

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ИЗЫСКАНИЮ НОВЫХ  
АНТИБИОТИКОВ им. Г.Ф. ГАУЗЕ»**

**(ФГБНУ НИИНА)**

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
**Директор ФГБНУ,**  
**чл.корр. РАН, профессор**  
**А.А.Фирсов**  
«29»  2015 г



**Рабочая программа**

**подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации  
по дисциплине**

**СПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ**

(программа по выбору)

**Направление подготовки:**

**30.06.01 - ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА**

**Направленность (профиль):**

**14.03.07 – ХИМИОТЕРАПИЯ И АНТИБИОТИКИ**

Трудоемкость дисциплины 5 зачетных единиц

**Москва-2015**

**Направление подготовки: 30.06.01 - ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА**

**Научная специальность: 14.03.07 – ХИМИОТЕРАПИЯ И АНТИБИОТИКИ**

Цикл дисциплин (по учебному плану): **Б.1.В.ДВ.1.**

**Курс:**

**Трудоёмкость 5 зачетных единиц**

**Трудоёмкость 180 часов**

**Количество аудиторных часов на дисциплину: 90 часов**

**В том числе:**

**Лекции: 54 часа**

**Практические и семинарские занятия: 36 часов**

**Количество часов на самостоятельную работу: 90 часов**

Рабочая программа дисциплины по выбору **Б.1.В.ДВ.1.** «СПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ» составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки кадров высшей квалификации 30.06.01 - ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3.09.2014 №1198 по специальности 14.03.07 – ХИМИОТЕРАПИЯ И АНТИБИОТИКИ.

Рабочая программа дисциплины разработана ФГБНУ «НИИНА им. Г.Ф. Гаузе»

Разработчик:

Д.х.н., доцент

А.Е. Щекотихин

Принята на заседании Ученого совета ФГБНУ «НИИНА им. Г.Ф. Гаузе»

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г., протокол № \_\_\_\_

Заведующий аспирантурой \_\_\_\_\_

В.И. Пономаренко

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Настоящая программа охватывает основополагающие разделы спектрального анализа органических соединений и необходима для приобретения аспирантами, специализирующимися в области химиотерапии и антибиотиков, навыков, позволяющих проводить изучение антибиотиков и других биологически активных соединений методами спектрального анализа.

**Цели дисциплины:** Формирование компетенций в области основных спектральных методов установления состава и строения органических соединений, формирование навыков к самостоятельной работе с приборной и аналитической базой физико-химических методов анализа, компьютерным парком и базами данных.

### **Задачи дисциплины:**

- Сформировать базовые знания об инструментальных методах химического анализа необходимые для выполнения научно-исследовательской работы.
- Ознакомить обучающихся с основами важнейших современных физико-химических методов анализа.
- Рассмотреть основные экспериментальные закономерности физико-химических методов исследования и установления структуры органических соединений;
- Сформировать у обучающихся навыки и умения расшифровки спектров (УФ, ИК- ЯМР, масс-) органических и элементоорганических соединений, установления строения соединений по совокупности их спектров.
- Обеспечить овладение методологией применения физико-химических методов исследований в биоорганической химии.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Настоящая дисциплина «Спектральные методы исследования органических соединений» - модуль основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки: 30.06.01 - фундаментальная медицина, научной специальности: 14.03.07 – химиотерапия и антибиотики. Обучающийся по данной дисциплине должен иметь фундаментальные представления по органической и физической химии. Для изучения данной дисциплины необходимо высшее образование с освоением курсов органической и физической химии.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Выпускник аспирантуры по направлению подготовки: 30.06.01 - фундаментальная медицина, научной специальности 14.03.07 – химиотерапия и антибиотики должен обладать следующими универсальными (УК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными компетенциями (ПК):

