

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
для лабораторных занятий по дисциплине
«Физические методы исследования»
для студентов направления подготовки 04.03.01 Химия
профиль «Химия окружающей среды, химическая экспертиза
и экологическая безопасность»

Ставрополь, 2026

Предисловие

Методическое указание к выполнению лабораторных работ составлено в соответствии с требованиями ФГОС и программой дисциплины «Физические методы исследований» для студентов направления подготовки 04.03.01 Химия. Выбор тем лабораторных работ, теоретического обоснования и порядок следования определяется программой дисциплины и базируется как на материале, изложенном в рамках лекционного курса, так и на материале, выносимом на самостоятельную работу студента в рамках курса «Физические методы исследований».

В рамках освоения лабораторного практикума реализуются следующие цели и задачи:

Цели – объяснить студенту принципиальные основы, обучить практическим возможностям спектральных методов исследования,

- научить достоверно интерпретировать и грамотно оценивать экспериментальные данные,
- познакомить с публикациями по этой теме в научной литературе.

В задачи программы подготовки входит

- обучение методам эксперимента при проведении спектральных измерений, умению оптимальные условия проведения эксперимента;
- научить студента выбирать оптимальные методы анализа для решения поставленных задач,
- делать заключение по результатам физико-химического анализа и уметь сопоставлять и сравнивать полученные экспериментальные данные.
- уметь представить результаты опыта,
- приобрести навыки работы со справочной литературой.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основные типы спектральных методов исследований;
- основные теоретические основы методов;

уметь:

- выбирать оптимальные методы анализа для решения поставленных задач;
- делать заключение по результатам физико-химического анализа и сопоставлять и сравнивать полученные экспериментальные данные;
- достоверно интерпретировать и грамотно оценивать экспериментальные данные.

владеть:

- техникой эксперимента;
- навыками работы в лаборатории физико-химического анализа;
- понятийным аппаратом физико-химических исследований;
- навыками систематизации и обобщения полученных экспериментальных и теоретических данных

Лабораторная работа 1

ИССЛЕДОВАНИЕ АНАЛИТА МЕТОДОМ

ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Цель и содержание

Цель работы – ознакомление с физико-химическими методами анализа органических веществ на примере ИК-спектроскопии.

Теоретическое обоснование

При действии электромагнитного излучения на любую молекулу в зависимости от его энергии происходит то или иное взаимодействие вещества и излучения. Исследование этого взаимодействия и является предметом спектроскопии.

Диапазон электромагнитный колебаний чрезвычайно широк – это волны с длиной от 10^{-10} – 10^{-8} м (жесткое рентгеновское и γ -излучение) до сотен метров (радиоволны). Поглощение излучения происходит тогда, когда энергия кванта этого излучения соответствует разнице между теми или иными энергетическими уровнями молекулы. Спектр поглощения обычно представляют как зависимость интенсивности электромагнитного излучения, прошедшего через вещество (поглощение или пропускание), от длины волны излучения.

Общий принцип получения спектров состоит в следующем. Исследуемое вещество помещают между источником и приемником излучения. Источник с помощью специальных устройств посылает излучение с определенной или меняющейся длиной волны. Приемник измеряет интенсивность излучения, прошедшего через образец и регистрирует его.

В органической химии наиболее часто используются следующие области электромагнитного излучения:

- ультрафиолетовая (УФ) и видимая области спектра, где поглощается энергия, необходимая для возбуждения электронов в молекуле, поэтому этот вид спектроскопии называется электронной спектроскопией;

- инфракрасная (ИК) область, где поглощается энергия, необходимая для изменения колебательных состояний молекулы;
- область радиочастотного излучения, где энергия затрачивается для переориентации спинов ядер; этот вид спектроскопии называется спектроскопией ядерного магнитного резонанса.

Лабораторная работа 2

Инфракрасная спектроскопия

ИК-спектры снимают в области длин волн 2 - 20 мкм. Обычно вместо длины волны применяют обратную ей величину ν , называемую волновым числом. Названному интервалу длин волн примерно соответствует диапазон волновых чисел от 500 до 5000 см^{-1} . ИК-спектры чаще всего представляют в координатах пропускание – волновое число или поглощение – волновое число (см. примеры ИК-спектров в приложении).

Точная интерпретация спектров сложных молекул требует трудоемкого анализа колебаний и сложных расчетов. Поэтому спектры ИК часто интерпретируются на основе привлечения некоторых эмпирических закономерностей. Однако при сравнении большого числа спектров различных молекул обнаружено, что колебательные полосы определенных групп атомов имеют приблизительно одинаковые частоты и мало зависят от характера окружающих их групп. Такие полосы поглощения называются **характеристическими**. Например, поглощение группы $\text{C}=\text{O}$ в альдегидах и кетонах лежит в области 1700-1740 см^{-1} . В то же время, если эта группа входит в состав карбоновых кислот или их производных, поглощение лежит в другой области спектра – 1600-1820 см^{-1} .

Свои характеристические частоты имеют связи $\text{C}-\text{H}$ в алканах (2850-2960 см^{-1}), алкенах (3010-3100 см^{-1}) и алкинах (около 3300 см^{-1}). Наличие в молекуле двойных связей между атомами углерода можно обнаружить и по характеристическим полосам групп $\text{C}=\text{C}$ (1500-1680 см^{-1}), а присутствие

бензольного ядра – по характеристическим частотам связей углерод-углерод в ароматических углеводородах ($1500-1600\text{ см}^{-1}$) и соответствующим величинам для связей C-H ($650-900\text{ см}^{-1}$). В специальной литературе приводятся данные по положению и интенсивности характеристических частот в ИК-спектрах. Таким образом, расшифровка ИК-спектров заключается в отнесении наблюдаемых полос поглощения к колебаниям определенных групп атомов и функциональных групп. Характеристические частоты для некоторых функциональных групп представлены в таблице 4.1.

Не всем полосам в ИК-спектре удастся приписать колебания тех или иных связей. Особенно трудно это сделать в области частот ниже 1400 см^{-1} , где обнаруживаются колебания углеродного скелета всей молекулы, а также колебания связей, наиболее часто встречающихся в органических соединениях (C-O, C-N, C-H, O-H и др.). Эта область спектра называется областью «отпечатков пальцев», так как полное совпадение спектров двух веществ, включая и этот диапазон, свидетельствует о тождественности двух соединений.

Таким образом, метод ИК-спектроскопии позволяет решать следующие задачи:

- идентифицировать вещество, сравнивая его спектр со спектром стандартного образца (могут использоваться библиотеки спектров, входящие в состав программного обеспечения современных ИК-спектрометров);
- проводить количественный анализ, поскольку интенсивность поглощения в определенных областях спектра пропорциональна концентрации вещества;
- подтверждать структуру синтезированного соединения или устанавливать фрагменты неизвестной структуры по характеристическим частотам групп или связей.

Таблица 1 – Характеристические частоты некоторых классов веществ.

Класс вещества	Группа	Диапазон поглощения, см^{-1}	Интенсивность	Комментарии
----------------	--------	---------------------------------------	---------------	-------------

Алканы и алкильные фрагменты	C–H вал.	3000—2840	переменная	За пределами обычного диапазона проявляются валентные колебания C–H для простых метиловых эфиров (2850— 2815), других простых эфиров (2880— 2830), оксирана и аз иридина (3050— 3000), аминов (2820 — 2780), циклопропана и циклогексана (310 0—3050, 3035— 2995).
	CH ₃ деф.	1470—1430 1395—1365 1250—800	средняя переменная	Полосы поглощения в области 1250—800 практического значения не имеют.
	CH ₂ деф.	1475—1450 770—720	средняя	
	C–D вал.	2200—2080		
Алкены	=CH ₂ вал.	3095—3075	средняя	Часто несколько полос.
	=CH вал.	3040—3010	средняя	Часто несколько полос.
	=CH деф.	1420—1290 (плоск.) 1005—675 (внеплоск.)	—	Внеплоскостные колебания практического значения не имеют.
	C=C вал.	1690—1635	переменная	Для <i>транс</i> - дизамещённых алкенов — 1690— 1665 слабой интенсивности, для <i>цис</i> -изомеров — 1665—1635. Для

				три- и тетразамещённых алкенов находится в области 1690—1650 и часто отсутствует. Частота понижается при сопряжении с другой С=С-связью (1650, 1600), тройной связью (1600), нитрильной группой (1620), карбонильной группой (1630), бензольным кольцом (1630).
Алкины	$\equiv\text{C}-\text{H}$ вал.	3340—3250	сильная	В той же области находятся полосы валентных колебаний О-Н и N-Н.
	$\text{C}\equiv\text{C}$ вал.	2260—2100	слабая	Для терминальных алкинов колебания тройной связи проявляются в низкочастотном конце данного диапазона. В симметричных структурах полоса часто отсутствует.
	$\equiv\text{C}-\text{H}$ деф.	700—600	сильная	При 1370—1220 проявляется широкий и слабый оберто́н этого колебания.
Алициклические соединения	$\text{C}-\text{H}$ вал.	3090—2860	сильная	
	$\text{H}-\text{C}-\text{H}$ деф.	1470—1430	слабая	
	$\text{C}=\text{C}$ деф.	1780—1610	пер	

			еменная	
Ароматические углеводороды	C–H вал.	3080—3030		Часто наблюдается набор полос. В эту же область попадают валентные колебания связей C–H в алкенах.
	C–C	1625—1575, 1525—1475	средняя	Часто по две полосы.
	комбинационная	2000—1650	очень слабая	По характеру поглощения в данной области устанавливают тип замещения ароматического кольца.
	C–H деф.		переменная сильная	Внеплоскостные полосы поглощения используются для определения типа замещения в ароматических соединениях.
Фторорганические соединения	C–F вал.	1400—1000	сильная	Часто наблюдается более одной полосы за счёт наличия поворотных изомеров.
	S–F вал.	815—755	сильная	
	P–F вал.	1110—760		
	Si–F вал.	980—820		
	B–F вал.	1500—800		
Хлорорганические соединения	C–Cl вал.	1100—1020, 830—<600	сильная	
	C–Cl деф.	400—280	средняя	

	P—Cl вал.	<600		
	Si—Cl вал.	<625		
	B—Cl вал.	1100—650		
Броморганические соединения	C—Br вал.	1080—1000, 700—500	силовая	
	C—Br деф.	350—250	средняя	
Иодорганические соединения	C—I вал.	650—450	силовая	Две или более полос.
	C—I деф.	300—50	средняя	
Спирты и фенолы	O—H вал.	3650—3200	переменная	Полосы поглощения гидроксильных групп, связанных водородными связями, имеют увеличенную ширину и смещены в более низкочастотную область (3550—3450) по сравнению со свободными (3650—3590).
	O—H деф. плоск.	1450—1200	средняя	Практическая значимость отсутствует.
	C—O вал.	1260—970	силовая	Первичные спирты: 1075—1000, вторичные спирты: 1125—1000, третичные спирты: 1210—1100, фенолы: 1275—1150.
	O—H деф. внеплоск.	<700	средняя	Практическая значимость отсутствует.
Простые эфиры и ацет	C—O—C вал. асим.	1310—1000	силовая	Иногда полоса расщепляется на 3, 4 или 5 компонент.

