

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«30» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
СПЕЦПРАКТИКУМ**

**Уровень высшего образования:**  
МАГИСТРАТУРА

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.04.01 ХИМИЯ

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Органическая химия

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (программа магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 августа 2019 г., №1033.

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок В-ПД

2. Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор достижения - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>ОПК-1.М</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современного научного оборудования, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	<b>ОПК-1.М.2</b> Проводит экспериментальные и (или) расчетно-теоретические работы в области химии, соответствующей профилю магистерской программы, с использованием современного научного оборудования и программного обеспечения	<b>Уметь:</b> выполнять комплексные экспериментальные исследования в области органической химии: синтез, анализ состава и структуры, определение свойств органических веществ <b>Владеть:</b> навыками синтетических работ в области органической химии <b>Владеть:</b> навыками анализа состава и структуры синтезированных веществ <b>Владеть:</b> навыками определения свойств органических веществ
<b>СПК-1.</b> Способен использовать фундаментальные разделы органической химии, современные методы органической и элементоорганической химии, физико-химического и структурного анализа органических веществ при проведении научных исследований по органической и элементоорганической химии	<b>СПК-1.М.1</b> Оптимизирует схему органического синтеза на основе знаний фундаментальных разделов органической химии и представлений о природе реакционной способности органических соединений	<b>Уметь:</b> составлять план химического синтеза, и оценивать его реальную осуществимость. <b>Владеть:</b> практическими навыками химического лабораторного синтеза

<b>СПК-2</b> Готов осуществлять экспериментально-практическую деятельность в области органической и элементоорганической химии для получения новых органических молекул, разработки новых методов синтеза органических молекул с заданным взаимным расположением групп в молекуле с учетом доступности реагентов, использования полезных свойств уже существующих производных	<b>СПК-2.М.1</b> Разрабатывает новые схемы получения органических молекул с заданным взаимным расположением функциональных групп	<b>Уметь:</b> предлагать и разрабатывать новые методы синтеза органических молекул с заданным взаимным расположением групп в молекуле с учетом доступности реагентов <b>Уметь:</b> использовать полезные свойства существующих производных при разработке новых методов синтеза органических молекул с заданным взаимным расположением групп в молекуле
	<b>СПК-2.М.3</b> Проводит органический синтез по разработанной методике	<b>Владеть:</b> навыками синтеза органических молекул с заданным взаимным расположением групп в молекуле

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 8 зачетных единиц, всего 288 часа, из которых 238 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (228 часов – лабораторные занятия, 6 часов – индивидуальные консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 50 часов составляет самостоятельная работа студента.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

**знать:** основные химические свойства различных классов органических соединений, закономерности спектроскопических проявлений функциональных групп;

**уметь:** формулировать и решать конкретные задачи по идентификации органических соединений основе усвоенных законов и закономерностей; получать экспериментальные данные, проводить их математическую обработку, обобщать полученные данные;

**владеть:** техникой химического эксперимента, навыками поиска необходимых данных в открытых источниках, в том числе, в информационных базах данных и интернете.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

<b>Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации</b>	<b>Всего (часы)</b>	<b>В том числе</b>	
		<b>Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них</b>	<b>Самостоятельная работа обучающегося, часы из них</b>

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	<b>Всего</b>	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	<b>Всего</b>
Тема 1. Синтез сложных органических соединений (по выбору)	<b>92</b>		76		2		<b>78</b>	14		<b>14</b>
Тема 2. Спектроскопические методы анализа синтезированных соединений	<b>96</b>		76		2		<b>78</b>	18		<b>18</b>
Тема 3. Масс-спектрометрические методы анализа синтезированных продуктов (по выбору)	<b>96</b>		76		2		<b>78</b>	18		<b>18</b>
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	<b>4</b>					4	<b>4</b>			
<b>Итого</b>	<b>288</b>		<b>228</b>		<b>6</b>	<b>4</b>	<b>238</b>	50		<b>50</b>

#### 9. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований на-

учных школ МГУ.

**10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):**

1. База данных Национального института стандартизации и технологии США по свойствам соединений. Режим доступа: <http://webbook.nist.gov/chemistry/>
2. База данных Национального института современной индустриальной науки и технологии, Япония. Режим доступа: [http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct\\_frame\\_top.cgi](http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi)
3. База данных масс-спектров. Режим доступа: <http://www.massbank.jp/>
4. Программное обеспечение: Aldrich/ACD Library of FT NMR Spectra.
5. Программное обеспечение: ACD/Labs со встроенным генератором спектров ЯМР.
6. Программное обеспечение: ChemOffice со встроенным генератором спектров ЯМР.
4. Тарасевич Б.Н. [ИК спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы.](#) На сайте химфака МГУ: [http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/tarasevich/Tarasevich\\_IR\\_tables\\_29-02-2012.pdf](http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/tarasevich/Tarasevich_IR_tables_29-02-2012.pdf)

**11. Ресурсное обеспечение:**

Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу.

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

Методические разработки к практическим занятиям, размещенные на сайте кафедры органической химии

**Основная литература**

1. Р.Сильверстейн, Г.Басслер, Т.Моррил, Спектрометрическая идентификация органических соединений, М., "Мир", 1977, гл. 3,5;
5. Р.Сильверстейн, Ф.Вебстер, Д.Кимл, Спектрометрическая идентификация органических соединений, М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
15. А. Т. Лебедев, Масс-спектрометрия в органической химии, Изд. ЛБЗ, М., 2003.
17. Э. Преч, Ф. Бюльманн, К. Афвольтер. Определение строения органических соединений. М.: Мир, 2006.

**Дополнительная литература**

- 1.Р.Драго, Физические методы в химии, т.1,2, М., "Мир", 1981.
2. Л.В.Вилков, Ю.А.Пентин, Физические методы исследования в химии, М., "Высшая школа", (кн. 2), 1990.
3. Л.Беллами, Инфракрасные спектры сложных молекул, М., "Мир", 1963.
4. Л.Беллами, Новые данные по инфракрасным спектрам сложных молекул, М., "Мир", 1971..

5. Э.Штерн, К.Тиммонс, Электронная абсорбционная спектроскопия в органической химии, М., "Мир", 1974.
6. М.В.Волькенштейн, Л.А.Грибов, М.А.Ельяшевич, Б.И.Степанов, Колебания молекул, М., "Наука", 1972;
7. Т.А.Карлссон, Фотоэлектронная и Оже спектроскопия, Л-д, "Машиностроение", 1981.
8. Р.Сильверстейн, Ф.Вебстер, Д.Кимл, Спектрометрическая идентификация органических соединений, М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
9. О.В.Свердлова, Электронные спектры в органической химии, Л., "Химия" 1985, гл. 4,5;
10. Д.Браун, А.Флойд, М.Сейнзбери, Спектроскопия органических веществ, М, "Мир", 1992, гл. 2;
11. Введение в фотохимию органических соединений, ред. Г.О.Беккер, А.В.Ельцов, Л-д, "Химия", 1976;
12. А.Бейкер, Д.Беттеридж, Фотоэлектронная спектроскопия, М., "Мир", 1975;
13. Д.Граселли, М.Снейвили, Б.Балкин, Применение спектроскопии КР в химии, М., "Мир", 1984;
14. К.Накамото, ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений, М., "Мир", 1991;
15. Д.Браун, А.Флойд, М.Сейнзбери, Спектроскопия органических веществ, М, "Мир", 1992, гл. 3;
16. Водородная связь., сб., ред. Н.Д.Соколов, М., "Наука", 1981. Статья А.В.Иогансена "Инфракрасная спектроскопия и спектральное определение энергии водородной связи", с. 112-155.
17. И.Я.Берштейн, Ю.Л.Каменский, Спектрофотометрический анализ в органической химии, Л-д, "Химия", 1986;
18. Л.В.Вилков, Ю.А.Пентин, Физические методы исследования в химии, М., "Высшая школа", 1987, с.5 15;
19. А.Смит, Прикладная ИК спектроскопия, М., "Мир", 1982,
20. Г.Джаффе, М.Орчин, Симметрия в химии, М, "Мир", 1967;
21. Р. Эрнст, Дж. Боденхаузен, А. Бокаун, ЯМР в одном и двух измерениях, "Мир", М., 1990. 16.

Описание материально-технической базы.

Лабораторные помещения оснащены специальной химически стойкой лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, раковинами, лабораторной посудой и следующим оборудованием:

**405** Весы Adventure Ohaus RV 214 - 1 шт.; Весы VIBRA HTR-220CE - 1 шт.; Испаритель роторный IKA RV10 - 2 шт.; Мешалка механическая IKA RV16 - 8 шт.; Мешалка магнитная IKAC-MAGHS10 - 8 шт.; Мешалка магнитная ММ-ЛБ-24(Китай) - 7 шт.; Насос вакуумный Vacuumbrand RE-6 - 1 шт.; Рефрактометр - 1 шт.; Спектрофотометр - 1 шт.; Компьютер Pentium 4 - 1 шт.; Лампа УФ - 1 шт.; Прибор для определения температуры плавления - 1 шт.

Лабораторные помещения оснащены специальной химически стойкой лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, раковинами, лабораторной посудой и следующим оборудованием:

**419** Холодильник - 1 шт.; Компьютер Pentium 4 - 1 шт.; Весы Adventure Ohaus RV 214 - 1 шт.; Весы VIBRA HTR-220CE - 1 шт.; Испаритель роторный IKA RV10 - 2 шт.; Мешалка механическая IKA RV16 - 8 шт.; Мешалка магнитная IKAC-MAGHS10 - 8 шт.; Мешалка маг-

нитная ММ-ЛБ-24(Китай - 7 шт.; Насос вакуумный Vacuumbrand RE-6 - 1 шт.; Рефрактометр RMT - 1 шт.; Спектрофотометр - 1 шт.; Холодильник - 1 шт.