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях **(УК-1)**;
- способностью и готовностью к организации проведения фундаментальных научных исследований в области биологии и медицины **(ОПК-1)**;
- способностью и готовностью к проведению фундаментальных научных исследований в области биологии и медицины **(ОПК-2)**;
- способностью и готовностью к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований **(ОПК-3)**;
- способностью и готовностью к внедрению разработанных методов и методик, направленных на охрану здоровья граждан **(ОПК-4)**;
- способностью и готовностью к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных **(ОПК-5)**;
- способностью и готовностью использовать научную методологию исследования: знание современных теоретических и экспериментальных методов исследования, основ планирования эксперимента, методов математической обработки данных, способность к практическому использованию и внедрению результатов исследований с целью разработки и рационального применения новых антибиотиков **(ПК-1)**;
- способностью и готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с современными тенденциями и перспективами развития химиотерапии, антибиотиков и смежных наук, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач **(ПК-2)**;
- способностью и готовностью использовать навыки самостоятельного сбора данных, изучения, комплексного анализа и аналитического обобщения научной информации и результатов научно-исследовательских работ в области химиотерапии и антибиотиков **(ПК-3)**;
- способностью и готовностью формулировать научно-обоснованные выводы по результатам исследований, выступать с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований, готовить научные публикации, методические рекомендации и заявки на изобретения; составлять заявки на гранты; поддерживать высокий уровень публикационной активности **(ПК-4)**.

#### ***Компетенции по видам деятельности:***

##### ***научно-исследовательская деятельность:***

- способность предлагать пути решения, выбирать методику и средства проведения научных исследований в области химии;

- способность применять методики разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов в области органической химии;
- способность планировать и проводить эксперименты в области химии, обрабатывать и анализировать их результаты;
- готовность к работе на современном научном оборудовании для физико-химических исследований органических и элементоорганических соединений;
- способность подготавливать публикации, научно-технические отчеты, обзоры по результатам выполненных исследований в области химии.

В результате освоения дисциплины аспирант или соискатель должен:

- **знать:**
  - иметь представление о физических основах методов ультрафиолетовой, инфракрасной спектроскопии, спектроскопии ядерного магнитного резонанса и масс-спектрометрии;
  - представлять возможности современных спектральных методов в решении химических проблем;
- **уметь:**
  - проводить структурный анализ органических соединений по данным УФ, ИК, ЯМР и масс-спектрометрии.
- **владеть:**
  - навыками регистрации УФ и ИК органических соединений;
  - способами представления спектральных данных в научной литературе
- **синтезировать:**
  - разрабатывать методологию проведения спектрального анализа для установления структуры органических соединений;
  - составлять спектральные базы данных органических соединений;
- **анализировать:**
  - устанавливать структуру органических соединений по УФ, ИК, ЯМР и масс-спектрам.
  - выявлять соответствие данных УФ, ИК, ЯМР и масс-спектрометрии структуре органических соединений;

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).  
Дисциплина изучается на 2-м году аспирантуры. Дисциплина состоит из 5 разделов.

##### 4.1. Структура дисциплины

###### 4.1.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование Раздела	Объем учебной работы (в часах)					КСП	Сам. работа	Вид итогового контроля
		Всего	Всего аудит	Из аудиторных					
				Лекц.	Лаб	Прак			

1	Введение	8	4	4	0	0	0	4	
2	Электронная спектроскопия	32	16	10	0	4	2	16	
3	Инфракрасная спектроскопия	36	18	10	0	6	2	18	
4	Ядерный магнитный резонанс	48	26	14	0	10	2	22	
5	Масс-спектрометрия.	44	22	12	0	8	2	22	
6	Методология выделения и анализа биомолекул	12	4	4	0	0	0	8	
	Итого	180	90	54	0	28	8	90	<b>Зачет</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1	<b>Введение</b>	Спектральные методы анализа. Понятие спектральных методов анализа, их классификация. Эмиссионная и абсорбционная спектроскопия. Принципы действия и блок-схемы приборов. Энергетический диапазон электромагнитного излучения. Рентгеновская, оптическая (УФ-, видимая, ИК-), микроволновая, радиочастотная (ЭПР, ЯМР) спектроскопии, характер возбужденного состояния атомов и молекул в различных энергетических диапазонах. .	Лекции, самостоятельная работа
2	<b>Электронная спектроскопия.</b>	Физические основы метода: электронные состояния молекул, классификация электронных переходов в молекулах, правила отбора. Классификация полос. Взаимосвязь электронных спектров и структуры органических молекул: хромофоры и ауксохромы, сопряжение хромофоров, неспецифическое и специфическое влияние растворителей,	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