али	$\text{C}-\text{O}-$ С вал. сим.	1055—870	сил бная	Иногда несколько полос.
Перокс иды	$\text{O}-\text{O}-$ Н вал.	3450—3200	пер емная	
	$\text{C}-\text{O}-$ О вал.	1200—1000	сил бная	
	$\text{O}-\text{O}$ вал.	1000—800	сре дняя или слабая	Отнесение ненадёжно.
Амины	NH_2 вал.	3500—3300	пер емная	Первичные амины дают в этой области две узкие полосы. При образовании водородной связи частота колебаний уменьшается, а полосы уширяются. Иногда свободная и связанная водородными связями формы наблюдаются одновременно.
	NH вал.	3450—3300	пер емная	Вторичные амины дают лишь одну полосу. При образовании водородной связи частота колебаний уменьшается, а полосы уширяются. Иногда свободная и связанная водородными связями формы наблюдаются одновременно.
	NH_3^+ , NH_2^+ , NH^+ вал.	3000—2000	сре дняя	Широкая, высокоструктуриро ванная полоса.

	NH_2 деф.	1650—1590, 850—700	сре дняя или слабая	
	NH деф.	1650—1550, 850—700	сла бая	
	NH_3^+ , NH_2^+ , NH^+ деф.	1600—1460	сре дняя	Часто наблюдается более одной полосы. Для алифатических аминов полоса слабая.
	C-N вал.	1400—1000	сре дняя	Практическое значение отсутствует.
Нитросоединения и нитрозосоединения	NO_2 вал. асим.	1660—1490	оче нь сильная	
	NO_2 вал. сим.	1390—1260	сил ьная	
	N=O вал.	1680—1450 (мономеры), 1420—1250 (димеры)	оче нь сильная	
	C-N вал.	≈ 850 (алиф. нитрозосоедине ния), ≈ 1100 (аром. нитрозосоедине ния)		
Имины и оксимы	C=N вал.	1690—1520	об ычно сильная	
	O-H вал.	3600—2700	сил ьная	
	O-H деф.	1475—1315		Практическое значение отсутствует.
Азосоединения	N=N вал.	1500—1400	оче нь слабая	Отсутствует в высокосимметричны х соединениях.

Нитрилы и изонитрилы	$C\equiv N$ вал.	2260—2240	средняя или сильная	
Диазосоединения	$N^+\equiv N$ вал.	2310—2130	средняя	Частота зависит от аниона.
	$C=N^+=N$ вал.	2050—2010	очень сильная	
Альдегиды	$C-H$ комб.	2900—2800, 2780—2680	слабая	Резонанс Ферми.
	$C=O$ вал.	1765—1645	сильная	Алифатические альдегиды дают полосу при 1740—1720 cm^{-1} . При наличии сопряжения частота колебания понижается: ароматические альдегиды (1710—1685), α,β -ненасыщенные альдегиды (1695—1660). Для α -галогенальдегидов эта частота выше (1765—1730).
Кетоны	$C=O$ вал.	1775—1650	сильная	Алифатические кетоны дают полосу при 1715 cm^{-1} . Сопряжение смещает полосу в сторону более низких частот (ароматические кетоны: 1690, α,β -ненасыщенные кетоны: 1675). α -Дикетоны поглощают при 1720 cm^{-1} , β -дикетоны — при 1720 и 1650 cm^{-1} (кетотформа

				и енольная форма соответственно).
Карбоновые кислоты	COO^- Н вал.	3550—2500	перемная	В сильно разбавленных растворах проявляется узкая полоса при 3550—3500 см^{-1} . При образовании водородных связей частота понижается, а полоса уширяется.
	C=O вал.	1800—1650	силая	Свободные группы поглощают при 1800—1740 см^{-1} , при наличии водородных связей частота понижается до 1740—1650 см^{-1} . α,β -Ненасыщенные карбоновые кислоты: 1715—1690 см^{-1} , ароматические карбоновые кислоты: 1700—1680 см^{-1} .

Сложные эфиры	C=O вал.	1790—1650	сильная	Алифатические сложные эфиры поглощают при 1750—1735 см ⁻¹ , при сопряжении эта частота понижается (α,β-ненасыщенные сложные эфиры: 1730—1710, ароматические сложные эфиры: 1730—1715). α-Галогенпроизводные поглощают при 1790—1740 см ⁻¹ .
	C—O вал.	1330—1050	сильная	Две полосы: полоса антисимметрического колебания с более высокой частотой и полоса симметрического колебания с меньшей частотой.
Амиды	N—H вал.	3500—3100	средняя	В первичных амидах две полосы.
	C=O вал. (амид I)	1740—1630	сильная	
	N—H деф. и N—C=O вал. (амид II)	1630—1510	сильная	Полоса отсутствует в лактамах.

Ангидриды карбоновых кислот	$C=O$ вал.	1870—1770, 1800—1720	сильная	Полосы симметричного и асимметричного колебания соответственно.
	$C-O-C$ вал.	1300—900	сильная	Несколько полос.
Галогенангидриды карбоновых кислот	$C=O$ вал.	1820—1750 вал.	сильная	Характерна для хлорангидридов. Для бромангидридов или иодангидридов при более низкой частоте.
		1900—1870 вал.	сильная	Фторангидриды.
	$C-Hal$ вал.	1200—500		Фторангидриды — 1200—800, хлорангидриды — 750—500, бромангидриды — 700—500, иодангидриды — 600—500.

ПРИБОРЫ И материалы

ИК-Фурье-спектрометр IRTracer (Shimadzu) с программным обеспечением и библиотеками спектров. Пленки образцов.

Методика и порядок выполнения работы

Под руководством преподавателя или лаборанта исследуемый образец помещают на детектор приставки ИК-спектрометра. Наблюдают за процессом снятия спектра. Идентифицируют исследуемое вещество с помощью библиотеки спектров. Полученный спектр распечатывают.

Содержание отчета и его форма

В лабораторный журнал записывают название и цель работы, дату ее проведения, конспектируют теоретическое введение, порядок проведения работы.

Полученный спектр вклеивают в лабораторный журнал. Отмечают и выписывают характеристические частоты, с помощью которых можно идентифицировать данный полимер, соотносят их с данными таблицы 1. Делают вывод о возможностях

метода ИК-спектроскопии для идентификации органических веществ. Отвечают на контрольные вопросы.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Что такое характеристические частоты?
2. Как проводится количественный анализ по ИК-спектрам?
3. Как проводится отождествление полос поглощения с помощью характеристических частот?
4. Сравните ИК-спектры бензола и ксилола. Полосы с какими частотами доказывают ароматический характер этих соединений? Почему в ИК-спектре бензола отсутствуют полосы в области $2900\text{--}2800\text{ см}^{-1}$?
5. П
о каким характеристическим частотам в ИК-спектрах ацетона и этанола можно определить, какому соединению принадлежит тот или иной спектр?

Литература

1. Л.А.Казицына, Н.Б.Куплетская. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. – М.: Высшая школа, 1971. – 263 с.
2. Э.Преч, Ф.Бюльманн, К.Аффольтер. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных. – М.: Мир, 2006. – 428 с.

Лабораторная работа 3
РЕЗОНАНСНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.
ИССЛЕДОВАНИЕ АНАЛИТА МЕТОДОМ
СПЕКТРОСКОПИИ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

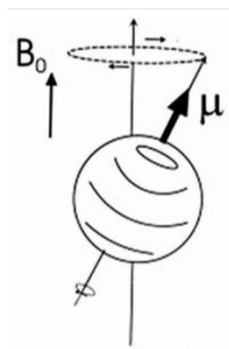
Цель и содержание

Цель работы – ознакомление с физико-химическими методами анализа органических веществ на примере спектроскопии ядерного магнитного резонанса на ядрах ^1H .

Теоретическое обоснование¹

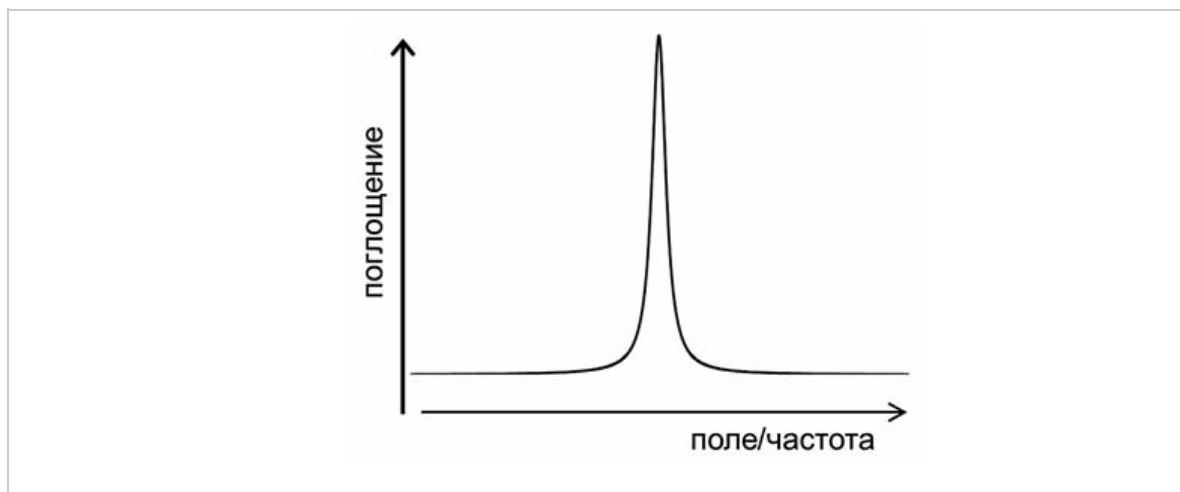
Энергия взаимодействия магнитного ядра с внешним магнитным полем может принимать только несколько дискретных значений. Если облучать магнитные ядра переменным магнитным полем, частота которого соответствует разнице между этими дискретными энергетическими уровнями, выраженной в частотных единицах, то магнитные ядра начинают переходить с одного уровня на другой, при этом поглощая энергию переменного поля. В этом и состоит явление магнитного резонанса. Это объяснение формально правильное, но не очень наглядное. Есть другое объяснение, без квантовой механики. Магнитное ядро можно представить как электрически заряженный шарик, вращающийся вокруг своей оси (хотя, строго говоря, это не так). Согласно законам электродинамики, вращение заряда приводит к появлению магнитного поля, т. е. магнитного момента ядра, который направлен вдоль оси вращения. Если этот магнитный момент поместить в постоянное внешнее поле, то вектор этого момента начинает прецессировать, т. е. вращаться вокруг направления внешнего поля. Таким же образом прецессирует (вращается) вокруг вертикали ось юлы, если ее раскрутить не строго вертикально, а под некоторым углом. В этом случае роль магнитного поля играет сила гравитации.

¹ Алексей Крушельницкий, Университет Мартина Лютера (Халле, Германия)
«Троицкий вариант» №9(128), 07 мая 2013 года (<http://elementy.ru/lib/431987>)



Частота прецессии определяется как свойствами ядра, так и силой магнитного поля: чем сильнее поле, тем выше частота. Затем, если кроме постоянного внешнего магнитного поля на ядро будет воздействовать переменное магнитное поле, то ядро начинает взаимодействовать с этим полем — оно как бы сильнее раскачивает ядро, амплитуда прецессии увеличивается, и ядро поглощает энергию переменного поля. Однако это будет происходить только при условии резонанса, т. е. совпадения частоты прецессии и частоты внешнего переменного поля.