**319** Мешалка механическая ИКА RV16 - 8 шт.; Мешалка магнитная ИКАС-MAGHS10 - 8 шт.; Мешалка магнитная ММ-ЛБ-24(Китай - 7 шт.; Холодильник - 1 шт.; Компьютер Pentium 4 - 1 шт.; Спектрофотометр - 1 шт.; Весы Adventure Ohaus RV 214 - 1 шт.; Весы VIBRA HTR-220CE - 1 шт.; Испаритель роторный ИКА RV10 - 2 шт.; Насос вакуумный Vacuumbrand RE-6 - 1 шт.; Рефрактометр - 1 шт.

**305** Спектрофотометр - 1 шт.; Компьютер Pentium 4 - 1 шт.; Рефрактометр RMT - 1 шт.; Весы Adventure Ohaus RV 214 - 1 шт.; Испаритель роторный ИКА RV10 - 2 шт.; Мешалка механическая ИКА RV16 - 8 шт.; Мешалка магнитная ИКАС-MAGHS10 - 8 шт.; Мешалка магнитная ММ-ЛБ-24(Китай - 7 шт.; Насос вакуумный Vacuumbrand RE-6 - 1 шт.

**505** Компьютер Pentium 4 - 1 шт.; Спектрофотометр - 1 шт.; Рефрактометр RMT - 1 шт.; Насос вакуумный Vacuumbrand RE-6 - 1 шт.; Весы VIBRA HTR-220CE - 1 шт.; Испаритель роторный ИКА RV10 - 1 шт.; Мешалка механическая ИКА RV16 - 8 шт.; Мешалка магнитная ИКАС-MAGHS10 - 8 шт.; Мешалка магнитная ММ-ЛБ-24(Китай - 8 шт.; Лампа УФ - 1 шт.

**519** Компьютер Pentium 4 - 1 шт.; Спектрофотометр - 1 шт.; Рефрактометр RMT - 1 шт.; Насос вакуумный Vacuumbrand RE-6 - 1 шт.; Весы VIBRA HTR-220CE - 1 шт.; Испаритель роторный ИКА RV10 - 1 шт.; Мешалка механическая ИКА RV16 - 8 шт.; Мешалка магнитная ИКАС-MAGHS10 - 8 шт.; Мешалка магнитная ММ-ЛБ-24(Китай - 8 шт.; Лампа УФ - 1 шт.

Весы Adventure Ohaus RV 214 - 1 шт.; Весы VIBRA HTR-220CE - 1 шт.; Испаритель роторный ИКА RV10 - 1 шт.; Мешалка механическая ИКА RV16 - 8 шт.; Мешалка магнитная ИКАС-MAGHS10 - 8 шт.; Мешалка магнитная ММ-ЛБ-24(Китай - 8 шт.; Насос вакуумный Vacuumbrand RE-6 - 1 шт.; Рефрактометр RMT - 1 шт..

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели: проф. Н.В. Лукашев, снс Б.Н. Тарасевич и преподаватели кафедры.

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

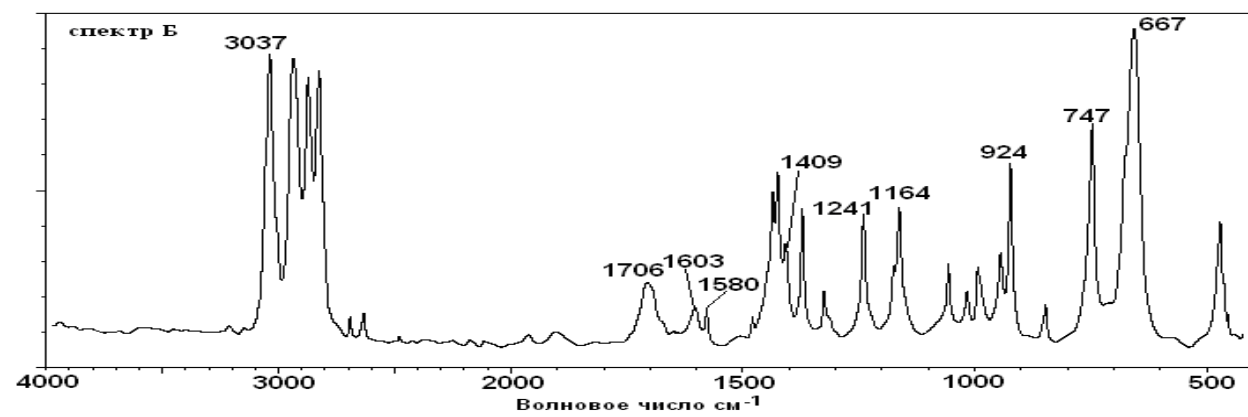
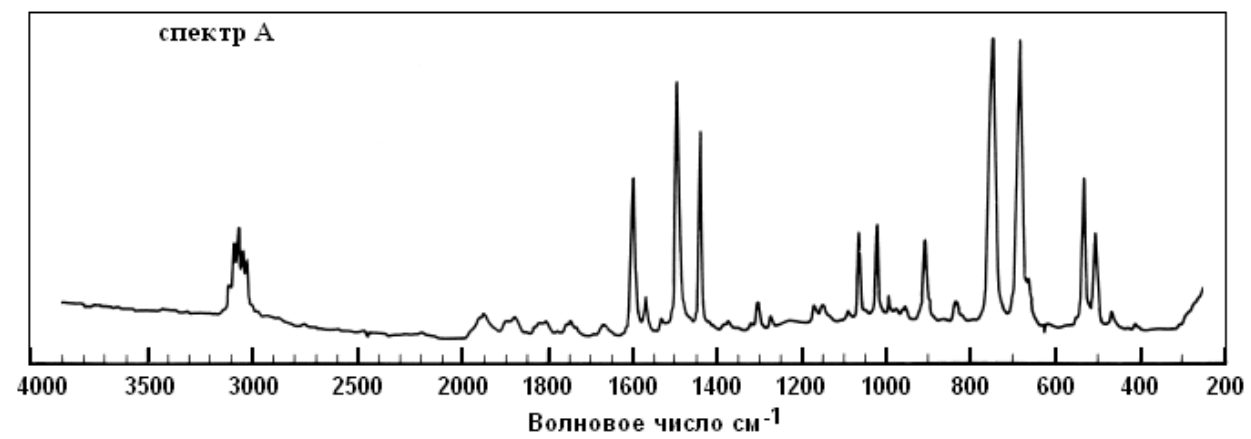
Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете проверяется формирование ЗУБ, перечисленных в п.2.

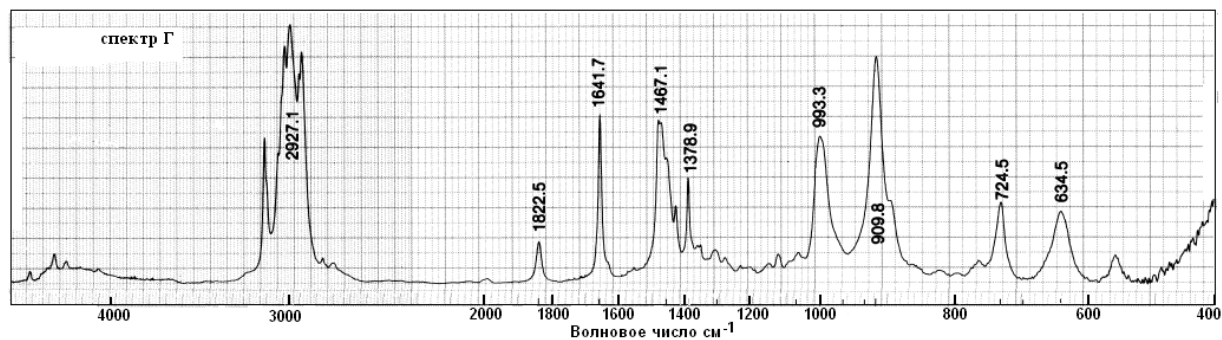
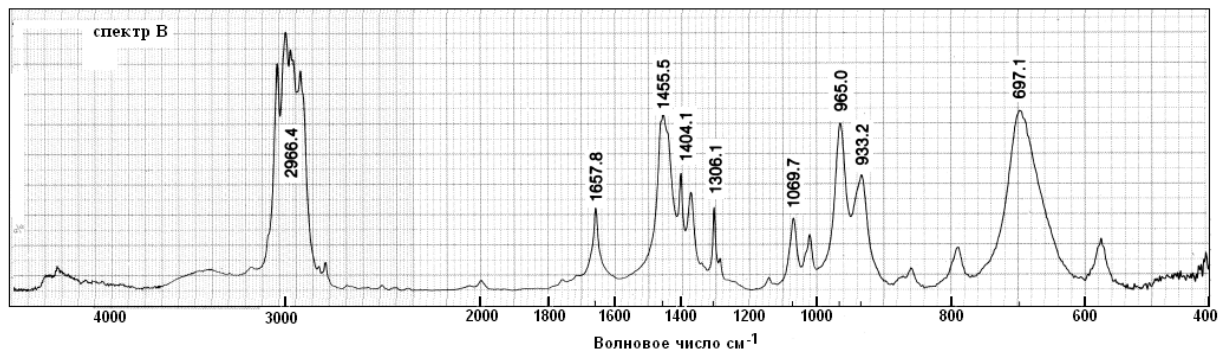
#### **Полный перечень вопросов по дисциплине**

1. Синтез бисфенилдиенонов на основе циклобутанона.
2. Синтез производных моносахаридов с использованием "клик2-реакции.



