

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова  
Сибирского отделения  
Российской академии наук (НИОХ СО РАН)**

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора НИОХ СО РАН,  
д.ф.-м.н., проф.

\_\_\_\_\_ Е.Г. Багрянская

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**Химия природных соединений**

**Программа лекционного курса и самостоятельной работы аспирантов**

**Направление подготовки 30.06.01 «Фундаментальная медицина»**

Учебно-методический комплекс

Новосибирск 2014

Учебно-методический комплекс предназначен для аспирантов Новосибирского института органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук, направление подготовки 30.06.01 «Фундаментальная медицина». В состав разработки включены: программа курса лекций, структура курса.

Составитель: профессор, д.б.н. Федорова Ольга Семеновна

## **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина «Химия природных соединений» относится к вариативной части (профильные дисциплины) высшего профессионального образования (аспирантура) по направлению подготовки 30.06.01 «Фундаментальная медицина» (Исследователь. Преподаватель-исследователь). Данная дисциплина реализуется в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Новосибирском институте органической химии им. В.В. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук (НИОХ СО РАН).

Содержание дисциплины охватывает основы химии углеводов, липидов, порфиринов, витаминов и антибиотиков, методов их синтеза и анализа.

Дисциплина предназначена для ознакомления аспирантов с химическим строением и свойствах ряда важнейших соединений природного происхождения и нацелена на формирование у выпускника, освоившего программу аспирантуры, универсальных компетенций УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, общепрофессиональных компетенций ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: аудиторные занятия проводятся в виде лекций; самостоятельная работа аспирантов с теоретическим материалом включает поиск информации, содержательную работу с ней, подготовка докладов на заданную тему.

Лекционные занятия строятся с преобладанием контекстных форм обучения – проблемная лекция, лекция в диалоговом режиме, чередование сложного теоретического материала с закреплением его в виде кратких тестов по теме; традиционная лекция.

Результатом прохождения дисциплины является итоговая оценка (экзамен).

Программой дисциплины предусмотрен текущий контроль. Формой текущего контроля при прохождении дисциплины «Химия природных соединений» является контроль посещаемости занятий, сдача домашних заданий и доклады аспирантов на заданную тему.

### **1. Цели освоения дисциплины**

Дисциплина «Химия природных соединений» имеет своей целью ознакомление аспирантов с рядом разделов биоорганической и бионеорганической химии, посвященных изучению свойств ряда физиологически важных природных соединений. Курс направлен на расширение знаний аспирантов в области молекулярных основ функционирования в живых организмах этих соединений и включает сведения о химическом строении углеводов, липидов, порфиринов, витаминов и антибиотиков, методах их синтеза и анализа, их физико-химических свойствах с целью создания на их основе новых современных лекарственных препаратов.

Основной целью освоения дисциплины является получение аспирантами систематизированных знаний, формирование умения анализировать полученные структурные и экспериментальные данные для активного использования их в своей научно-исследовательской работе.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Учебная дисциплина «Химия природных соединений» относится к вариативной части Блока 1 структуры программы аспирантуры по направлению подготовки 30.06.01 «Фундаментальная медицина» (Исследователь. Преподаватель-исследователь).

Дисциплина опирается на следующие дисциплины:

- Неорганическая химия (строение и свойства атомов, периодический закон, строение молекул, теория химической связи, стереохимия);
- Физическая химия (природа химической связи в молекулах и кристаллах, химическая термодинамика, фазовые диаграммы);
- Органическая химия (классификация и номенклатура соединений, строение молекул,

- изомерия);
- Введение в естествознание;
- Химические основы жизни;
- Экология;
- Высокмолекулярные соединения;
- Основы молекулярной биологии (структура и функции белков и нуклеиновых кислот, гены и геномы, самоорганизация живых систем, биотехнология, биология и медицина).

Результаты освоения дисциплины «Химия природных соединений» используются в следующих дисциплинах:

- Научно-исследовательская практика;
- Итоговая государственная аттестация.

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Химия природных соединений»:**

#### **Универсальные компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).

#### **Общепрофессиональные компетенции:**

- способность и готовность к организации проведения фундаментальных научных исследований в области биологии и медицины (ОПК-1);
- способность и готовность к проведению фундаментальных научных исследований в области биологии и медицины (ОПК-2);
- готовность к внедрению разработанных методов и методик, направленных на охрану здоровья граждан (ОПК-4);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-6).