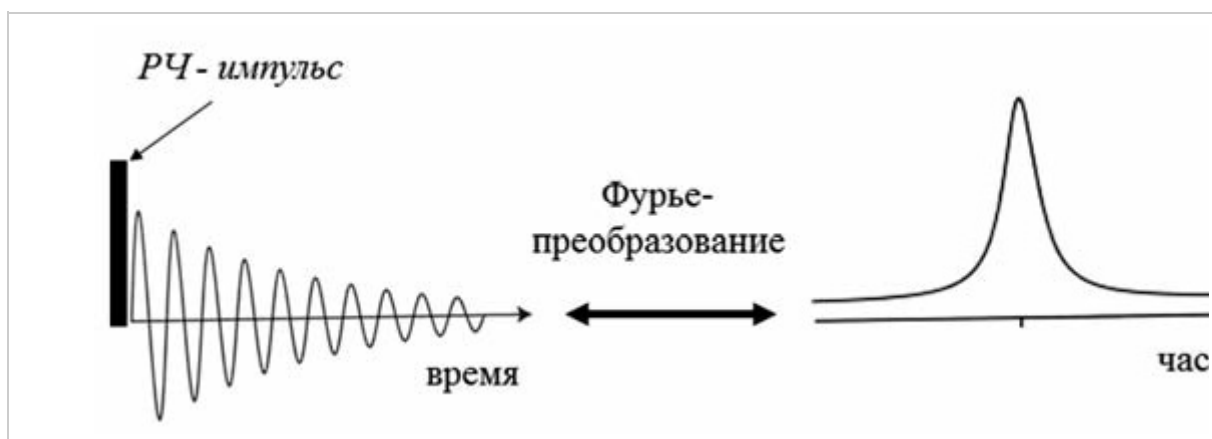
В момент резонанса поглощение резко возрастает, а простейший спектр магнитного резонанса выглядит вот так:



1. Фурье-спектроскопия

Первые ЯМР-спектрометры работали следующим образом — образец помещался в постоянное магнитное поле, и на него непрерывно подавалось радиочастотное излучение. Затем плавно менялась либо частота переменного поля, либо напряженность постоянного магнитного поля. Поглощение энергии переменного поля регистрировалось радиочастотным мостом, сигнал от которого выводился на самописец или осциллограф. В современных ЯМР-

спектрометрах спектр записывается с помощью импульсов. Магнитные моменты ядер возбуждаются коротким мощным импульсом, после которого регистрируется сигнал, наводимый в РЧ-катушке свободно прецессирующими магнитными моментами. Этот сигнал постепенно спадает к нулю по мере возвращения магнитных моментов в состояние равновесия (этот процесс называется магнитной релаксацией). Спектр ЯМР получается из этого сигнала с помощью Фурье-преобразования. Это стандартная математическая процедура, позволяющая раскладывать любой сигнал на частотные гармоники и таким образом получать частотный спектр этого сигнала. Этот способ записи спектра позволяет значительно понизить уровень шумов и проводить эксперименты намного быстрее.

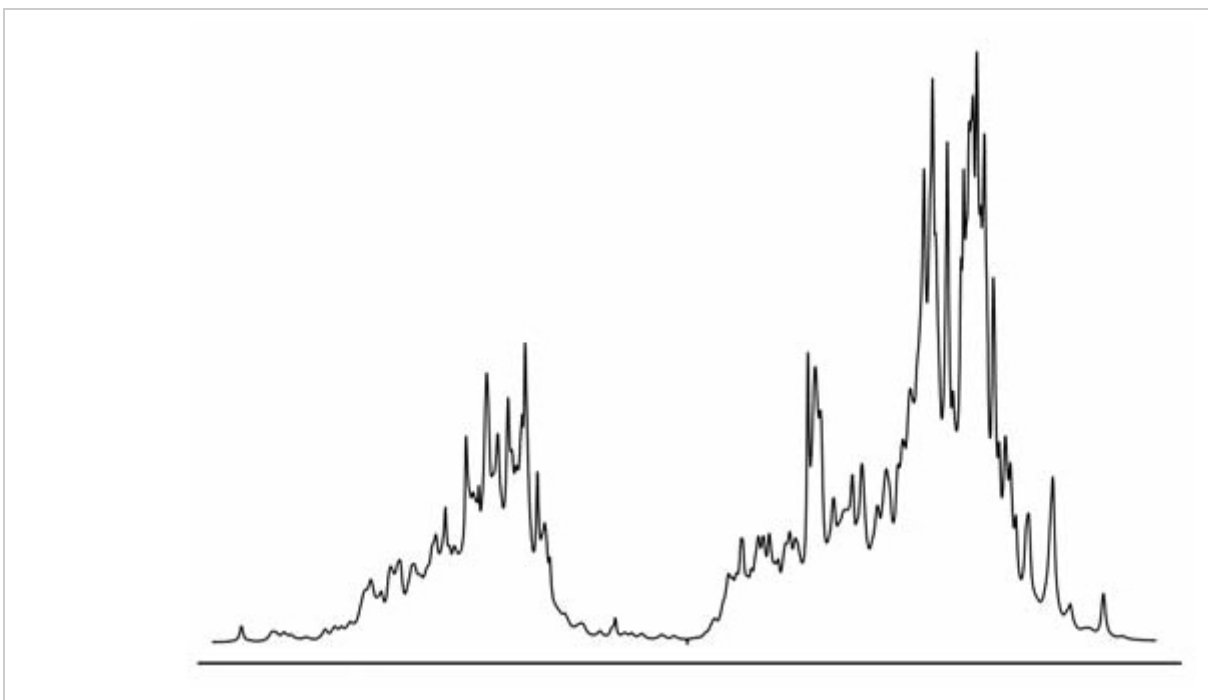


Один возбуждающий импульс для записи спектра — это самый простейший ЯМР-эксперимент. Однако таких импульсов, разной длительности, амплитуды, с разными задержками между ними и т. п., в эксперименте может быть много, в зависимости от того, какие именно манипуляции исследователю надо провести с системой ядерных магнитных моментов. Тем не менее, практически все эти импульсные последовательности оканчиваются одним и тем же — записью сигнала свободной прецессии с последующим Фурье-преобразованием.

2. Магнитные взаимодействия в веществе

Магнитные взаимодействия ядер друг с другом и с электронной оболочкой молекулы влияют на параметры резонанса, и с их помощью методом ЯМР можно получать разнообразную информацию о свойствах молекул — их

ориентации, пространственной структуре (конформации), межмолекулярных взаимодействиях, химическом обмене, вращательной и трансляционной динамике. Благодаря этому ЯМР превратился в очень мощный инструмент исследования веществ на молекулярном уровне, который широко применяется не только в физике, но главным образом в химии и молекулярной биологии. В качестве примера одного из таких взаимодействий можно привести так называемый химический сдвиг. Суть его в следующем: электронная оболочка молекулы откликается на внешнее магнитное поле и старается его экранировать — частичное экранирование магнитного поля происходит во всех диамагнитных веществах. Это означает, что магнитное поле в молекуле будет отличаться от внешнего магнитного поля на очень небольшую величину, которая и называется химическим сдвигом. Однако свойства электронной оболочки в разных частях молекулы разные, и химический сдвиг тоже разный. Соответственно, условия резонанса для ядер в разных частях молекулы тоже будут отличаться. Это позволяет различать в спектре химически неэквивалентные ядра. Например, если мы возьмем спектр ядер водорода (протонов) чистой воды, то в нем будет только одна линия, поскольку оба протона в молекуле H_2O совершенно одинаковы. Но для метилового спирта CH_3OH в спектре будет уже две линии (если пренебречь другими магнитными взаимодействиями), поскольку тут есть два типа протонов — протоны метильной группы CH_3 и протон, связанный с атомом кислорода. По мере усложнения молекул число линий будет увеличиваться, и если мы возьмем такую большую и сложную молекулу, как белок, то в этом случае спектр будет выглядеть примерно так:



3. Магнитные ядра

ЯМР можно наблюдать на разных ядрах, но надо сказать, что далеко не все ядра имеют магнитный момент. Часто бывает так, что некоторые изотопы имеют магнитный момент, а другие изотопы того же самого ядра — нет. Для каждого ядра есть свое характерное соотношение магнитного поля и частоты прецессии, называемое гиромагнитным отношением. Для всех ядер эти отношения известны. По ним можно подобрать частоту, на которой при данном магнитном поле будет наблюдаться сигнал от нужных исследователю ядер.

Самые важные для ЯМР ядра — это протоны. Их больше всего в природе, и они имеют очень высокую чувствительность. Для химии и биологии очень важны ядра углерода, азота и кислорода, но с ними ученым не очень повезло: наиболее распространенные изотопы углерода и кислорода, ^{12}C и ^{16}O , магнитного момента не имеют, у природного изотопа азота ^{14}N момент есть, но он по ряду причин для экспериментов очень неудобен. Есть изотопы ^{13}C , ^{15}N и ^{17}O , которые подходят для ЯМР-экспериментов, но их природное содержание очень низкое, а чувствительность очень маленькая по сравнению с протонами. Поэтому часто для ЯМР-исследований готовят специальные изотопно-обогащенные образцы, в которых природный изотоп того или иного ядра замещен на тот, который нужен для экспериментов. В большинстве случаев эта

процедура весьма непростая и недешевая, но иногда это единственная возможность получить необходимую информацию.

4. Преимущества и недостатки ЯМР

ЯМР — самый мощный и информативный метод исследования молекул. Строго говоря, это не один метод, это большое число разнообразных типов экспериментов, т. е. импульсных последовательностей. Хотя все они основаны на явлении ЯМР, но каждый из этих экспериментов предназначен для получения какой-то конкретной специфической информации. Число этих экспериментов измеряется многими десятками, если не сотнями. Теоретически ЯМР может если не всё, то почти всё, что могут все остальные экспериментальные методы исследования структуры и динамики молекул, хотя практически это выполнимо, конечно, далеко не всегда. Одно из основных достоинств ЯМР в том, что, с одной стороны, его природные зонды, т. е. магнитные ядра, распределены по всей молекуле, а с другой стороны, он позволяет отличить эти ядра друг от друга и получать пространственно-селективные данные о свойствах молекулы. Почти все остальные методы дают информацию либо усредненную по всей молекуле, либо только о какой-то одной ее части.

Основных недостатков у ЯМР два. Во-первых, это низкая чувствительность по сравнению с большинством других экспериментальных методов (оптическая спектроскопия, флюоресценция, ЭПР и т. п.). Это приводит к тому, что для усреднения шумов сигнал нужно накапливать долгое время. В некоторых случаях ЯМР-эксперимент может проводиться в течение даже нескольких недель. Во-вторых, это его дороговизна. ЯМР-спектрометры — одни из самых дорогих научных приборов, их стоимость измеряется как минимум сотнями тысяч долларов, а самые дорогие спектрометры стоят несколько миллионов. Далеко не все лаборатории, особенно в России, могут позволить себе иметь такое научное оборудование.

5. Магниты для ЯМР-спектрометров

Одна из самых важных и дорогих частей спектрометра — магнит, создающий постоянное магнитное поле. Чем сильнее поле, тем выше чувствительность и спектральное разрешение, поэтому ученые и инженеры постоянно пытаются получить как можно более высокие поля. Магнитное поле создается электрическим током в соленоиде — чем сильнее ток, тем больше поле. Однако бесконечно увеличивать силу тока нельзя, при очень большом токе провод соленоида просто начнет плавиться. Поэтому уже очень давно для высокопольных ЯМР-спектрометров используются сверхпроводящие магниты, т. е. магниты, в которых провод соленоида находится в сверхпроводящем состоянии.



Сверхпроводящий магнит в разрезе.

В этом случае электрическое сопротивление провода равно нулю, и выделения энергии не происходит при любой величине тока. Сверхпроводящее состояние можно получить только при очень низких температурах, всего нескольких градусов Кельвина, — это температура жидкого гелия.