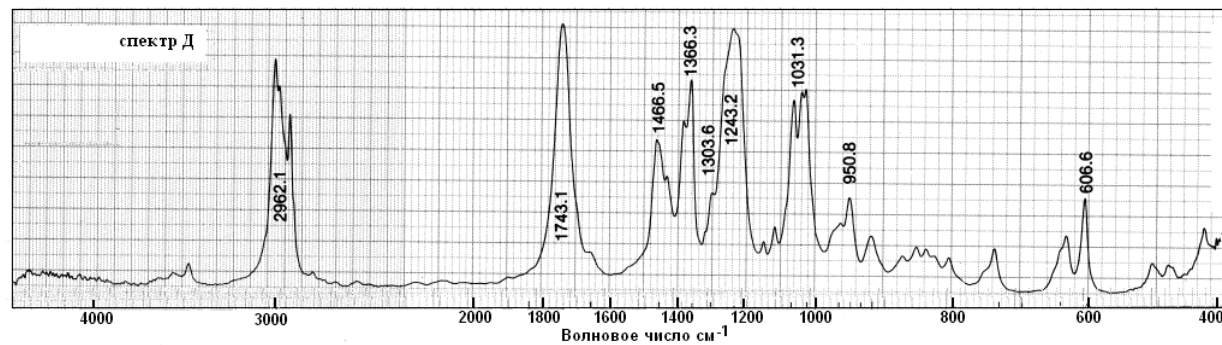
3. Арилирование третичных фосфинов без катализа переходными металлами.
  4. Получение 1-(1-бromo-4-третбутилфенил)-ацетона из 1-иод-3-третбутил-бромбензола.
  5. Синтез 1,2-бис(2-((2-пиридин-2-ил)бензотиазол-6-ил)окси)этокси)этана.
  6. Синтез дигидробензофурановых производных малоновой кислоты.
  7. Синтез донорно-акцепторных циклопропанов.
  8. Синтез производных хиноксалинов, содержащих оксаазамакроциклические фрагменты.
  9. Синтез комплексов рутения и железа, содержащих пиценовые лиганды.
  10. Синтез функционально замещенных ароматических азидов, потенциальных субстратов в "клик"-реакции с иодацетиленами.
  11. Синтез функционально замещенных производных малоновой кислоты.
  12. Синтез (2R, 3S)-2,3-дифенилоксирана.
  13. Синтез комплексов алюминия на основе бис(меркаптоариламинов).
  14. Синтез полиоксаалкильных производных пирогаллола.
  15. Синтез комплексов иридия на основе реакции пространственно затрудненных фосфиновых комплексов иридия и пиридина.
  16. Синтез и карбоксилирование 4-этиниланизола.
  17. Синтез 4,6-диметил-2-оксо-1,2-дигидропиридин-3-карбонитрила.
  18. Расчет энергий комплексов металлов (никеля, рутения, платины) с короненом.
  19. Ацилирование гидрохлорида 2-амино-2-дезокси-бета-D-галактопиранозы.
  20. Исследование "клик"-реакции иодацетиленов с функциональнозамещенными арилазидами.
  21. Синтез функционально замещенных производных ферроцена.
  22. Синтезы лигандов на основе трис(3-аминопропил)амин..
  23. Синтезы комплексов цинка на основе бис(пентафторанилиновых) производных бензиламина.
  24. Использование реагента *трис* для синтеза полиацетиленовых эфиров, исходных молекул для клик-реакции с азидами углеводородов.
  25. Синтез 2-аминотрифторацетофенонов по выбору.
  26. Синтез конденсированных тио- и гидантоинов по выбору.
  27. 1. Каким соединениям соответствуют следующие ИК спектры (А-Г):
  28. Дифенилацетилену, циклогексадиену-1,3, октену-1, *транс*-пентену-2.
- При решении этой и следующих задач наряду с таблицами отнесений рекомендуется использовать сайт <http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/>.

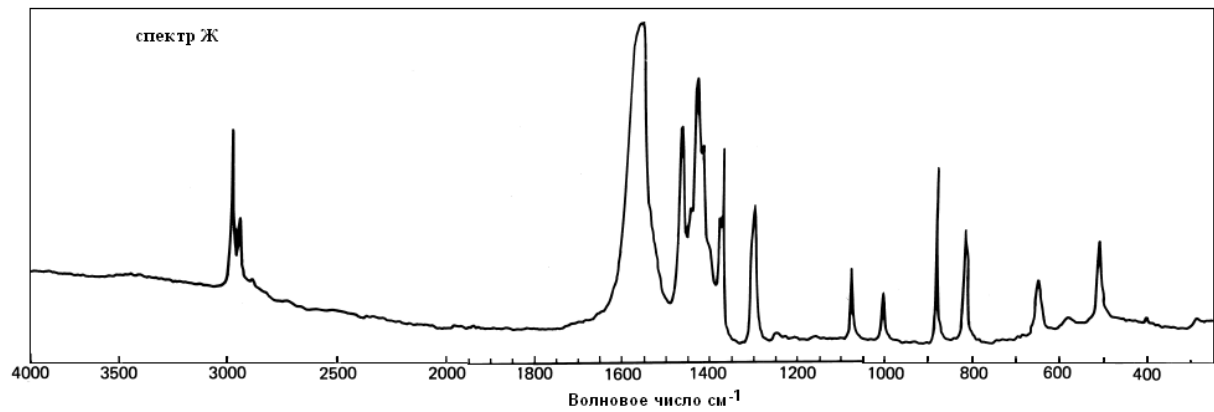
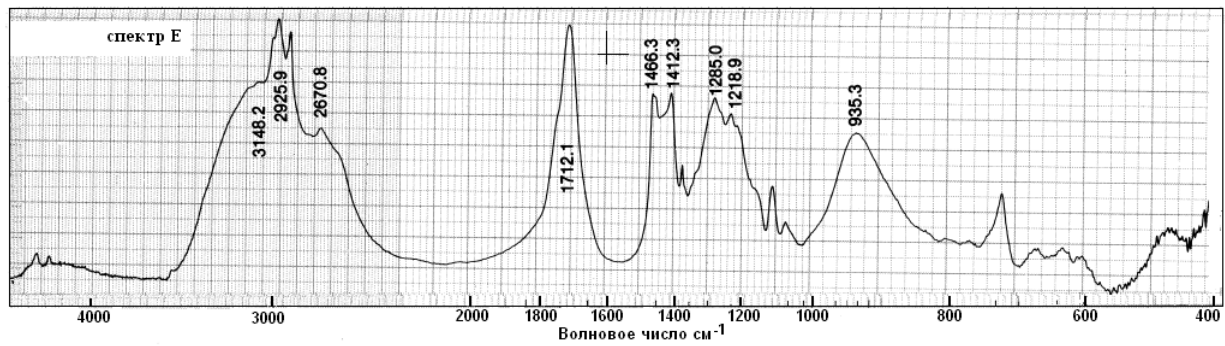


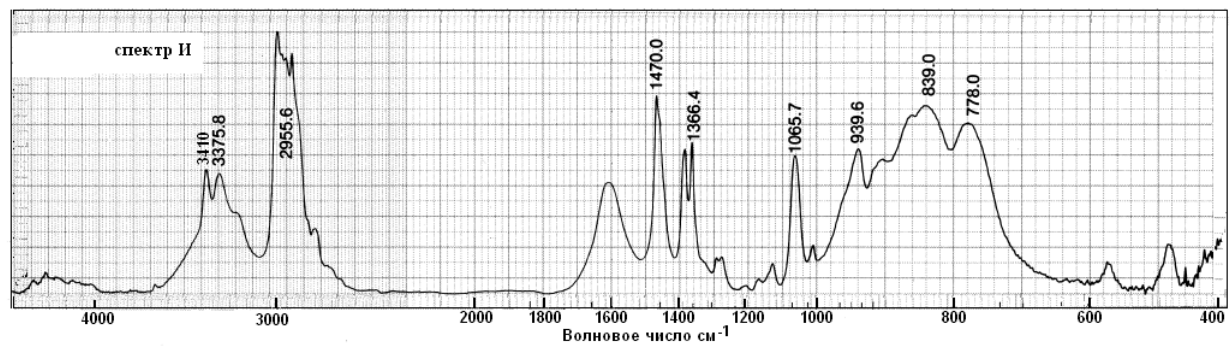
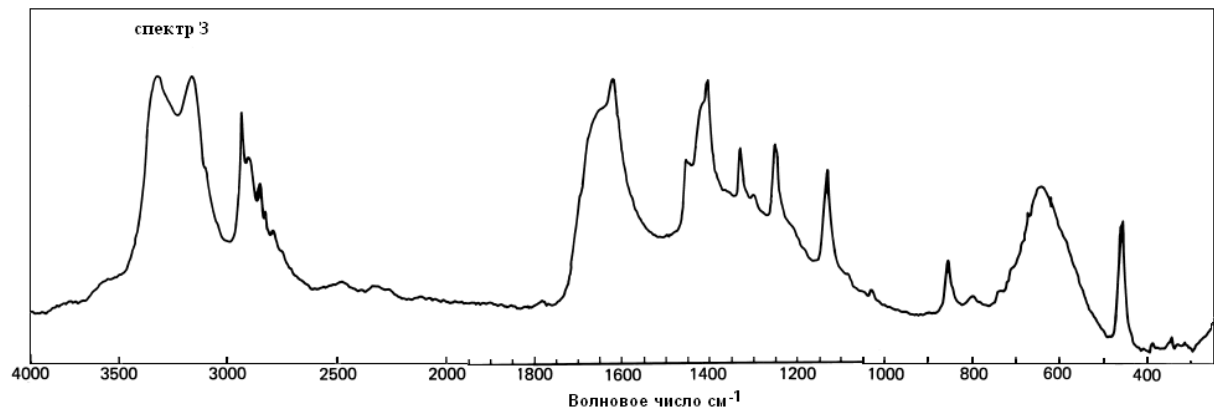


29. Каким соединениям соответствуют следующие ИК спектры (Д-И)?