		<p>батохромный и гипсохромный сдвиги, гипохромный и гиперхромный эффекты, классификация полос поглощения в электронных спектрах. Поглощение важнейших ауксохромных и хромофорных групп. Избирательное поглощение важнейших ауксохромных и хромофорных групп: насыщенные гетероатомные ауксохромы, карбонильный хромофор, диеновый хромофор, еноновый хромофор, бензольный хромофор, правила Вудворда–Физера. Принцип работы УФ спектрофотометра. Условия измерения УФ спектров. Типы задач и возможности УФ – спектроскопии применительно к элементоорганическим соединениям: идентификация, количественный анализ, выявление сопряжения. Примеры структурного анализа ненасыщенных органических соединений по спектру поглощения в ближней области УФ спектра.</p>	
3	<b>Инфракрасная спектроскопия.</b>	<p>Физические основы метода: частота и интенсивность поглощения в колебательных спектрах двухатомных молекул, основные колебания многоатомных молекул. Взаимосвязь инфракрасных спектров и структуры органических молекул: валентные и деформационные колебания, характеристичность колебаний и ее физические причины, факторы, вызывающие сдвиг полос поглощения и изменение их интенсивности. Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических соединений. Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных</p>	<p>Лекции, практические занятия, самостоятельная работа.</p>

		<p>групп органических соединений: C–C, C=C, C≡C, Cаром–Cаром, Csp3–H, Csp2–H, Csp–H, C–O, C–N, O–H, N–H, S–H, C=O, CHO, COOH, COOR, COHal, NO2, C≡N. Структурные области ИК спектра. Принципы отнесения полос поглощения. Последовательность проведения структурного анализа. Количественная ИК спектроскопия. Принцип работы ИК спектрофотометра. Условия измерения ИК спектров. ИК-спектрометры с преобразованием Фурье. Типы задач и возможности ИК - спектроскопии: отнесение полос, сопоставление спектра и строения вещества, идентификация, функциональный анализ. Примеры структурного анализа органических соединений по ИК спектру (область 4000 – 650 см-1).</p>	
4	<b>Ядерный магнитный резонанс</b>	<p>Физические основы метода: магнитные свойства ядер, основное уравнение ядерного магнитного резонанса, взаимодействия магнитных моментов ядер (тонкая и сверхтонкая структура сигналов ядер). Выбор резонансного ядра при изучении строения органических соединений. Принцип работы ЯМР спектрометра, представления о Фурье-преобразовании, регистрация спектров. Представление о химическом сдвиге. Спин-спиновое взаимодействие. Анализ спектров ядерного магнитного резонанса ядер со спиновым квантовым числом I=1/2: химическая и магнитная эквивалентность ядер, номенклатура ядерных систем, A2, AX, AB и A2B системы, индекс связывания, спектры первого и второго порядка, основные правила анализа спектров первого порядка, расшифровка простейших спектров второго</p>	<p>Лекции, практические занятия, самостоятельная работа.</p>