(Высокотемпературная сверхпроводимость — до сих пор удел только чисто фундаментальных исследований.) Именно с поддержанием такой низкой температуры и связаны все технические сложности конструирования и производства магнитов, которые обуславливают их дороговизну. Сверхпроводящий магнит построен по принципу термоса-матрешки. Соленоид находится в центре, в вакуумной камере. Его окружает оболочка, в которой находится жидкий гелий. Эта оболочка через вакуумную прослойку окружена оболочкой из жидкого азота. Температура жидкого азота — минус 196 градусов по Цельсию, азот нужен для того, чтобы гелий испарялся как можно медленнее. Наконец, азотная оболочка изолируется от комнатной температуры внешней вакуумной прослойкой. Такая система способна сохранять нужную температуру сверхпроводящего магнита очень долго, хотя для этого нужно регулярно подливать в магнит жидкие азот и гелий. Преимущество таких магнитов кроме возможности получать высокие магнитные поля также и в том, что они не потребляют энергии: после запуска магнита ток бежит по сверхпроводящим проводам практически без каких-либо потерь в течение многих лет.

Лабораторная работа 5

Приборы и материалы

ЯМР-спектрометр (Bruker Avance 400 MHz NanoBay) с программным обеспечением, дейтерорастворители, образец.

Методика и порядок выполнения работы

Под руководством преподавателя или лаборанта 2-5 мг исследуемого образца растворите в 0,5 мл подходящего дейтерированного растворителя. Отфильтрованный (при необходимости) от нерастворенного вещества раствор перенесите в ампулу для снятия ЯМР-спектров. Закройте ампулу специальной крышкой. Наденьте на ампулу турбинку и откалибруйте ее положение

специальным устройством. Поместите снаряженную ампулу в карусель для образцов автосамплера, например, в третье положение.

Под руководством преподавателя или лаборанта отобразите в программе ICONNMR (TopSpin) необходимые параметры съемки спектра аналита (название образца, растворитель, программа съемки, параметры и т.д.) для выбранного Вами ранее положения 3 автосамплера. Запустите процесс съемки. По окончании накопления спектра обработайте полученные сигналы и распечатайте материал.

Содержание отчета и его форма

В лабораторный журнал записывают название и цель работы, дату ее проведения, конспектируют теоретическое введение, порядок проведения работы.

Полученный спектр вклейте в лабораторный журнал. Отметьте химические сдвиги, интегральные интенсивности полученных сигналов (ЯМР¹H). Соотнесите полученные спектральные данные с предполагаемой структурой аналита. Сделайте вывод о возможностях метода ЯМР-спектроскопии для идентификации органических веществ.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Что такое химический сдвиг?
2. Как можно провести количественный анализ по ЯМР¹H-спектрам?
3. Объясните причины появления мультиплетных сигналов в спектрах ЯМР ¹H.
4. Охарактеризуйте характер спин-спинового взаимодействия в полученном спектре.

Литература

1. Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР. — Пер. с англ. — М., 1984

2. А. Дероум, “Современные методы ЯМР для химический исследований”, М.: Мир, 1992.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по организации самостоятельной работы по дисциплине
«Физические методы исследования»
для студентов направления подготовки 04.03.01 Химия
профиль «Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая
безопасность»

Ставрополь, 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса
2. Цели и основные задачи СРС
3. Виды самостоятельной работы
4. Организация СРС
5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы
6. Самостоятельная работа студента – необходимое звено становления исследователя и специалиста
7. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы
8. Методические рекомендации для студентов по изучению дисциплины
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА КАК ВАЖНЕЙШАЯ ФОРМА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования - "подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности".

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов - законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем "Консультант-плюс", "Гарант", глобальной сети "Интернет";
- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2. ЦЕЛИ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ СРС

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

3. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание рефератов;
- подготовка к семинарам и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- подготовка рецензий на статью, пособие;
- выполнение микроисследований;
- подготовка практических разработок;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов.

(В зависимости от особенностей факультета перечисленные виды работ могут быть расширены, заменены на специфические).

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;

- коллоквиум как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренных учебным планом);
- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);
- прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р);
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин (руководство, консультирование и защита курсовых работ (в часы, предусмотренные учебным планом);
- выполнение учебно-исследовательской работы (руководство, консультирование и защита УИРС);
- прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков);
- выполнение выпускной квалификационной работы (руководство, консультирование и защита выпускных квалификационных работ) и др.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ СРС

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Организацию самостоятельной работы студентов обеспечивают: факультет, кафедра, учебный и методический отделы, преподаватель, библиотека, ТСО, ИВТ, издательство и др.

Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:

- освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный

преподавателем в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по данной дисциплине.

- планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.
- самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.
- выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ГОС ВПО/ГОС СПО по данной дисциплине:

- самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;
- предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;
- в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;
- предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;
- использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;
- использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

5. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы знаний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.

2. Наличие умений, навыков умственного труда:

а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;

б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.

3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.

4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.

5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним.

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;
- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;
- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;
- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;
- привычная последовательность и систематичность деятельности;
- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов)*, причем максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Физически здоровый молодой человек, обладающий хорошей подготовкой и нормальными способностями, должен, будучи студентом, отдавать *учению 9-10*

часов в день (из них 6 часов в вузе и 3 - 4 часа дома). Любой предмет нельзя изучить за несколько дней перед экзаменом. Если студент в году работает систематически, то он быстро все вспомнит, восстановит забытое. Если же подготовка шла аврально, то у студента не будет даже общего представления о предмете, он забудет все сданное.

Следует взять за правило: *учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра*. Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3 - 5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Вначале для того, чтобы организовать ритмичную работу, требуется сознательное напряжение воли. Как только человек втянулся в работу, принуждение снижается, возникает привычка, работа становится потребностью.

Если порядок в работе и ее ритм установлены правильно, то студент изо дня в день может работать, не снижая своей производительности и не перегружая себя. Правильная смена одного вида работы другим позволяет отдыхать, не прекращая работы.

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы – это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

При однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разного характера. Однако не всегда целесообразно заниматься многими учебными дисциплинами в один и тот же день, так как при каждом переходе нужно вновь сосредоточить внимание, что может привести к потере времени. Наиболее целесообразно ежедневно работать не более чем над двумя-тремя дисциплинами.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и т.п.).

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА - НЕОБХОДИМОЕ ЗВЕНО СТАНОВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ И СПЕЦИАЛИСТА

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в особенности, постоянно возрастающие требования в области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим понимается не столько накопление знаний, сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этого пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение оценивать. Роль преподавателя в основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также контролирования за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого, систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т.е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его значимость, пригодность и возможности его применения, чтобы, в конечном счете, обеспечить успешность своей учебы с будущей профессиональной деятельности

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ФОРМАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

С первых же сентябрьских дней на студента обрушивается громадный объем информации, которую необходимо усвоить. Нужный материал содержится не только в лекциях (запомнить его – это только малая часть задачи), но и в учебниках, книгах, статьях. Порой возникает необходимость привлекать информационные ресурсы Интернет.

Система вузовского обучения подразумевает значительно большую самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности. Вчерашнему школьнику сделать это бывает весьма непросто: если в школе ежедневный контроль со стороны учителя заставлял постоянно и систематически готовиться к занятиям, то в вузе вопрос об уровне знаний вплотную встает перед студентом только в период сессии. Такая ситуация оборачивается для некоторых соблазном весь семестр посвятить свободному времяпрепровождению («когда будет нужно – выучу!»), а когда приходит пора экзаменов, материала, подлежащего усвоению, оказывается так много, что никакая память не способна с ним справиться в оставшийся промежуток времени.

Работа с книгой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. *Первичное* - это внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятого слова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача *вторичного* чтения - полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) — это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).
- Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и дипломных работ, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит очень сэкономить время).
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.
- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...
- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).
- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).
- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...
- «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как

вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

• Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае студент (или молодой ученый) будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения**:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;
2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;
3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;
4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;
5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Практические занятия

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале. Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзаменам и зачетам

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых в процессе обучения, а также

применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий, особенно по математике - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).

- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.
- Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.
- Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше демонстрировать свои познания (точнее – ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).
- Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы и источников;
- приложение.

Титульный лист – это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В *оглавлении* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три–пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение к работе. Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава должна представлять собой законченное произведение. Её следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими, аргументированными выводами. Все приводимые в работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических

стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2–3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «*заключение*». Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др. Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 5 источников.

Объем реферата должен составлять не менее 10 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

Общие требования к оформлению реферата

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой односторонней бумаги формата А4 (210×297 мм) через полтора интервала (размер шрифта – 14) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого – 10 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов являются желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики, схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы

Критерии оценки самостоятельной работы студентов

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы студентов разработаны с учетом требований ФГОС ВО. Задания, выносимые на самостоятельную работу студентов, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет делать выводы, причем не затрудняется с ответом при прогнозировании важнейших реакций с участием химических соединений, показывает высокий уровень владения основными физико-химическими методами анализа в соответствии с программными требованиями, ответы на вопросы логически выстроены и убедительны.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу использует принципы качественного и количественного анализа, не допуская существенных неточностей, демонстрирует высокий уровень владения навыками установления качественного и количественного соединения на основе современных физико-химических методов.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он показывает достаточно небольшое количество ошибок, не препятствующих общему установлению качественного и количественного состава соединения, отвечает на вопросы в основном полно при слабой логической оформленности высказывания.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные аналитические ошибки, не может логически правильно передать информацию.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Основы аналитической химии : Практическое руководство : учеб. пособие для вузов / [Ю. А. Барбалат, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. - М. : Высшая школа, 2001. - 463с. : ил. - ISBN 5-06-003833-5
2. Основы аналитической химии : учебник для вузов : в 2 т. / [Н. В. Алов, Ю. А. Барбалат, А. Г. Борзенко и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова, Т.2. - 5-е изд., стер. - Москва : Академия, 2012. - 416 с. : ил. - (Высшее профессиональное

образование. Естественные науки). - Предм. указ.: с. 401-404. - ISBN 978-5-7695-9125-9

3. Основы аналитической химии : учебник для вузов : в 2 т. / [Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова, Т.1. - 5-е изд., стер. - Москва : Академия, 2012. - 384 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Предм. указ.: с. 377-380. - ISBN 978-5-7695-9124-2

4. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы : [учеб. пособие] / В.И. Фадеева, Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш и др. ; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Высшая школа, 2002. - 412 с. : ил. - На учебнике гриф: Доп.МО. - ISBN 50-06-004029-1