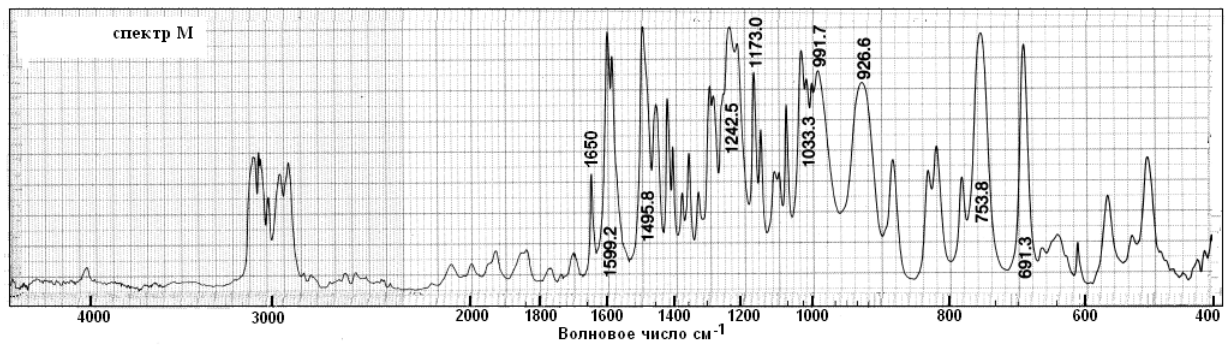
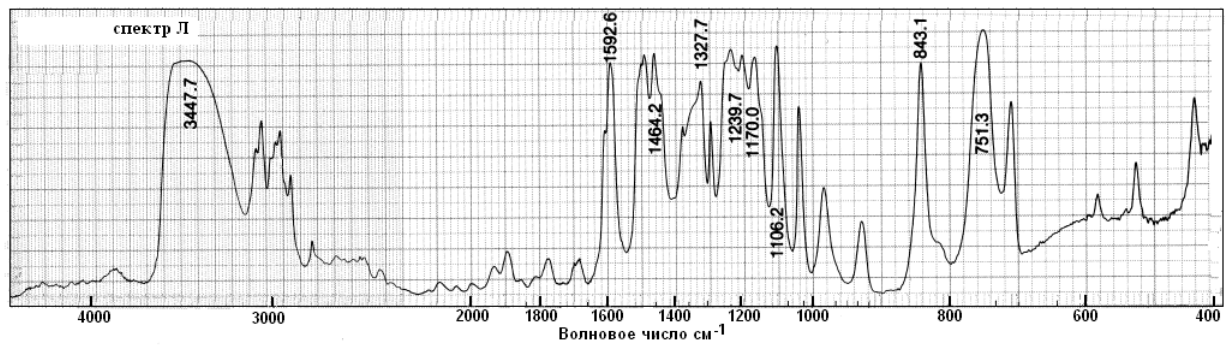
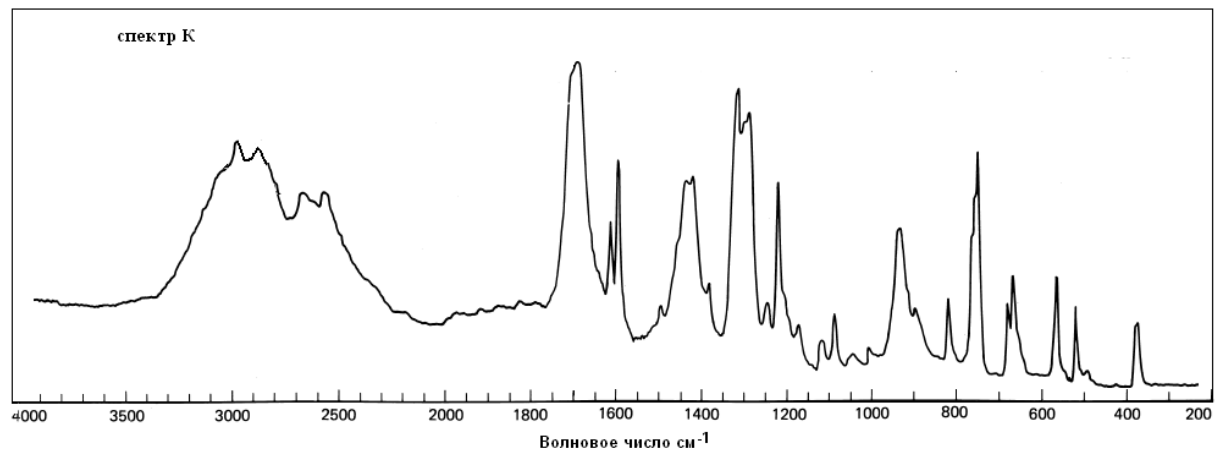
Амиду масляной кислоты, изобутиламину, додекановой кислоте, пропионату натрия, бутиловому эфиру уксусной кислоты.

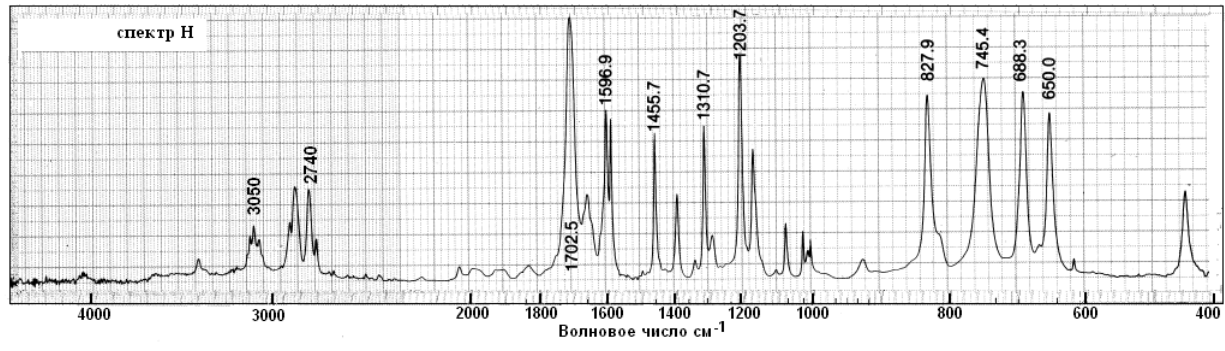






30. Каким соединениям соответствуют следующие ИК спектры (К-Н)?  
 Аллилфениловому эфиру, бензальдегиду, о-крезолу, м-метилбензойной кислоте.

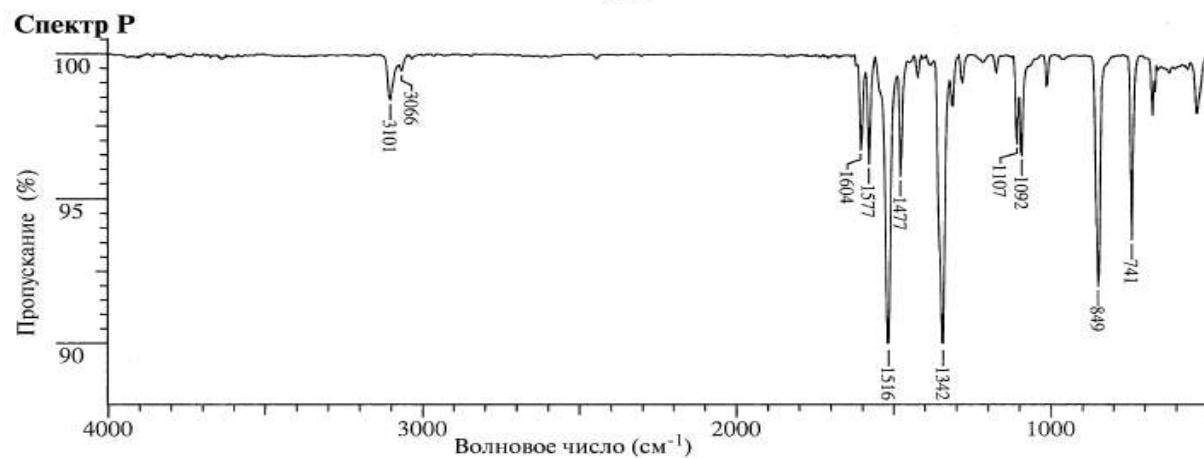
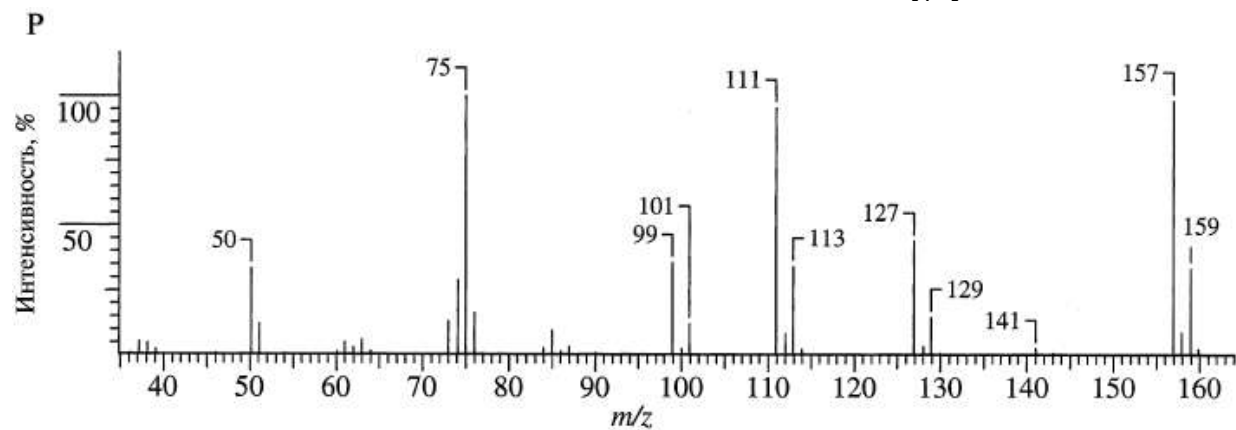




31. Примеры заданий №№ 4, 5, 6, 7, 8, 9.

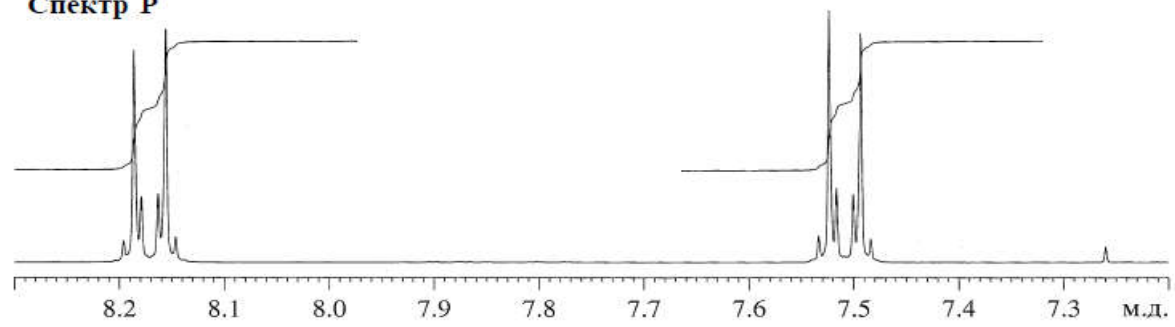
На основании спектров, представленных в заданиях 4-9, определить структуры органических соединений.