#### **Профессиональные компетенции:**

способность и готовность к пониманию современных проблем биологии и использованию фундаментальных биологических представлений в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач (ПК-1);

способность и готовность к участию в освоении современных теоретических и экспериментальных методах исследования с целью создания новых перспективных средств, в организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследования (ПК-2).

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

- **иметь представление** о химической сущности и механизмах процессов, происходящих в живых организмах; об актуальных направлениях современной химии

природных соединений, касающихся разработки подходов к созданию химических инструментов изучения молекулярных механизмов функционирования клетки, геномных и постгеномных технологиях создания новых лекарственных средств, систем их адресной доставки, разработки диагностикомов для обнаружения социально значимых заболеваний, развития технологий получения биосовместимых материалов для нужд практической медицины;

- **знать** – строение, структуру и свойства важнейших природных соединений, их компонентов, методические аспекты синтеза и структурного анализа; закономерности химического поведения на молекулярном и клеточном уровнях биологически важных молекул во взаимосвязи с их строением;
- **уметь** – выстраивать логическую взаимосвязь между строением вещества, его свойствами и реакционной способностью; рассматривать процессы, протекающие в живом организме на молекулярном и клеточном уровне с позиции взаимосвязи структуры соединения с механизмом его биологического функционирования, т.е. устанавливать взаимосвязь структура-функция. В процессе изучения аспирант должен выработать умение и навыки самостоятельного отбора среди изобилия методов и подходов биорганической химии для работы только те из них, которые наиболее всего подходят для решения конкретной задачи.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 академических часов.

Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Контроль
	Лекция	Самост. работа	Экзамен	
Введение.				
Строение, биологические функции и химические свойства углеводов.	6	4		
Смешанные биополимеры – гликопротеины и протеогликаны, строение и биологические функции.	1	1		
Омыляемые и неомыляемые липиды. Строение, физико-химические свойства, химический и биосинтез.	3	3		
Химические и биологические свойства порфиринов	4	2		
Природные антибиотики	6	3		
Синтетические антибиотики	2	1		Домашнее задание, доклад
Витамины	2	1		
Противоопухолевые препараты	2	1		
		18	2	Экзамен
<b>Итого за 7 семестр</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>2</b>	

## Рабочий план

Лекция 1. Предмет химии природных соединений. Объекты изучения. Методы исследования. Основные задачи. Актуальные направления современной химии природных соединений.

Лекция 2, 3, 4, 5 и 6. Строение, биологические функции и химические свойства углеводов: моносахаридов, олигосахаридов и полисахаридов.

Лекция 7. Смешанные биополимеры – гликопротеины и протеогликаны, строение и биологические функции.

Лекция 8, 9, 10, 11. Омыляемые и неомыляемые липиды. Строение, физико-химические свойства, химический и биологический синтез. Биологические мембраны.

Лекция 12, 13. Химические и биологические свойства порфиринов.

Лекция 14 и 15. Природные антибиотики. История открытия. Механизмы действия. Некоторые химические классы.

Лекция 16. Синтетические антибиотики.

Лекция 17. Витамины. Механизмы действия.

Лекция 18. Противоопухолевые препараты.

## Программа курса лекций

### 1. ПРЕДМЕТ КУРСА “ХИМИЯ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ”.

Лекция 1. Объекты изучения. Методы исследования. Основные задачи. Актуальные направления современной химии природных соединений.

### 2. СТРОЕНИЕ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕВОДОВ: МОНОСАХАРИДОВ, ОЛИГОСАХАРИДОВ И ПОЛИСАХАРИДОВ

Лекция 2. Простейшие представители углеводов. Классификация углеводов. Биологическая роль. Номенклатура и способы изображения на бумаге. Ациклические и циклические формы. Стереизомеры. Проекционные формулы Фишера. Формулы Хеурса. Таутометрия моносахаридов. Конформация моносахаридов.

Лекция 3. Химические свойства моносахаридов. Реакции по карбонильной группе: восстановление, окисление, взаимодействие с гидросиламином, фенилгидразином. Образование ацеталей и тиоацеталей. Превращения моносахаридов под действием кислот и оснований. Синтез гликозидов по методу Фишера и методу Кенигса-Кнорра.

Лекция 4. Реакции гидроксильных групп. Простые и сложные эфиры моносахаридов. Циклические ацетали и кетали (алкилиденные производные) моносахаридов. Окисление гидроксильных групп. Избирательное окисление гликольной группировки.