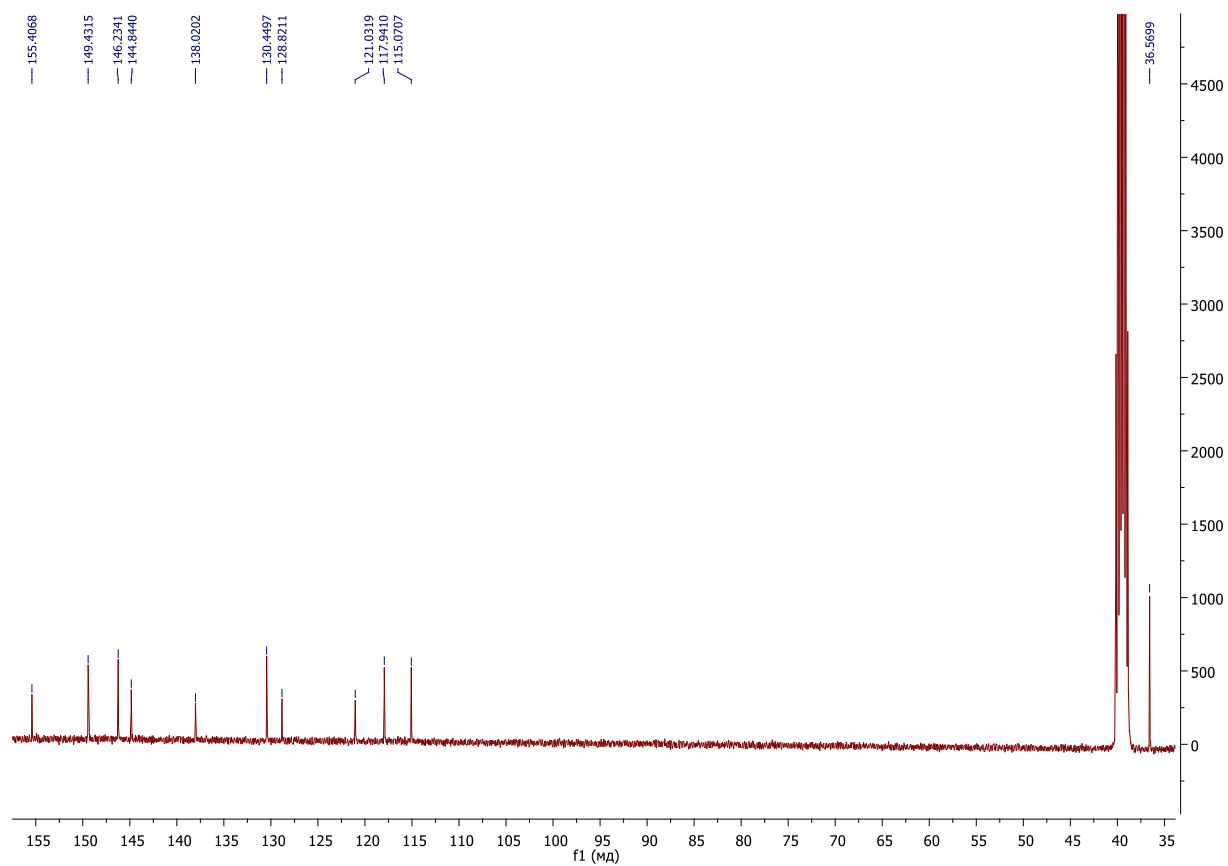
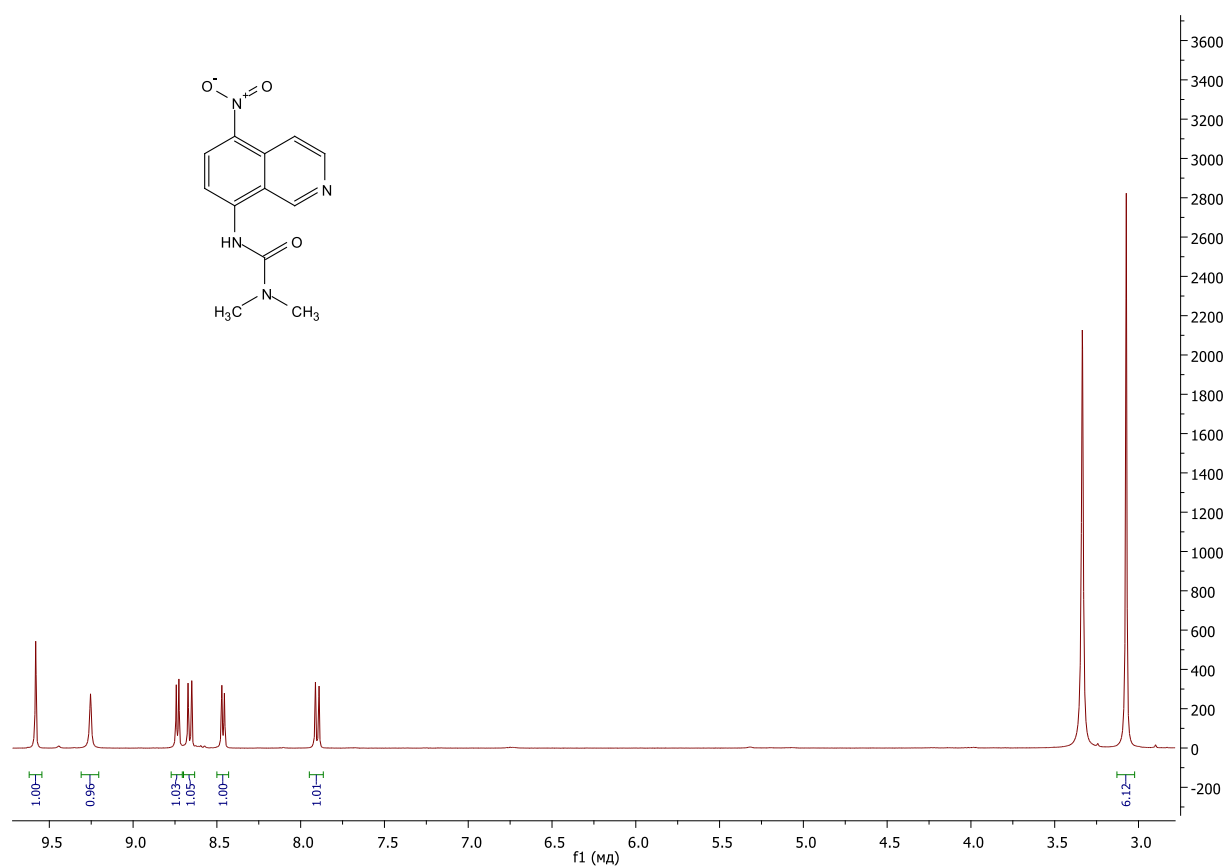
Дополнительная литература

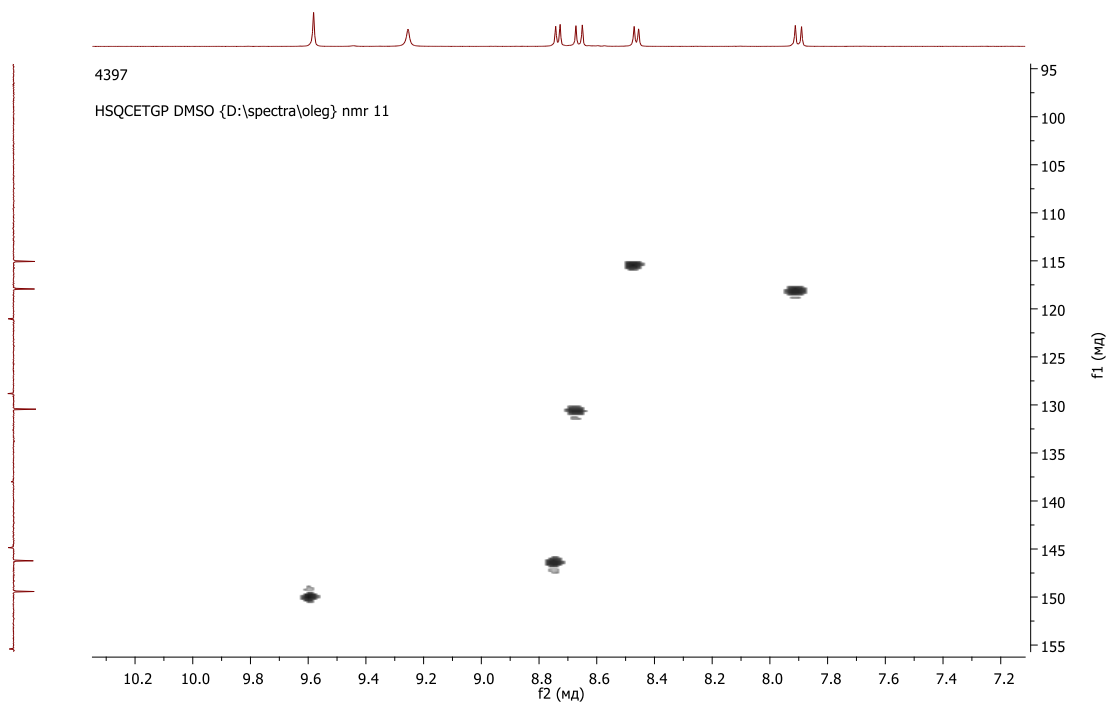
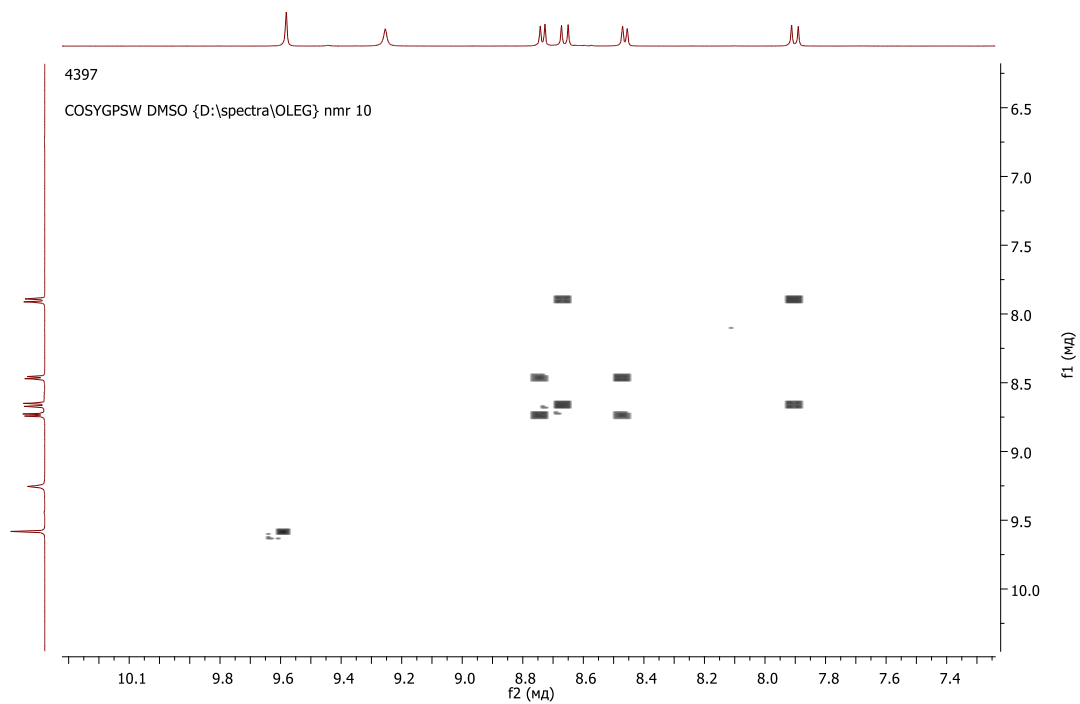
1. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. - Изд. 6-е перераб. и доп. - М. : Химия, 1989. - 448 с. : ил. - Предм. указ.: с. 436-447. - ISBN 5-7245-0000-0