№4

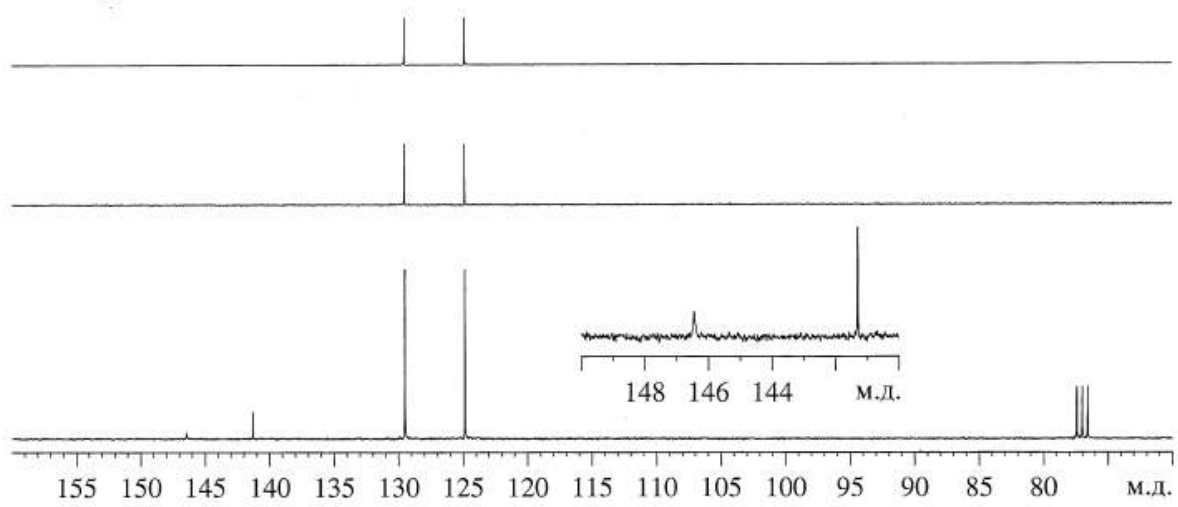




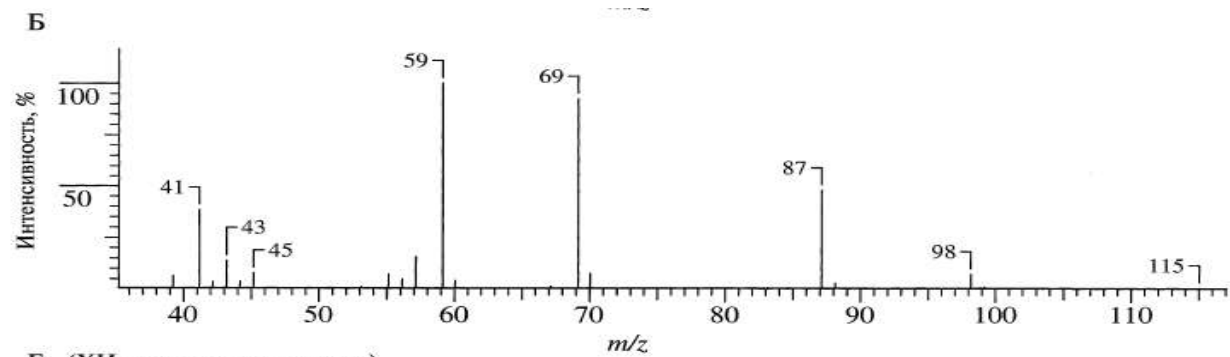
Спектр Р



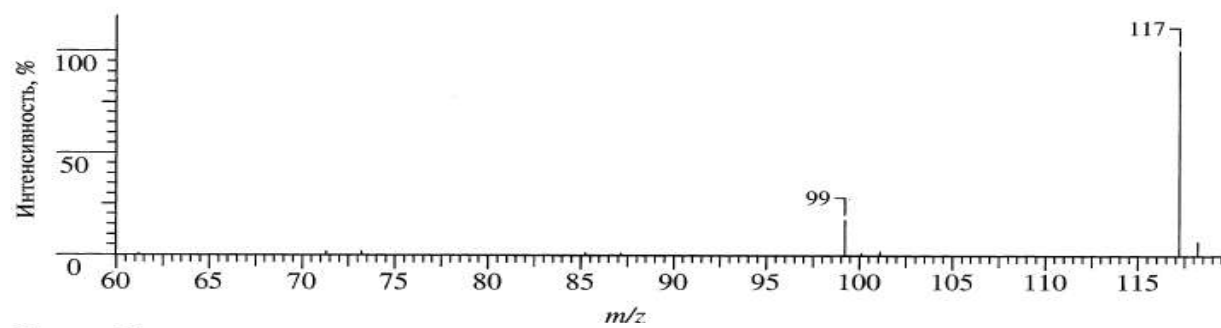
Спектр Р



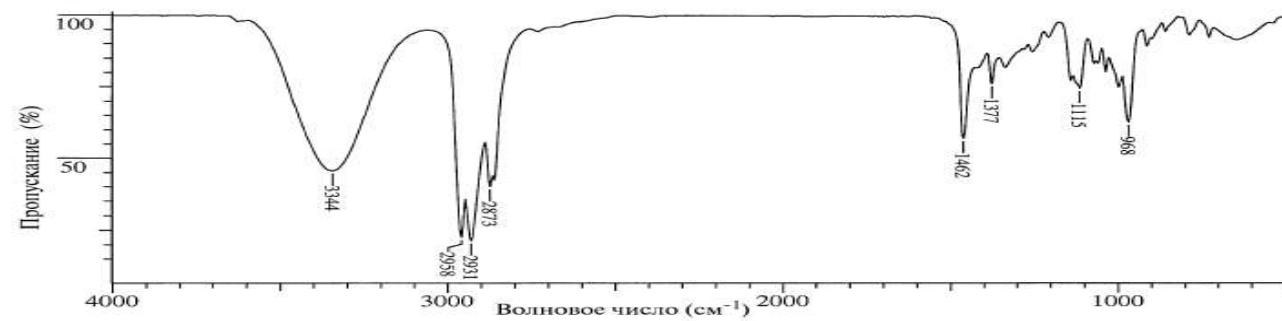
№5



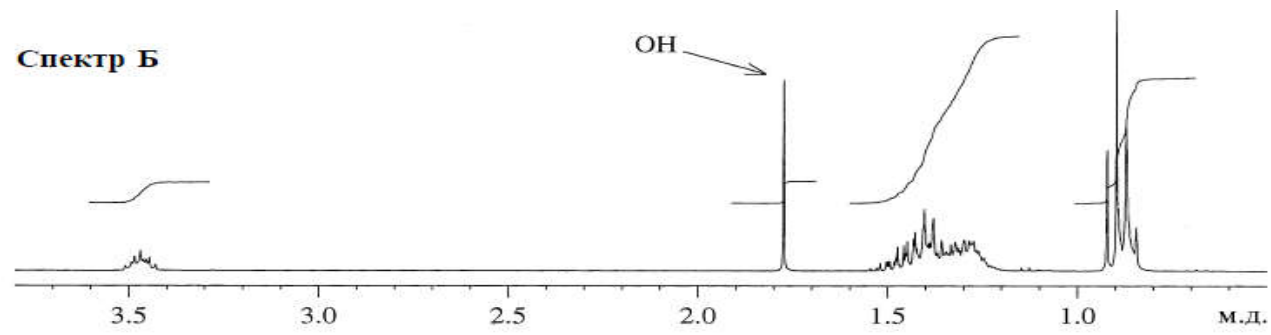
Б (ХИ, газ-реагент – метан)