Лекция 5. Методы установления конфигурации асимметрических центров.

Роль конформации в реакционной способности моносахаридов. Получение труднодоступных моносахаридов из легкодоступных. Химический синтез аскорбиновой кислоты.

Лекция 6. Олигосахариды, строение, номенклатура, способы изображения. Химический синтез. Ферментативный синтез. Важнейшие представители природных олигосахаридов. Сиаловые кислоты. Методы установления строения олигосахаридов.

Полисахариды. Важнейшие природные представители. Декстраны, целлюлоза, крахмал, гликоген, хитин, агароза и др. Пространственное строение полисахаридов.

### 3. СМЕШАННЫЕ БИОПОЛИМЕРЫ – ГЛИКОПРОТЕИНЫ И ПРОТЕОГЛИКАНЫ, СТРОЕНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ

Лекция 7. Смешанные биополимеры-гликопротеины и протеогликаны. Типы ковалентных связей углеводной и белковой компонент. Биологическая роль. Важнейшие представители. Особенности строения гликопротеинов и их углеводной компоненты.

#### **4. ОМЫЛЯЕМЫЕ И НЕОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ. СТРОЕНИЕ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ХИМИЧЕСКИЙ И БИОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ. БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕМБРАНЫ**

Лекция 8. Биологическая роль омыляемых липидов. Строение. Классификация. Жирные кислоты- основные структурные компоненты липидов. Физические и химические свойства жирных кислот. Сфинголипиды, строение. Важнейшие представители: сфингомиелины, цереброзиды, ганглиозиды. Бислойные мембраны, мицеллы, липосомы, везикулы. Биологические мембраны, строение, биологическая роль.

Лекция 9. Стереохимия омыляемых липидов. Глицеролипиды. Установление строения. Фосфолипиды. Классификация. Физические и химические свойства. Химический синтез (метод активированных фосфатов и серебряных солей).

Лекция 10. Неомыляемые липиды. Стероиды. Общая характеристика стероидов, классификация. Биологическая роль стероидов. Стерины, половые гормоны, прогестины, желчные кислоты, сердечные гликозиды, стероидные сапонины, стероидные алкалоиды, витамин Д.

Лекция 11. Неомыляемые липиды. Простагландины, тромбоксаны и лейкотриены. Строение, биологическая роль. Терпены. Классификация, биосинтез, свойства, важнейшие представители.

#### **5. ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРФИРИНОВ**

Лекция 12. Порфирины, строение, номенклатура. Химический синтез порфиринов, оптические свойства. Гемоглобины, строение, биологическая роль. Метод фотодинамической терапии.

Лекция 13. Цитохромы, классификация, строение и биологическая роль. Цитохром Р-450, механизмы активации молекулярного кислорода и окисленияксенобиотиков. Хлорофиллы. Синтетические порфирины - модели гемоглобина и цитохрома Р-450.

#### **6. ПРИРОДНЫЕ АНТИБИОТИКИ. МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ. НЕКОТОРЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ КЛАССЫ.**

Лекция 14. Общие сведения об антибиотиках. История открытия. Механизмы биологического действия. Антибиотики, подавляющие синтез бактериальной клеточной стенки. Антибиотики, нарушающие функции плазматических мембран: каналообразователи и ионофоры. Антибиотики, подавляющие биосинтез белка. Антибиотики, подавляющие синтез нуклеиновых кислот.

Лекция 15. Классификация антибиотиков по химическому строению: лактамы, аминогликозиды, тетрациклины, макролиды, анзамacroлиды, гликопептиды, эндиины и другие. Механизм действия и связь со структурой.

Противоопухолевые антибиотики: интеркалирующие в цепь ДНК; связывающиеся в малой бороздке ДНК; связывающиеся ковалентно с ДНК; расщепляющие цепь ДНК. Механизм действия блеомицина и эндиинов

#### **7. СИНТЕТИЧЕСКИЕ АНТИБИОТИКИ**

Лекция 16. Хинолоны и фторхинолоны. История открытия и важнейшие представители.

#### **8. ВИТАМИНЫ**

Лекция 17. Витамины групп А, В, С, D, Е, F, Н, К, N, P, Q, U. Строение и история открытия. Водорастворимые и жирорастворимые витамины. Биохимические механизмы действия.