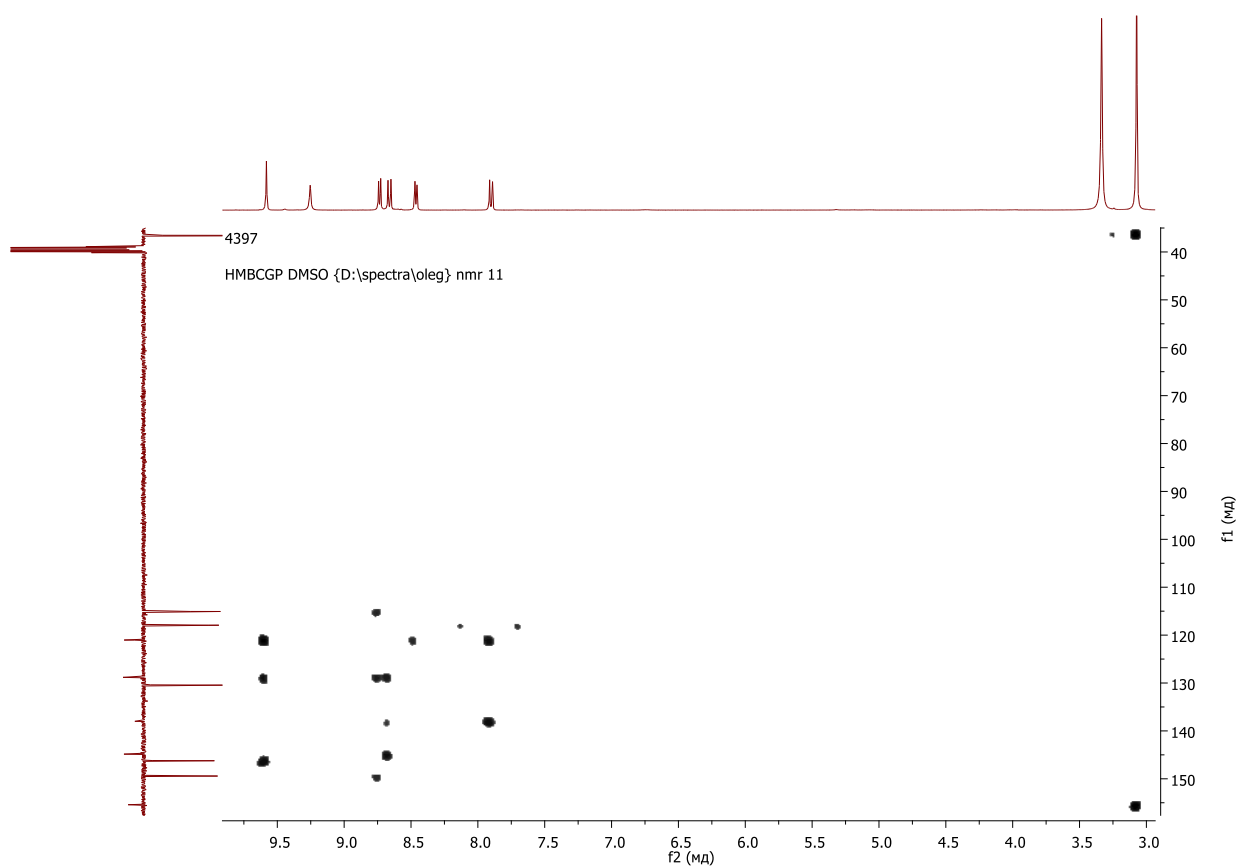
2. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика : учебник : В 2 кн. / Ю.Я. Харитонов, Кн. 1., Общие теоретические основы. Качественный анализ. - 4-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 615 с. : ил. - На учебнике гриф: Рек.МО. - Библиогр.: с. 593-594. - ISBN 978-5-06-003835-4

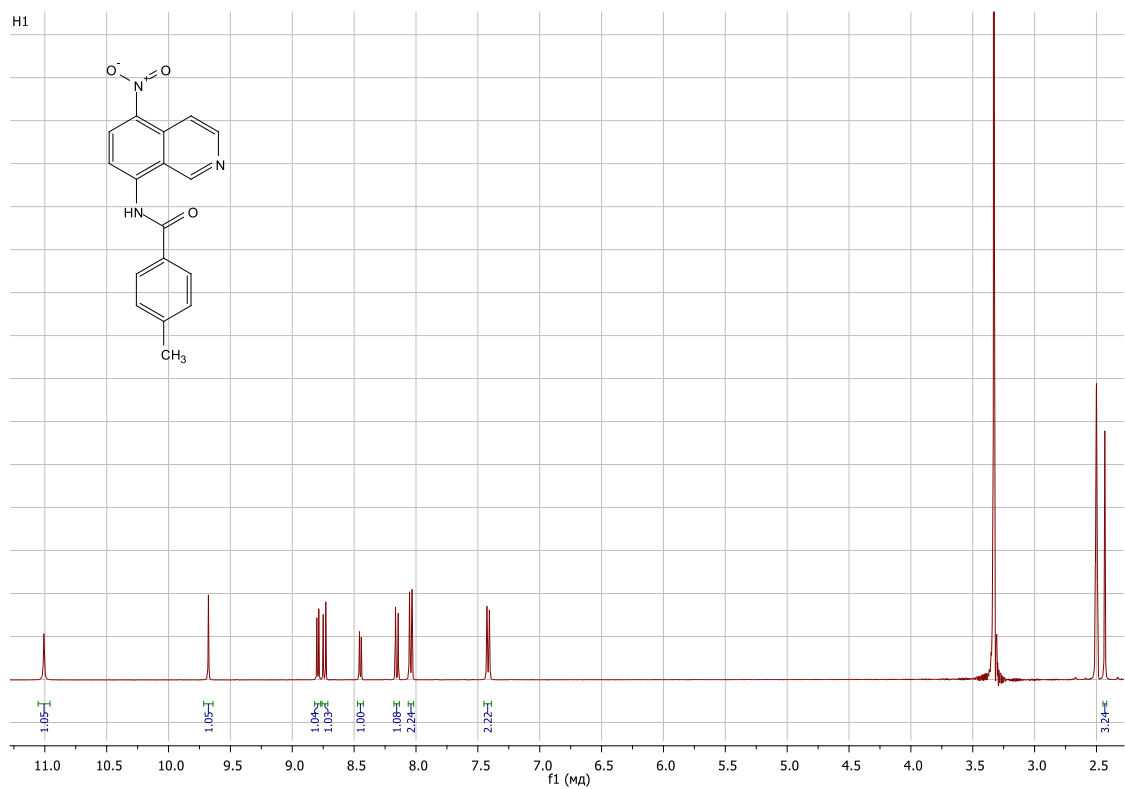
3. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика : учебник : В 2 кн. / Ю.Я. Харитонов, Кн. 2., Качественный анализ. Физико-химические(инструментальные) методы анализа. - 4-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 559 с. : ил. - На учебнике гриф: Рек.МО. - Прил.: с. 518-530. - Библиогр.: с. 516-517. - ISBN 978-5-06-003965-8