**Спектр Б**

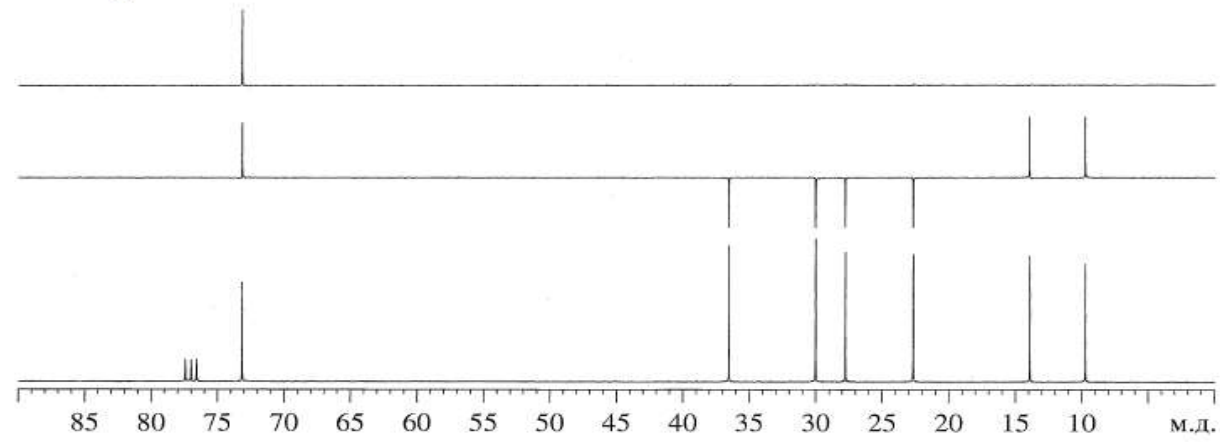


Спектр Б

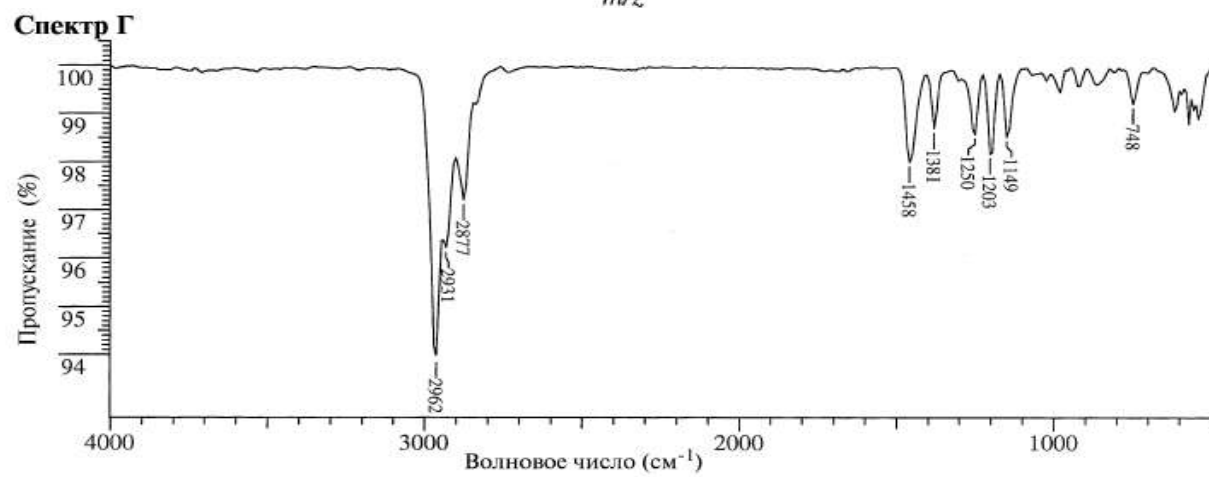
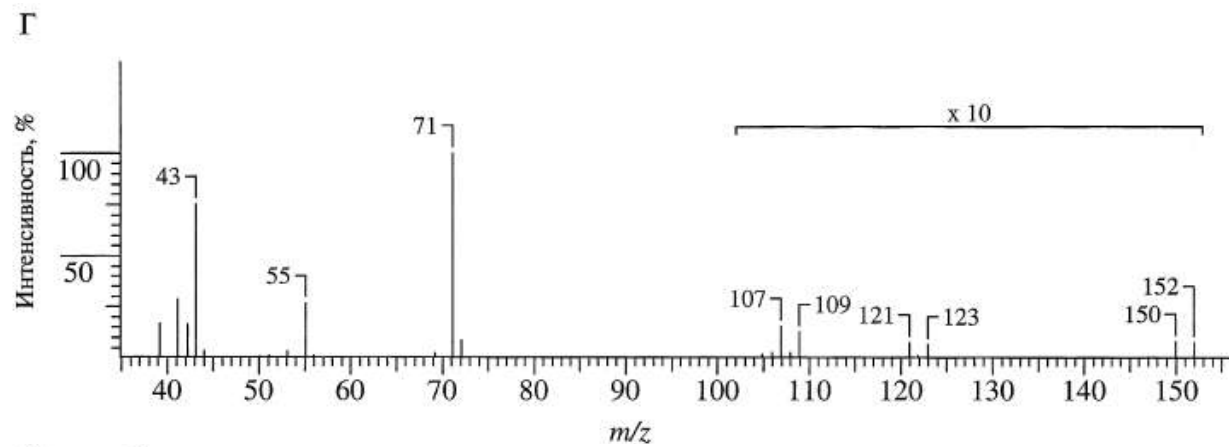


32.

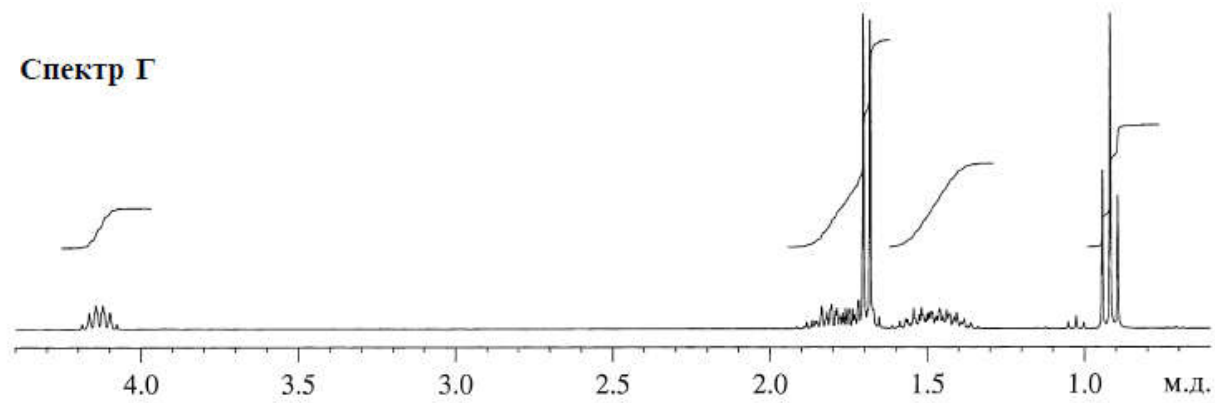
Спектр Б



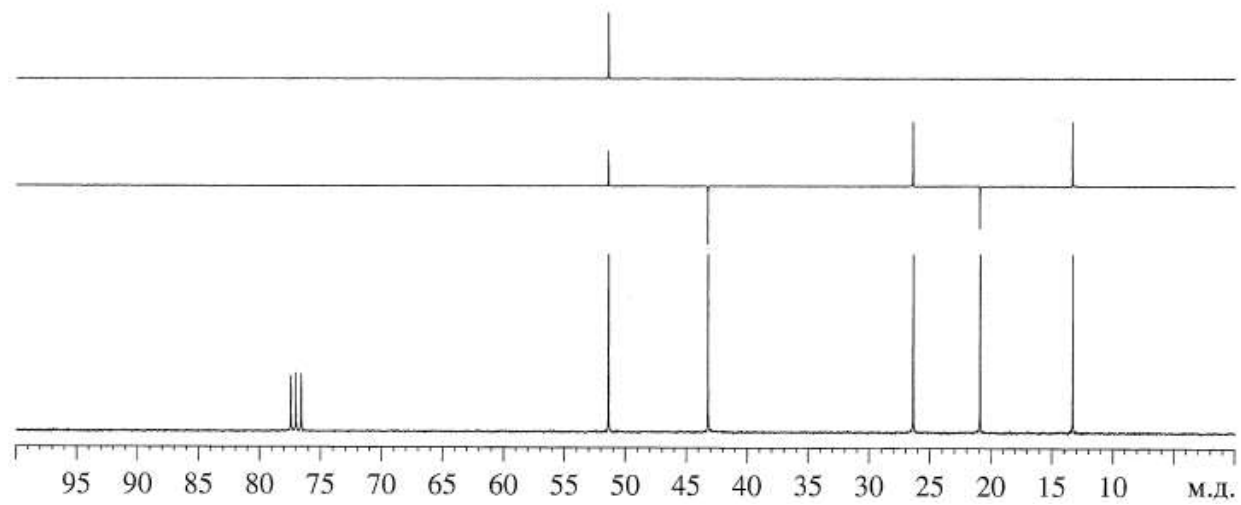
№6



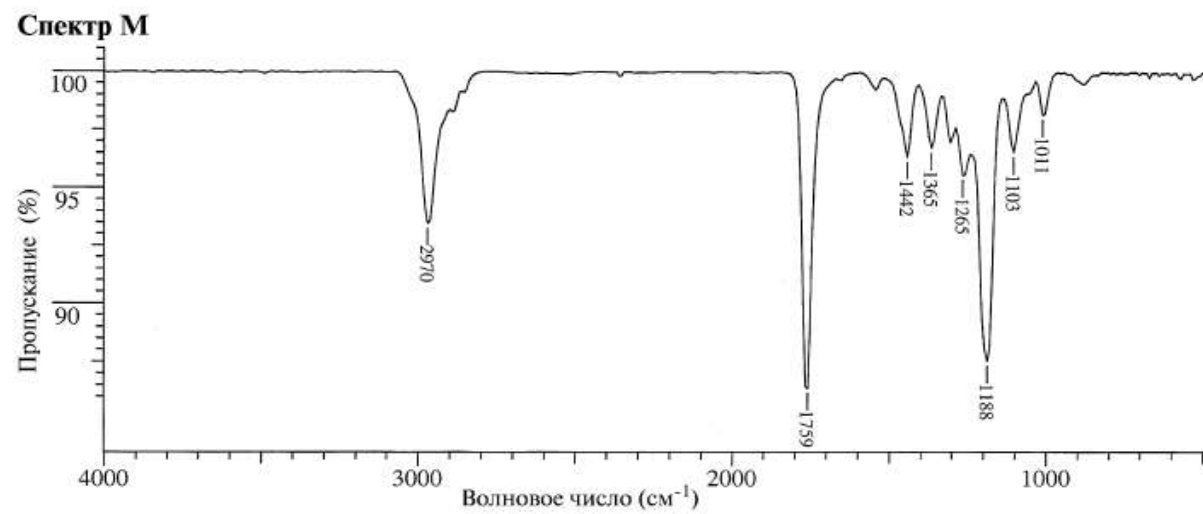
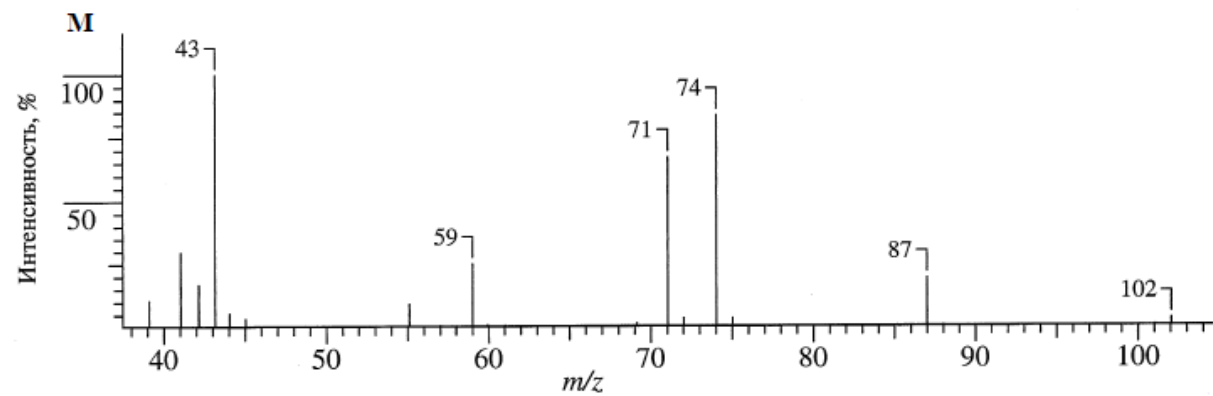
Спектр Г



