. ; под ред. В. Ф. Селеменова и В. Н. Семенова. - СанктПетербург [и др.] : Лань, 2014. - 412 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 9785811416387

3. Шмидт, Вернер. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов [Текст] / В. Шмидт ; пер. с англ. Н. П. Ивановской ; под ред. С. В. Савилова. - М. : Техносфера, 2007. - 367 с., [3] л. ил. : ил. - (Мир физики и техники). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785948361406. - ISBN 9783527299119 :

#### 5.3. Периодические издания:

1. Успехи химии.
2. Журнал органической химии.
3. Журнал общей химии

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

1. <http://journal.issep.rssi.ru/> - Соросовский образовательный журнал;
2. <http://www.chem.msu.ru/> - сайт химического факультета Московского государственного университета
3. <http://elibrary.ru> - научная электронная библиотека, содержащая рефераты и полные тексты научных статей и публикаций;
4. <http://scholar.google.ru/> - поисковая система, направленная на поиск научной и научно-технической информации;
5. <http://www.chemspider.com/> - база данных по органическим соединениям.

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

По разделам дисциплины запланирована самостоятельная работа аспирантов. На самостоятельное изучение выносятся материал, не вошедший в лекционный, но обязательный к усвоению по плану и логике изложения. Форма организации предполагает выдачу аспирантам задания на усвоение определенного объема материала, с последующим контролем усвоения посредством контрольной работы.

Успешное освоение дисциплины требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой. Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса. 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 практическому занятию рекомендуется:

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

При проработке лекционного материала 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 проработкой и повторением лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, изучением самостоятельно некоторых разделов курса, подготовкой к устным опросам, 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.

#### Самостоятельная работа аспирантов на 4-ом курсе

№	Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Форма контроля
1	2	3	4
1.	Химическая идентификация органических веществ	Оформление лабораторных работ и подготовка к их защите.	защита лабораторной работы № 1
2.	Газовая хроматография	Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала.	практическая работа №1
3.	Жидкостная хроматография	Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала. Оформление лабораторных работ и подготовка к их защите.	защита лабораторной работы № 2
4.	Масс-спектрометрия	Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала. Решение задач.	практическая работа №2
5.	Электронная УФ спектроскопия	Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала. Решение задач.	
6.	Колебательная ИК спектроскопия	Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала. Оформление лабораторных работ и подготовка к их защите. Решение задач.	защита лабораторной работы № 3
7.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала. Решение задач.	практическая работа №3; контрольная работа

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

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

1. Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.
2. Консультирование посредством электронной почты или прочих средств электронной коммуникации.

## 8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Программа для демонстрации и создания презентаций («Microsoft PowerPoint»).

2. Программа для рисования химических формул и молекулярных моделей используется свободное программное обеспечение из пакета ACDLabs (ChemSketch).

## 8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).

2. Электронная библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com>).

3. Электронная библиотечная система «Юрайт» (<http://www.biblio-online.ru>).

4. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (<http://cyberleninka.ru>).

5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)).

6. Реферативная база данных (<https://www.scopus.com>)

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

Для проведения занятий по дисциплине, предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория на 25 мест, оснащенная меловой доской и презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) с соответствующим программным обеспечением (ПО) для показа презентаций в электронном виде - Microsoft Power Point.
2.	Практические/ лабораторные занятия	Учебная лаборатория, укомплектованная лабораторной мебелью, специализированным оборудованием (рефрактометр, сушильный шкаф, роторный испаритель, весы электронные лабораторные, магнитные мешалки с подогревом, механические мешалки, нагревательные плитки, аналитические приборы), а также химической посудой и необходимыми реактивами.
3.	Курсовое	Курсовая работа не предусмотрена учебным

	проектирование	планом.
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория на 25 мест, оснащенная меловой доской.
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория на 25 мест, оснащенная меловой доской.
6.	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.