		<p>порядка, приемы упрощения сложных спектров. Спектроскопия <math>^1\text{H}</math> ЯМР: шкала химических сдвигов протонов, их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов; константы спин-спинового взаимодействия <math>\text{JH} - \text{H}</math>. Двойной резонанс. Спектроскопия <math>^{13}\text{C}</math> ЯМР: шкала химических сдвигов ядер <math>^{13}\text{C}</math>, их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов, константы спин-спинового взаимодействия <math>\text{JC} - \text{H}</math>, полное и частичное подавление спин-спинового взаимодействия ядер <math>^{13}\text{C}</math> и протонов. Ядерный эффект Оверхаузера. Понятие о спектроскопии ядерного магнитного резонанса динамических систем (обменные процессы). Спектры ЯМР на ядрах <math>^{31}\text{P}</math>, <math>^{19}\text{F}</math>. Приготовление образцов для ЯМР-спектроскопии. Корреляционная спектроскопия ЯМР (одномерная и двумерная, COSY, HMQC, HSQC, HMBC, INADEQUATE. Ядерный эффект Оверхаузера (природа и применение для анализа динамических процессов). Примеры структурного анализа органических соединений по спектрам <math>^1\text{H}</math> и <math>^{13}\text{C}</math> ЯМР. Определения строения биоорганических соединений по спектру ЯМР.</p>	
5	<b>Масс-спектрометрия.</b>	<p>Физические основы метода: принцип работы масс-спектрометра, его разрешающая сила, образование масс-спектра, основное уравнение масс-спектрометрии, типы регистрируемых ионов (молекулярные, осколочные, метастабильные, многозарядные). Классификация масс-спектрометрических</p>	<p>Лекции, практические занятия, самостоятельная работа.</p>

		<p>приборов. Поведение заряженных частиц в электрических и магнитных полях: продольное и поперечное электростатическое поле, продольное и поперечное магнитное поле. Различные методы ионизации (электронный удар, химическая ионизация, химическая ионизация при атмосферном давлении, индуктивно-связанная плазма). Методы ионизации соединений с высокой молекулярной массой и высокомолекулярных соединений (полевая десорбция (FD), химическая ионизация (CI), электроспрей (ES), матричная лазерная десорбционная ионизация (MALDI)). Методы разделения и регистрации ионов. Интерпретация масс-спектров, полученных с использованием разных методов ионизации. Определение молекулярной брутто-формулы по масс-спектру: метод точного измерения масс молекулярных ионов, метод измерения интенсивностей пиков ионов, изотопных молекулярному иону. Качественные теории масс-спектрометрии органических соединений: теория локализации заряда, теория устойчивости продуктов фрагментации. Масс-спектрометрические правила: азотное, "четно-электронное", затрудненный разрыв связей, прилежащих к ненасыщенным системам. Основные типы реакций распада органических соединений под электронным ударом: простой разрыв связей (<math>\alpha</math>-разрыв, бензильный и аллильный разрывы), ретро-реакция Дильса-Альдера, перегруппировка Мак-Лафферти, скелетные перегруппировки, ониевые реакции. Установление строения органических</p>	
--	--	--	--

		<p>соединений: метод функциональных групп, метод характеристических значений <math>m/z</math>.</p> <p>Основные направления фрагментации органических соединений под электронным ударом (углеводородов и их галогенпроизводных, спиртов, фенолов, простых эфиров, альдегидов, кетонов, аминов, карбоновых кислот и их производных).</p> <p>Термические реакции в масс-спектрометре.</p> <p>Примеры фрагментации сложных органических соединений. Примеры структурного анализа органических соединений по масс-спектру низкого разрешения. Перегруппировка Мак-Лафферти. Использование баз данных и библиотек масс-спектров для структурного анализа.</p>	
6	<b>Методология выделения и анализа биомолекул</b>	<p>Основные методические приемы, используемые для выделения биомолекул. Способы разрушения тканей и клеток, экстракция. Теоретические основы хроматографии и электрофореза, разновидности этих методов и их использование для препаративного выделения, количественного определения и анализа чистоты исследуемых соединений. Масс-спектрометрия, схема прибора, способы введения образца, методы ионизации, детекция ионов, применение масс-спектрометрии для исследования отдельных классов природных соединений. Оптическая спектроскопия, структурные проблемы, для решения которых используются ИК- и КР-спектры, спектры поглощения в видимой и ультрафиолетовой областях, Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм. Рентгеноструктурный анализ биополимеров. Электронная микроскопия</p>	<p>Лекции, семинары, самостоятельная работа.</p>