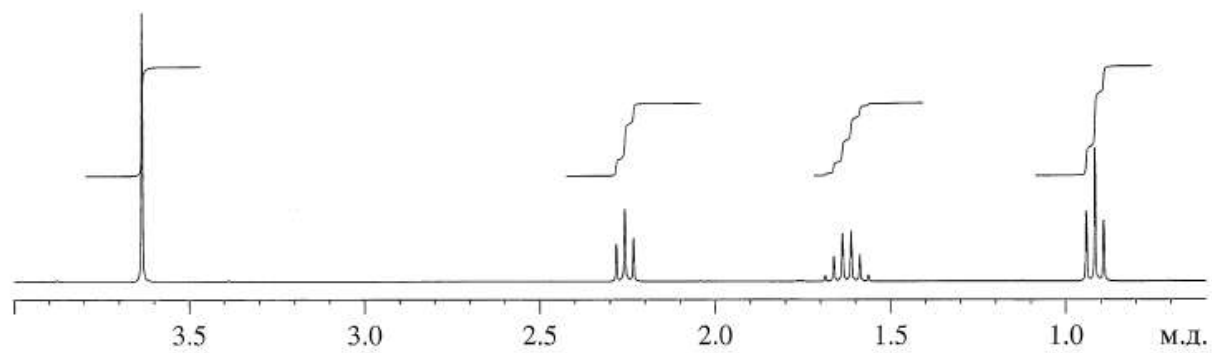
Спектр Г



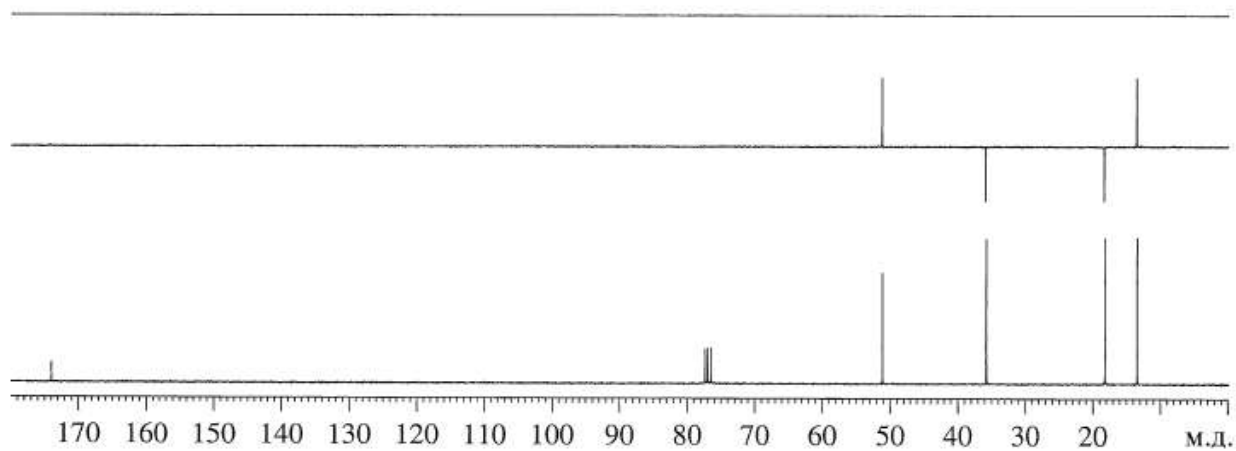
№7



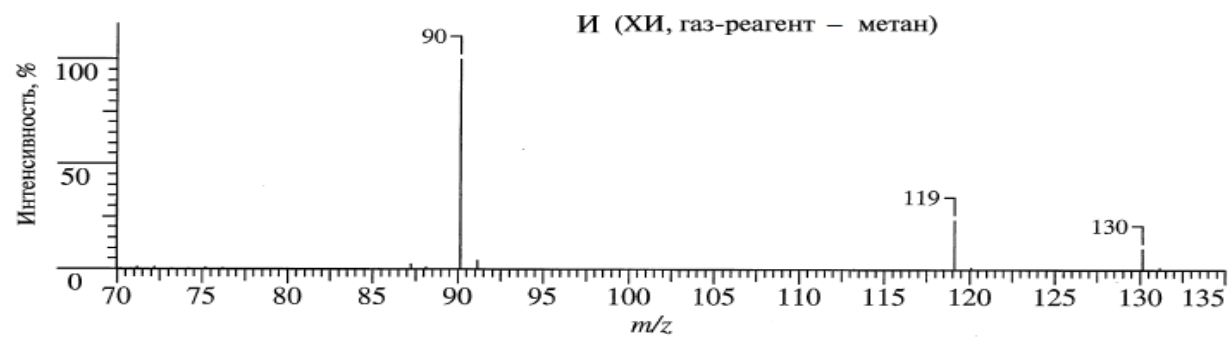
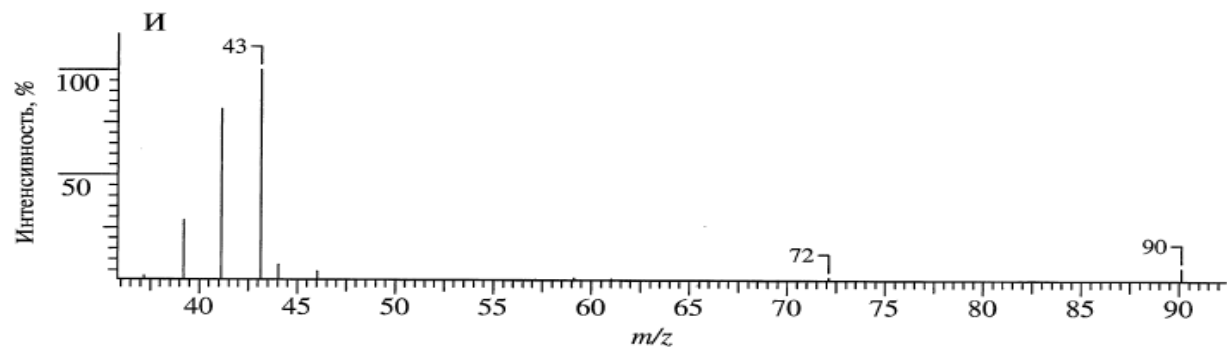
Спектр М



Спектр М

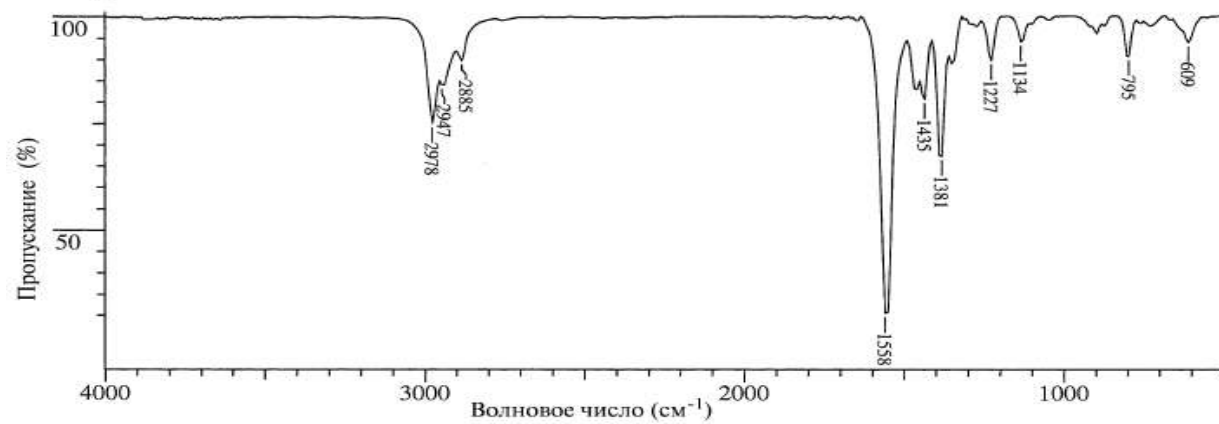


№8



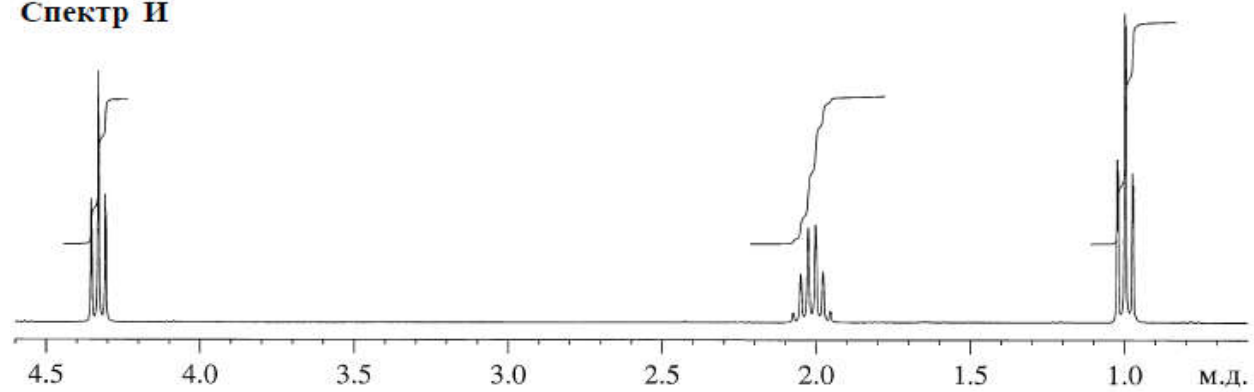
33.