#### **9. ПРОТИВООПУХОЛЕВЫЕ ПРЕПАРАТЫ**

Лекция 18. Противоопухолевые препараты. Антиметаболиты. Препараты, взаимодействующие с ДНК. Антигормональные агенты.

## **5. Образовательные технологии**

### **Виды/формы образовательных технологий.**

Преподавание курса ведется в виде лекций. Обратная связь с аудиторией обеспечивается тем, что лектор может оперативно влиять на ход лекции, отвечая на вопросы или помогая в разрешении затруднений или исправлении ошибок, возникших при решении задач.

В случае возникновения у аспиранта трудностей с усвоением лекционного материала или решением задач предусмотрены также индивидуальные занятия во внеучебное время.

Преподаватель курса является действующим специалистом в области химии природных соединений и заинтересован в освоении аспирантом основ этой дисциплины. Формой текущего контроля при прохождении дисциплины является контроль посещаемости занятий, доклады на заданную тему.

Формой итогового контроля при прохождении дисциплины «Химия природных соединений» является экзамен.

Аспирант может получить бонусные баллы за доклад на выбранную тему и тем самым повысить итоговую оценку на экзамене.

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

### **А) Основная литература**

1. Кнорре Д.Г., Годовикова Т.С., Мызина С.Д., Федорова О.С. Биоорганическая химия. Учебное пособие. Новосибирск: Изд-во НГУ. 2013, 480 с
2. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987.
3. Шабарова З.А., Богданов А.А. Химия нуклеиновых кислот и их компонентов. М.: Химия, 1978.
4. Общая органическая химия / Под ред. Н.К. Кочеткова. М.: Химия, Т. 10. 1986.
5. Практическая химия белков / Под ред. А. Дарбе. М.: Мир, 1989.
6. Органическая химия нуклеиновых кислот / Под ред. Н.К. Кочеткова. М.: Химия, 1970.
7. В. Зенгер. Принципы структурной организации нуклеиновых кислот. М., Мир, 1987.
8. Дюга Г., Пенни К. Биоорганическая химия. М.: Мир, 1983.
9. Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. Биологическая химия. М.: Высшая школа, 1992.
10. Тюкавкин Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия М. Дрофа, 2010.
11. Кнорре Д.Г., Годовикова Т.С., Мызина С.Д., Федорова О.С. Учебное пособие. Биоорганическая химия Новосибирск. НГУ, 2011.

### **Б)Дополнительна литература**

1. Н.К. Кочетков и др. Химия углеводов, М., Химия, 1967.
2. А.Ф. Бочков, В.А. Афанасьев, Г.Е. Заиков. Образование и расщепление гликозидных связей. М., Наука, 1978.
3. Р. Хьюз. Гликопротеины. М., Мир, 1986.
4. Р.П. Евстигнеева, Е.Н. Звонкова, Г.А. Серебренникова, В.И. Швец. Химия липидов. М., Химия, 1983.
5. Биологические мембраны. Ред. Дж. Финдлей, У.Эванс. М., Мир, 1990.
6. Химия биологически активных природных соединений. Ред. Н.А. Преображенский, Р.П. Евстигнеева. М., Химия, 1976.
7. Н.А.Преображенский, Э.И.Генкин. Химия органических лекарственных веществ. М., Госхимиздат, 1953.



### **Г) Ресурсы сети Интернет**

Научная библиотека eLIBRARY.RU, более 50 полнотекстовых версий журналов по тематике курса.

Свободные источники:

[SciGuide](#)

[Free Medical Journals](#)

[PubMed Central \(PMC\)](#)

[Stanford University's HighWire Press](#)

[Библиотека электронных журналов в г. Регенсбург \(Германия\)](#)

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

- В качестве технического обеспечения лекционного процесса используется ноутбук, мультимедийный проектор, экран и доска.
- Для демонстрации иллюстрационного материала используется программа Microsoft PowerPoint 2010.
- Проведение экзамена обеспечивается печатным раздаточным материалом.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, принятым в ФГБУН Новосибирском институте органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук (НИОХ СО РАН), с учётом рекомендаций ООП ВПО по направлению подготовки 30.06.01 «Фундаментальная медицина» (Исследователь. Преподаватель-исследователь).

Автор:

профессор, д.б.н. Федорова Ольга Семеновна

Программа одобрена на заседании Ученого совета "19" сентября 2014 г.