		биологических объектов. Способы введения спиновых меток и исследование биомолекул с помощью спектроскопии ЭПР. Спектроскопия ЯМР и ее использование для установления строения сложных природных соединений, включая биополимеры. Компьютерное моделирование молекулярной механики и молекулярной динамики биомолекул.	
--	--	---	--

## **5. Образовательные технологии**

Освоение программы предусматривает аудиторные занятия (лекции, семинары и практические работы), включающие интерактивные формы освоения учебного материала и самостоятельную работу, связанную с применением спектральных методов для решения проблем диссертационного исследования. Для повышения усвоения материала лекции сопровождаются визуальными материалами в виде слайдов, подготовленных с использованием современных компьютерных технологий (программный пакет презентаций Microsoft Office Powerpoint), проецируемых на экран с помощью видеопроектора, а также результатов компьютерного моделирования физико-химических процессов. Практические работы проводятся в спектральных лабораториях на современных спектрах приборах с использованием специального программного обеспечения и интернет-ресурсов с участием обучаемых в научной работе и выполнении исследовательских проектов.

Виды самостоятельной работы: в домашних условиях, в библиотеке, на компьютерах с доступом к базам данных и ресурсам Интернет, в лабораториях с доступом к лабораторному оборудованию и приборам. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное и научное программное обеспечение. В ходе самостоятельной работы проводится анализ литературных данных, составление подборки статей из научных журналов по применению различных спектральных методов для идентификации биоорганических соединений.

### **Типовые задания для самостоятельной работы**

Подготовка обзора литературы по применению методов масс-, ИК, УФ и ЯМР- спектроскопии для идентификации и исследования строения элементоорганических соединений.

### **Аттестация:**

- а) Текущая аттестация - выполнение 4 контрольных работ по основным разделам дисциплины  
б) Итоговая аттестация – по результатам выполнения зачетной работы

**Вопросы для зачетной работы:**

1. Физико-химические основы метода УФ-спектроскопии: электронные состояния молекул, классификация электронных переходов в молекулах, правила отбора
2. Взаимосвязь электронных спектров и структуры органических молекул: хромофоры и ауксохромы, сопряжение хромофоров. Классификация полос поглощения в электронных спектрах
3. Цветность соединений, правила Вудворда–Физера, Степанова. Влияние растворителей в УФ-спектроскопии: батохромный и гипсохромный сдвиги, гипохромный и гиперхромный эффекты.
4. Физические основы метода ИК-спектроскопии: частота и интенсивность поглощения в колебательных спектрах двухатомных молекул, основные колебания многоатомных молекул.
5. Взаимосвязь инфракрасных спектров и структуры органических молекул: валентные и деформационные колебания, характеристичность колебаний и ее физические причины, факторы, вызывающие сдвиг полос поглощения и изменение их интенсивности.
6. Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических соединений.
7. Физические основы метода ЯМР-спектроскопии: магнитные свойства ядер, основное уравнение ядерного магнитного резонанса, взаимодействия магнитных моментов ядер.
8. Спектроскопия  $^1\text{H}$  ЯМР: шкала химических сдвигов протонов, их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов; константы спин-спинового взаимодействия J H-H.
9. Спектроскопия  $^{13}\text{C}$  ЯМР: шкала химических сдвигов ядер  $^{13}\text{C}$ , их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов, константы спин-спинового взаимодействия J C-H, полное и частичное подавление спин-спинового взаимодействия ядер  $^{13}\text{C}$  и протонов.
10. Физические основы метода масс-спектроскопии: принцип работы масс-спектрометра, его разрешающая сила, образование масс-спектра, основное уравнение масс-спектрометрии, типы регистрируемых ионов.
11. Методы ионизации в масс-спектрометрии. Методы разделения и регистрации ионов.