**Спектр И**

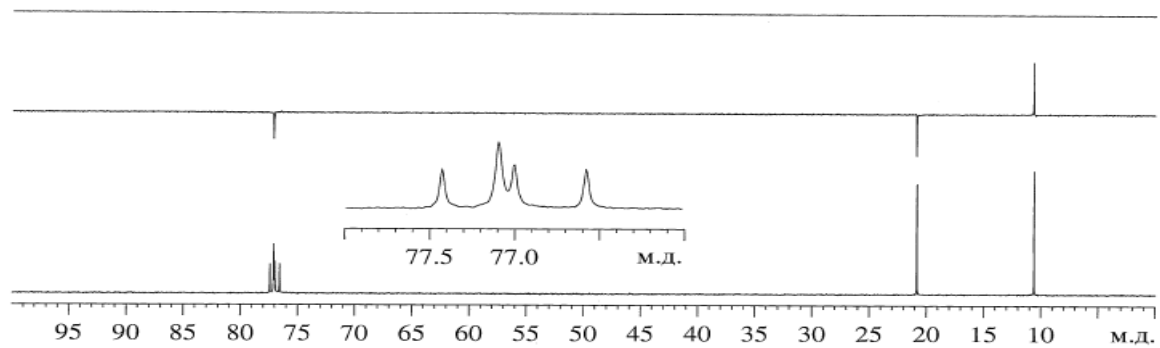




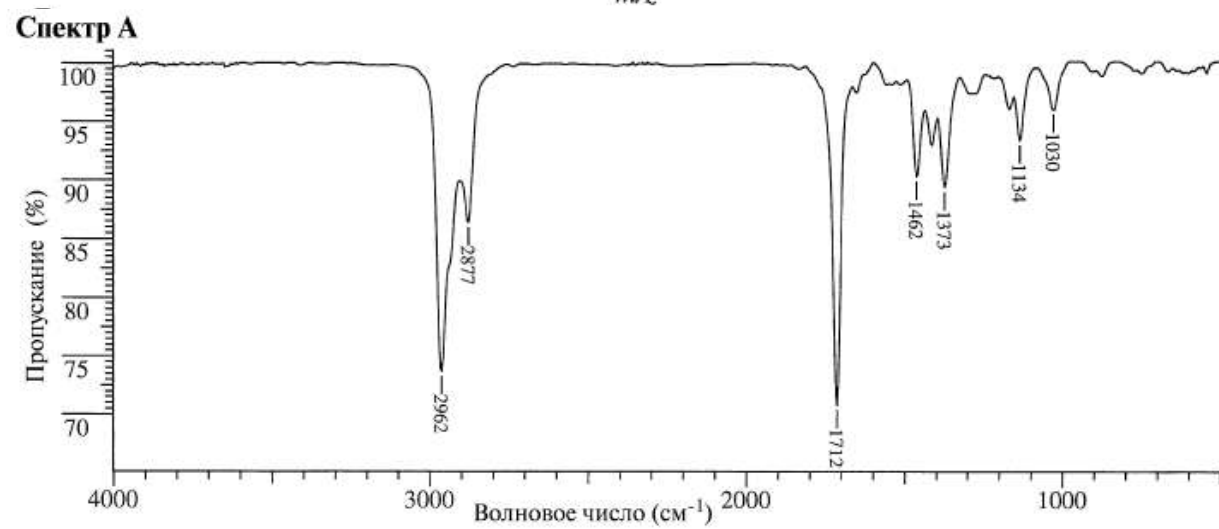
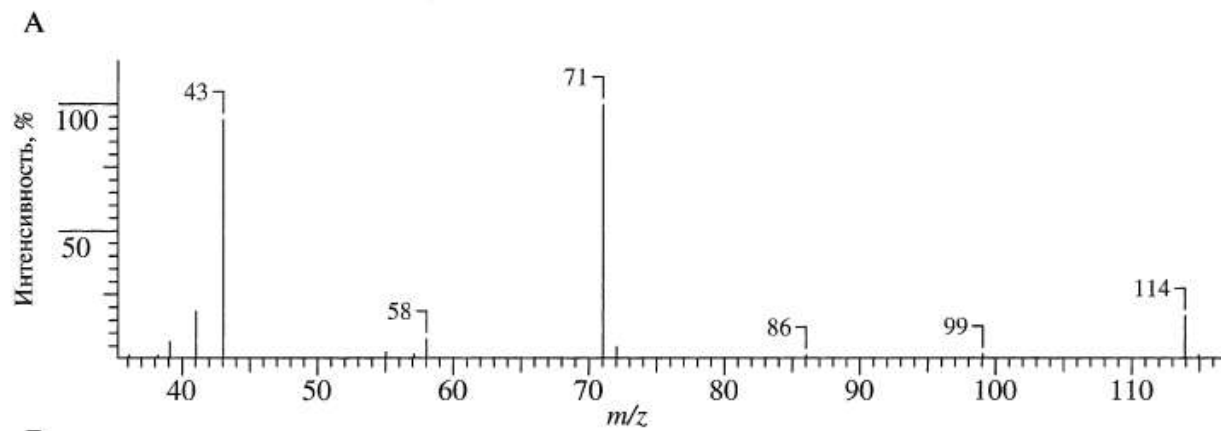
**Спектр И**



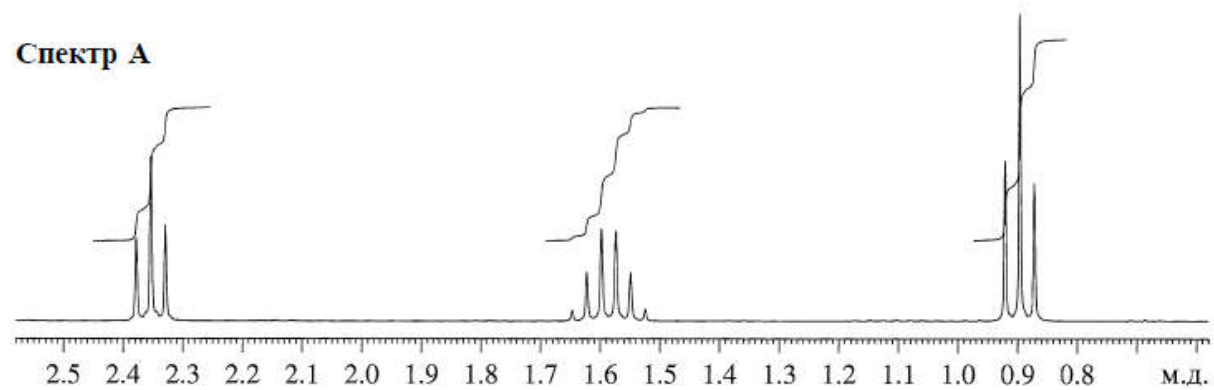
**Спектр И**



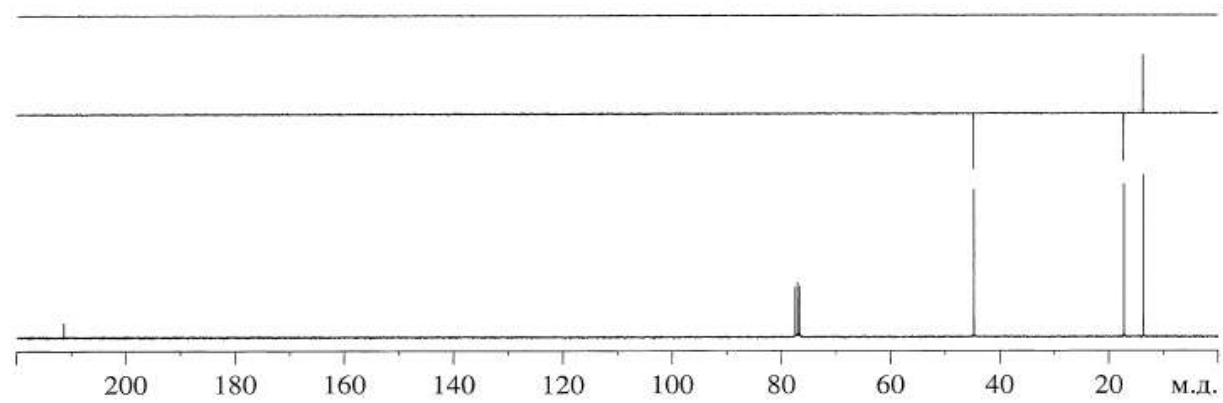
№9



**Спектр А**



**Спектр А**



**Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
<b>Оценка \ Результат</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Знания</b>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b>	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения)</b>	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
<p>Уметь: выполнять комплексные экспериментальные исследования в области органической химии: синтез, анализ состава и структуры, определение свойств органических веществ</p> <p>Уметь: составлять план химического синтеза, и оценивать его реальную осуществимость.</p> <p>Уметь: предлагать и разрабатывать новые методы синтеза органических молекул с заданным взаимным расположением групп в молекуле с учетом доступности реагентов</p> <p>Уметь: использовать полезные свойства существующих производных при разработке новых методов синтеза органических молекул с заданным взаимным расположением групп в молекуле</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>
<p>Владеть: навыками синтетических работ в области органической химии</p> <p>Владеть: навыками анализа состава и структуры синтезированных веществ</p> <p>Владеть: навыками определения свойств органических веществ</p> <p>Владеть: практическими навыками химического лабораторного синтеза</p> <p>Владеть: навыками синтеза органических молекул с заданным взаимным расположением групп в молекуле</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости</p>