Вариант 1

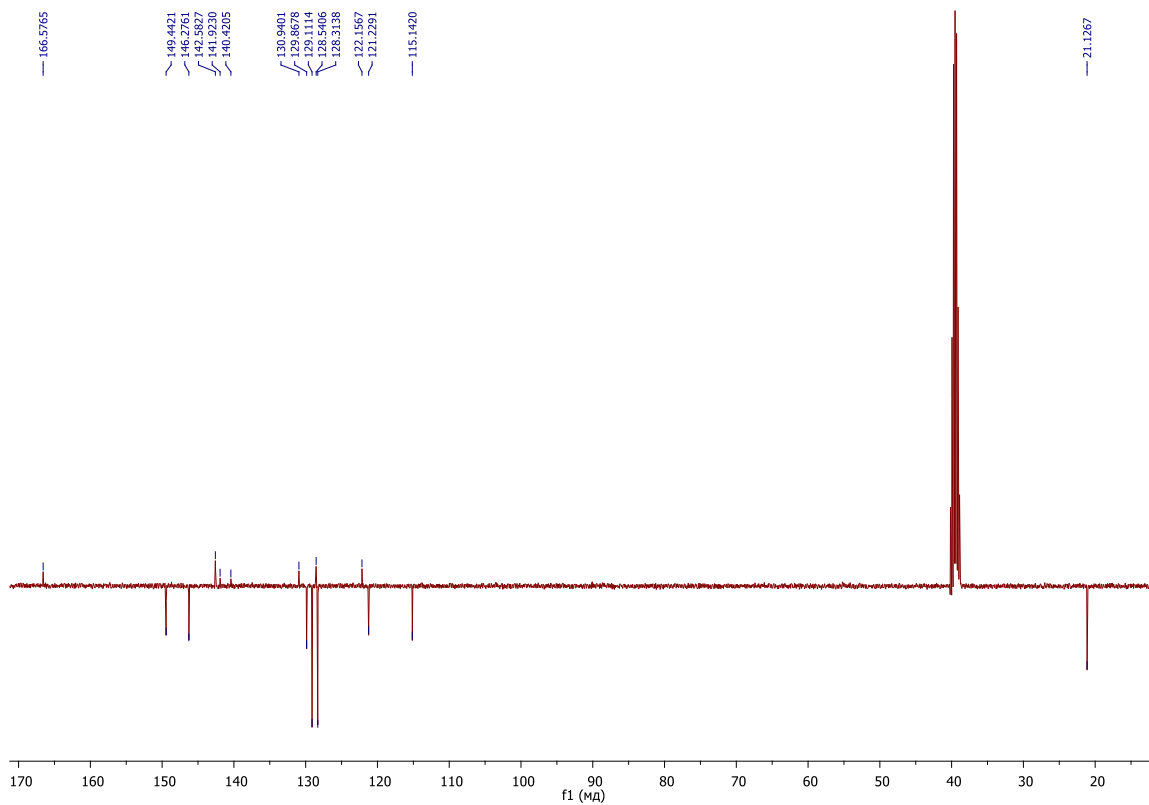


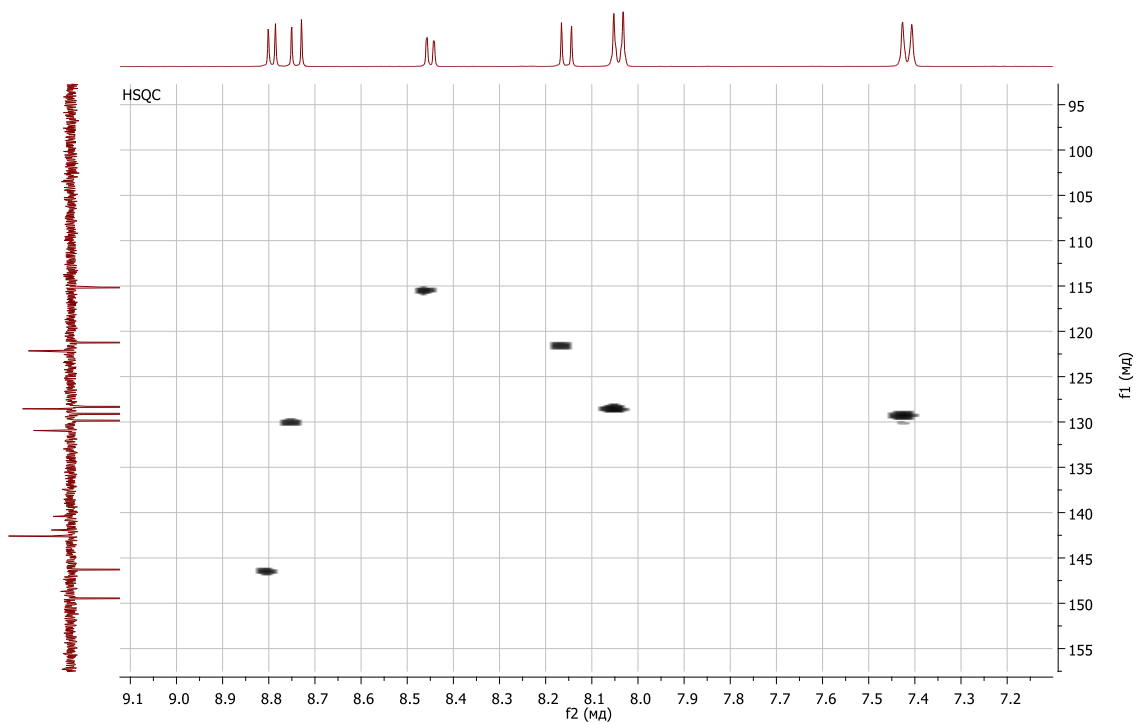
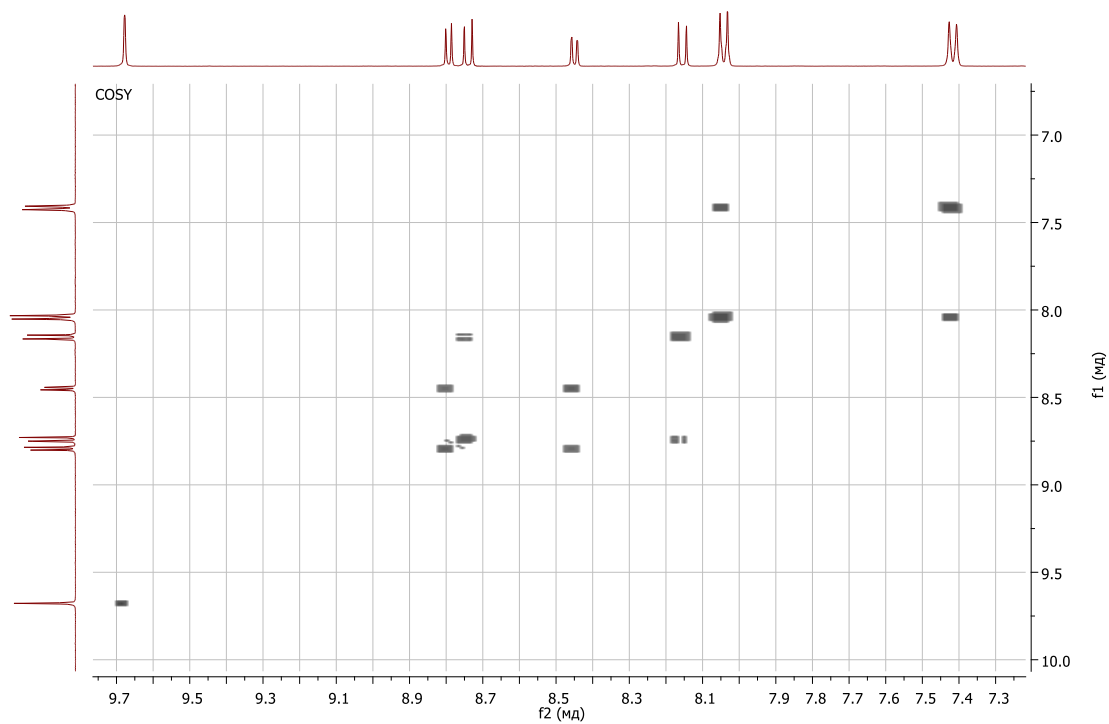


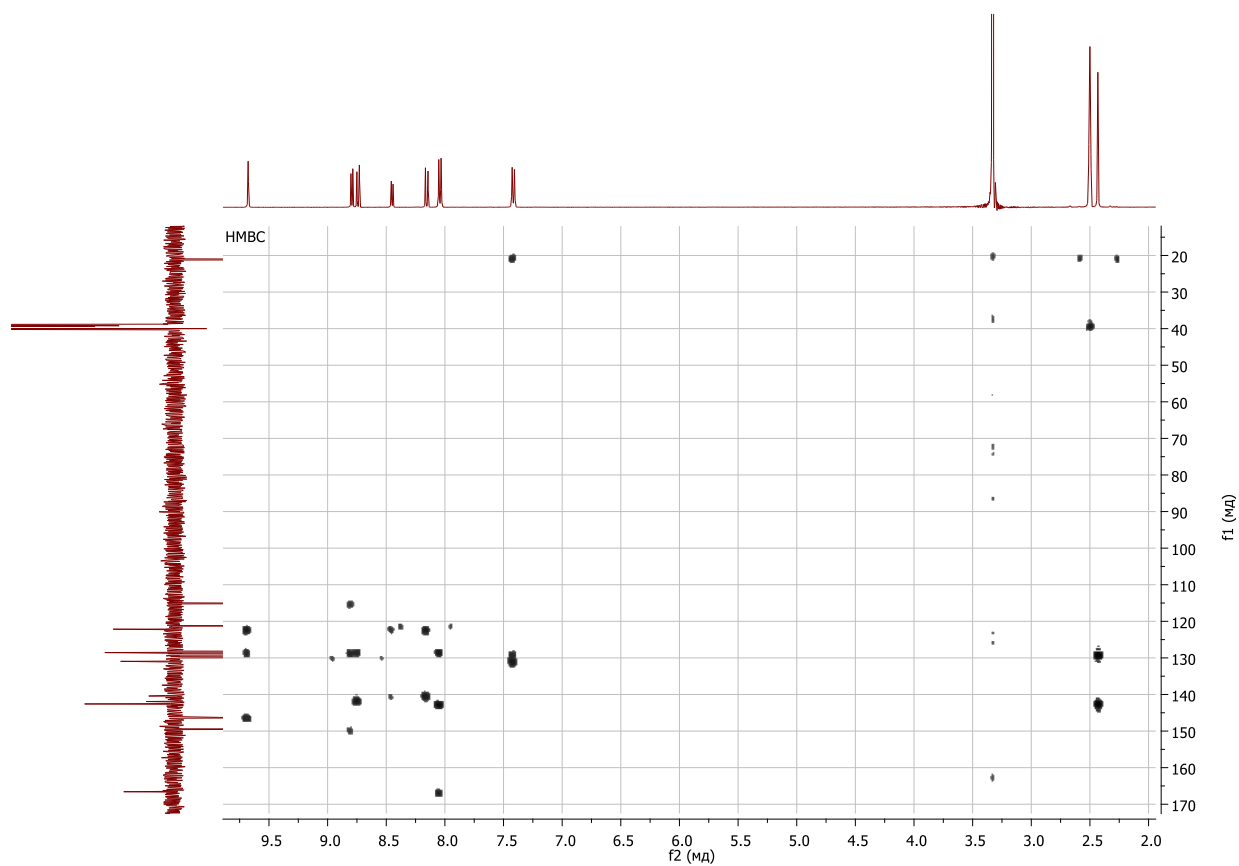
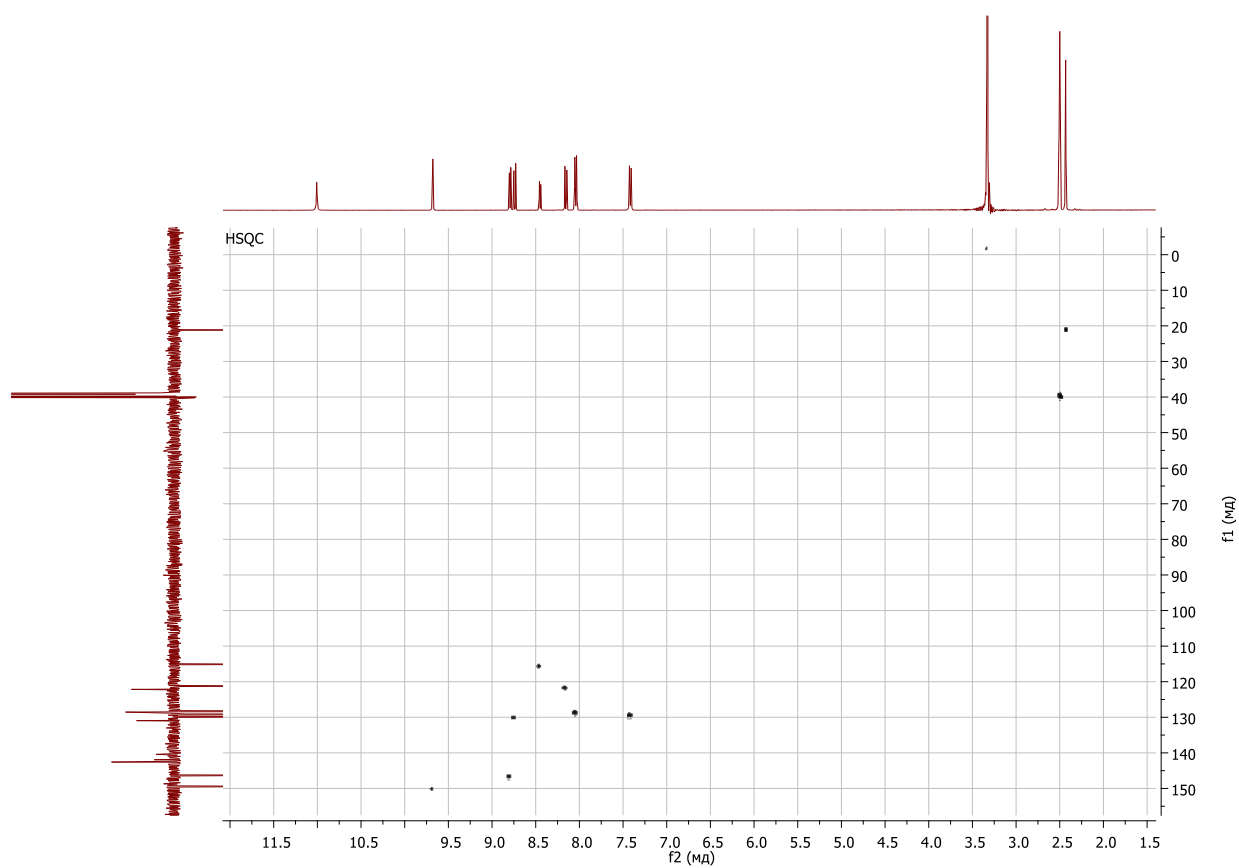