12. Основные типы реакций распада органических соединений под электронным ударом.  
Масс-спектрометрические правила: азотное, “четно-электронное”, затрудненный разрыв связей

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Рекомендуемая литература**

#### **а) основная литература**

1. Сильверстейн Р., Вебстер Ф., Кимл Д., Спектрометрическая идентификация органических соединений, М., Бином. Лаборатория знаний 2011.
2. Р. Эрнст, Дж. Боденхаузен, А. Бокаун, ЯМР в одном и двух измерениях, М., Мир 1990.
3. Д. Браун, А. Флойд, М. Сейнзбери, Спектроскопия органических веществ, М., Мир 1992.
4. Смит А., Прикладная инфракрасная спектроскопия, пер. с англ., М., 1982;
5. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии: Учебник. М.: Мир, 2003.
6. А. Т. Лебедев. Масс-спектрометрия в органической химии. М.: БИНОМ. Лабораторий знаний, 2003.

#### **б) дополнительная литература**

1. А. Барнс, В. Дж. Орвил-Томас, Колебательная спектроскопия. Современные воззрения и тенденции, М., 1981
2. К. Зигбан, К. Нордлинг, А. Фальманидр. Электронная спектроскопия, М., Мир, 1971
3. Л. Титце, Т. Айхер. – Препаративная органическая химия. М., Мир, 1999.
4. Иоффе Б.В., Костиков Р.Р., Разин В.В. Физические методы определения строения органических молекул. М.: Высшая школа, 1984.
5. Дероум Э. Современные методы ЯМР для химических исследований. М.: Мир, 1992.
6. Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР. М.: Мир, 1984.
7. Breitmaier E. Structure Elucidation by NMR in Organic Chemistry. John Wiley & Sons, LTD, 2002.
8. Сильверстейн Р., Басслер Г., Моррил Т. Спектроскопическая идентификация органических соединений. М.: Мир, 1977.
9. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. М.: Высшая школа, 1971.
10. Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы: Учебник для вузов - М.: Высшая школа, 1989– 287 с.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

ФГБНУ НИИНА располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки аспирантов, предусмотренных учебным планом обучения по профилю «Биоорганическая химия»: Аудитория для проведения лекций, оснащенная компьютером и проектором для показа

слайдов компьютерных презентаций. Компьютеры, объединенные в локальную сеть с выходом в Интернет и подключенные к международным и российским научным базам данных и электронной библиотеке с основными международными научными журналами. Лаборатории оснащены современным оборудованием для выполнения всех основных методов спектрального анализа. Инструментальная база ФГБНУ НИИНА включает ЯМР спектрометр Varian-400, жидкостной хромато-масс спектрометр Micro TOF-Q II, ИК-Фурье спектрометр Nicolet 380 с оптическим блоком iS10, спектрометр UNICO UV/Vis 2804, высокоэффективные жидкостные хроматографы LC-20 (Shimadzu), автоматическую флеш-хроматографическую систему Isolera Prime (Biotage).

В процессе обучения применяются следующие образовательные технологии:

- 1. Сопровождение лекций показом визуального материала.
- 2. Сопровождение занятий демонстрациями слайдов, моделей строения органических соединений ИК-, УФ-, ЯМР- и масс-спектров.
- 3. Активные методы обучения работе на ИК-, УФ-, ЯМР- и масс-спектрометрах.

#### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1	<a href="https://bibliotech.sspa.edu.ru/">https://bibliotech.sspa.edu.ru/</a>	Электронно-библиотечная система «БиблиоТех»	По регистрации
2	<a href="http://www.biblioclub/">http://www.biblioclub/</a>	Университетская библиотека onlin	По регистрации
3	<a href="http://portal.gersen.ru/">http://portal.gersen.ru/</a>	Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена. Электронная библиотека	По регистрации

4	<a href="http://window.edu.ru/window">http://window.edu.ru/window</a>	Единое окно досту-па к образова-тельным ресурсам Федерального пор-тала Российское образование	По регистрации
---	---	---	----------------