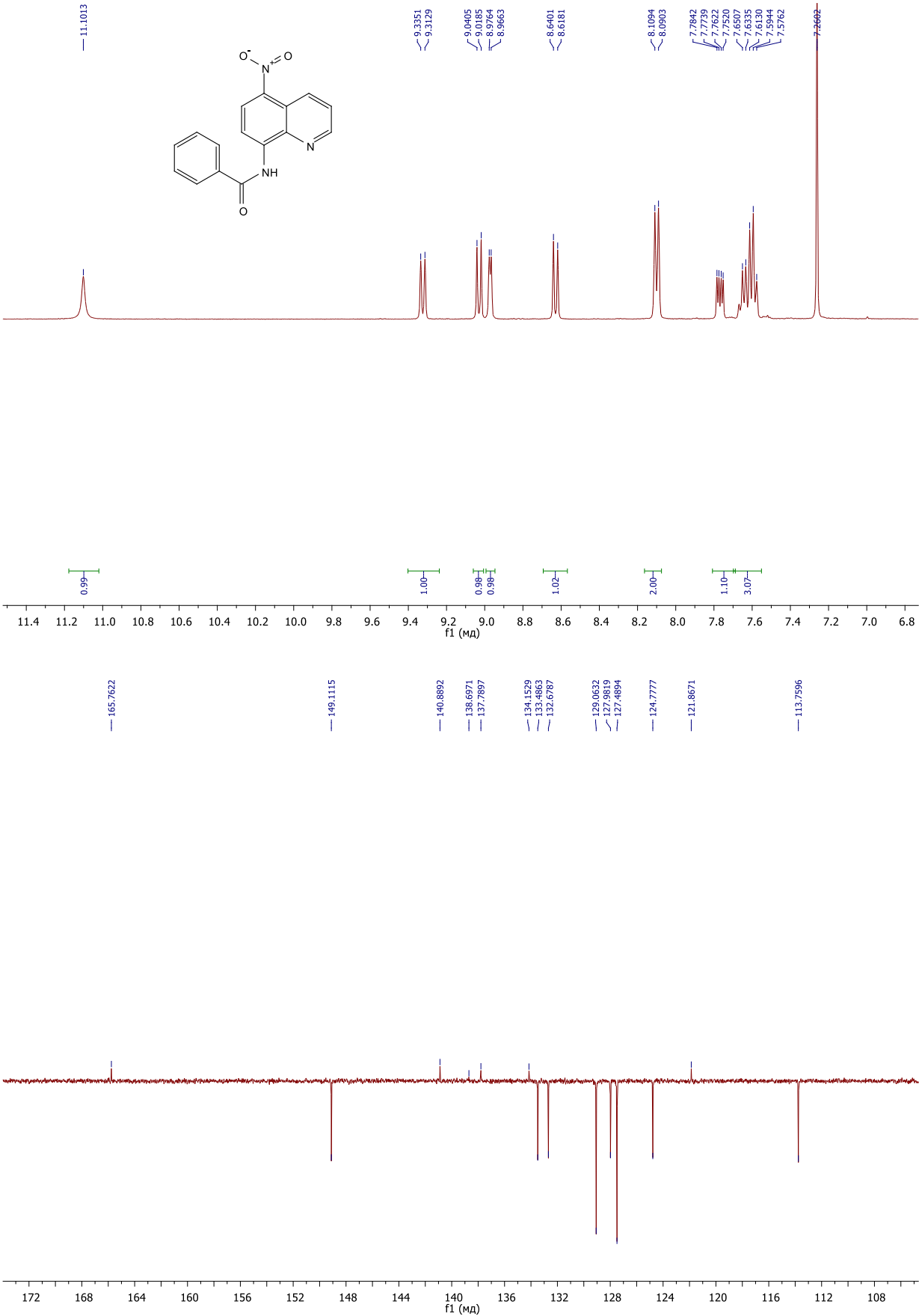
Вариант 2

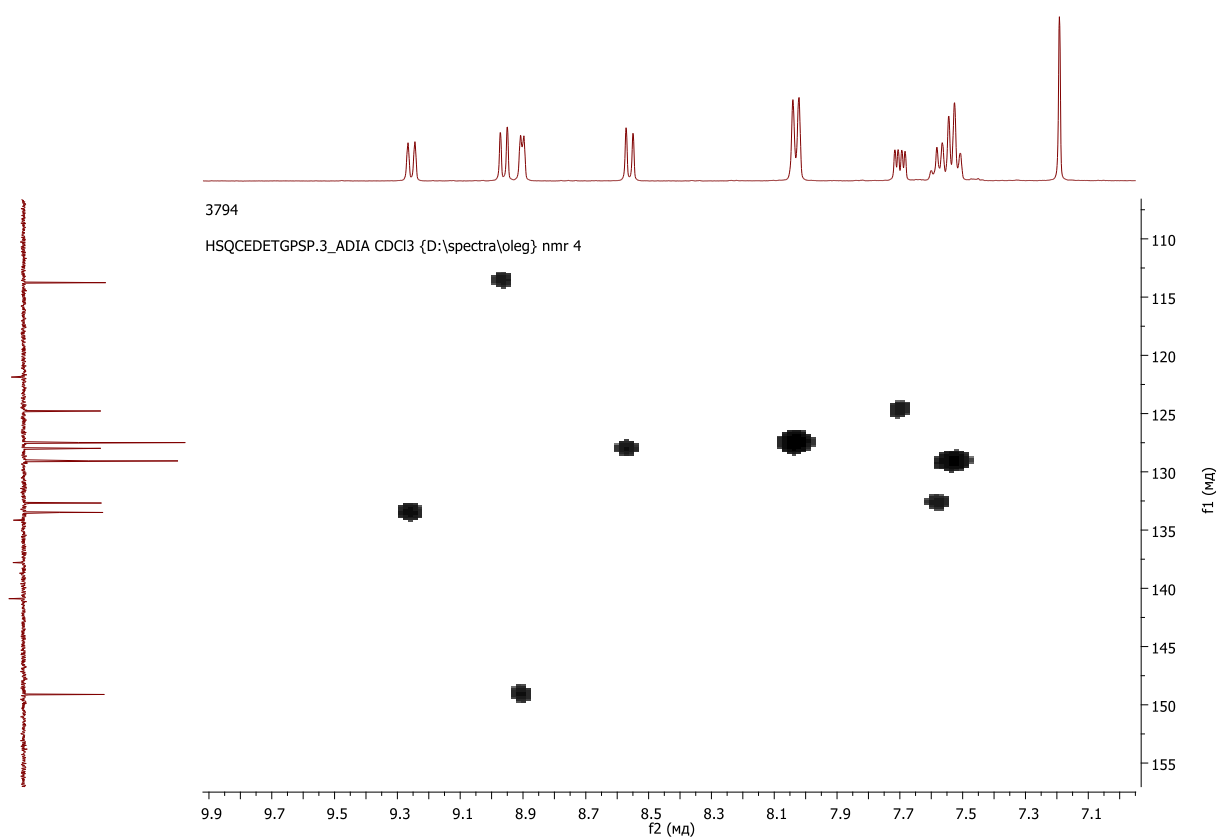
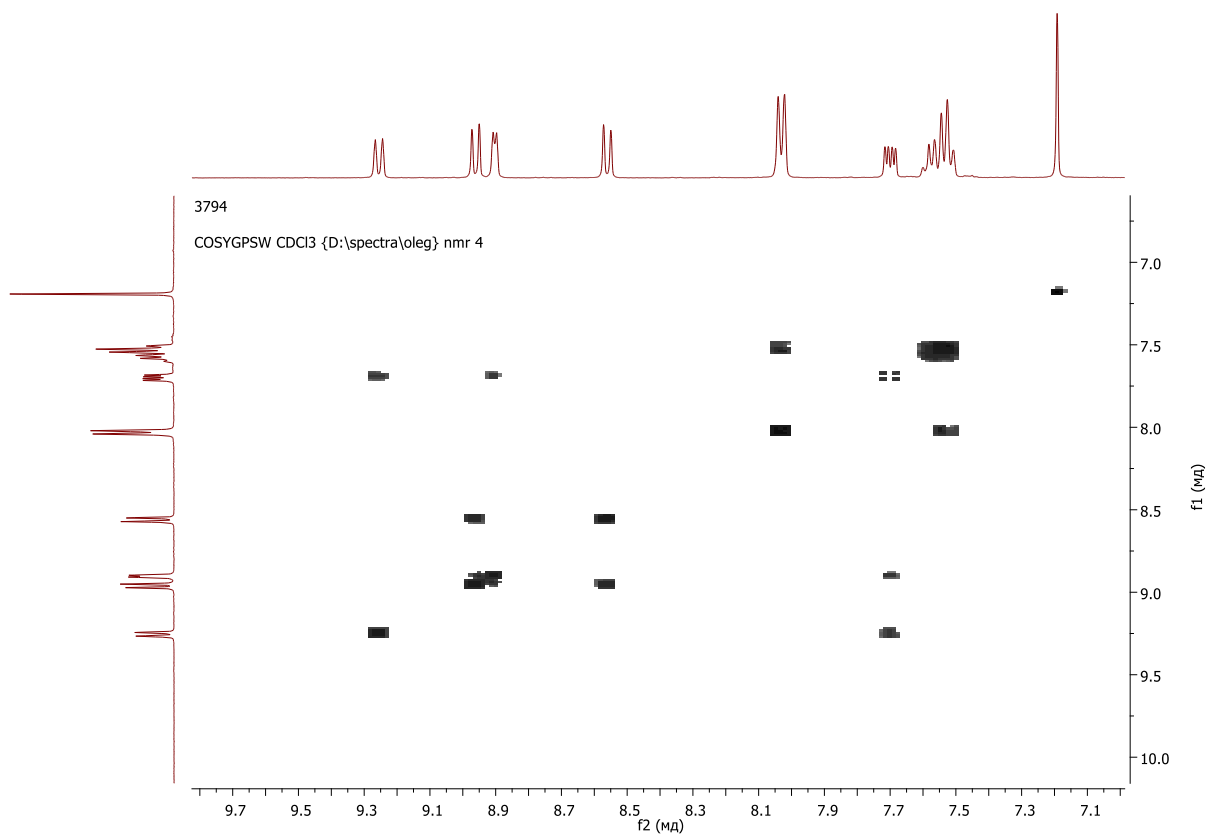


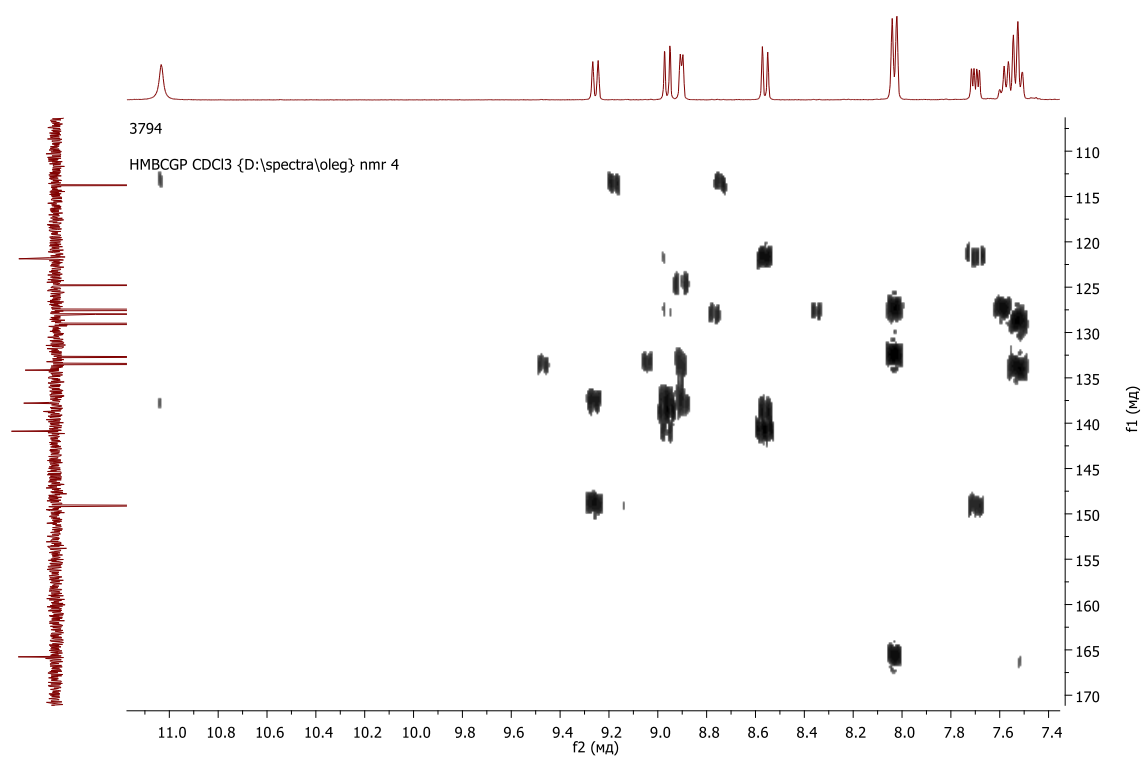




Зариант 3







Зарант 4

