

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ЛИН СО РАН)**



**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор**

**А.П. Федотов**

**2022 г.**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Индекс дисциплины по УП: **ФТД.2**

Наименование дисциплины (модуля): **«Химия биополимеров»**

Направление подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре:

**05.06.01 Науки о Земле**

Научная специальность: **1.6.18. Науки об атмосфере и климате**

Форма обучения: **очная**

Иркутск, 2022 г.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| 1 Цель и задачи дисциплины (модуля)                                    | 3  |
| 2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП                           | 3  |
| 3 Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)                | 3  |
| 4 Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы                      | 4  |
| 5 Содержание дисциплины (модуля)                                       | 4  |
| 5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)                      | 4  |
| 5.2 Разделы и темы дисциплин (модуля) и виды занятий                   | 5  |
| 6 Темы практических занятий  | 5  |
| 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) | 5  |
| 7.1 Литература   | 5  |
| 7.2 Программное обеспечение  | 6  |
| 7.3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы          | 6  |
| 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)              | 7  |
| 9 Образовательные технологии   | 7  |
| 10 Кадровое обеспечение дисциплины (модуля)                            | 8  |
| 11 Оценочные средства  | 8  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А   | 9  |
| ЛИСТ ОБНОВЛЕНИЙ  | 12 |

### **1. Цели и задачи дисциплины:**

Целью освоения дисциплины «Химия биополимеров» является формирование у аспирантов теоретических знаний о современных методах исследования биополимеров.

В задачи дисциплины входит: получить теоретическое представление о химии биополимеров и о современных методах их исследования; привить аспирантам навыки самостоятельной работы; научить применять полученные данные для решения профессиональных задач.

### **2. Место дисциплины в процессе подготовки аспиранта:**

Программа дисциплины (модуля) «Химия биополимеров» относится к факультативным дисциплинам вариативной части программы подготовки аспирантов.

Содержание дисциплины «Химия биополимеров» направлено на освоение знаний о биополимерах, а также включает практическое применение основных современных химических и молекулярно-биологических методов для решения экспериментальных задач.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):**

Процесс изучения дисциплины «Химия биополимеров» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1, способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

ОПК-1, способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

ПК-1, способность выполнять отдельные задания по проведению научных исследований и обеспечению практического использования результатов интеллектуальной деятельности в области определения химического состава веществ и материалов с применением различных методов и средств химического анализа

ПК-2, готовность формировать предложения к плану научной деятельности и проектов в областях исследований специальности Науки об атмосфере и климате

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

#### **Знать:**

- Основные методические подходы к изучению биополимеров;
- Принципы выделения, очистки и разделения биополимеров;
- Физико-химические методы анализа структур биополимеров.

#### **Уметь:**

- Выделять из различных белки;
- Определять чистоту выделенной субстанции (электрофорез, спектроскопия);
- Пользоваться специальным и общелабораторным оборудованием.

#### **Владеть:**

- Методами фракционирования субклеточных структур;
- Методами фракционирования;
- Методами определения структуры.



#### 4 Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

| Вид учебной работы  |                  | Всего часов<br>/ зачетных<br>единиц | Курс    |
|---|------------------|-------------------------------------|---------|
|   |                  |                                     | 2       |
| Аудиторные занятия (всего)                                |                  | 20/0,55                             | 20/0,55 |
| В том числе:  |                  |                                     |         |
| Лекции  |                  | 20/0,55                             | 20/0,55 |
| Практические занятия                                      |                  | -                                   | -       |
| Самостоятельная работа (всего)                            |                  | 14/0,38                             | 14/0,38 |
| Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации |                  | 14/0,38                             | 14/0,38 |
| Вид промежуточной аттестации (зачет)                      |                  | 2/0,06                              | 2/0,06  |
| Общая трудоемкость  | часы             | 36                                  | 36      |
|   | зачетные единицы | 1                                   | 1       |

#### 5 Содержание дисциплины

##### 5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

**Тема 1 Введение.** Современные теоретические и практические задачи химии биополимеров. Принципиальные методологические подходы. Этапы развития, основные открытия. Важнейшие достижения.

**Тема 2 Характеристика биополимеров.** Общая характеристика аминокислот (гидрофильные и гидрофобные). Связи, обуславливающие взаимодействие аминокислот в белках. Пептидная связь. Компоненты нуклеиновых кислот. Связи, возникающие в полинуклеотидной цепи. Детергенты. Гибридные молекулы.

**Тема 3 Фракционирование клеточного содержимого.** Скорость движения частицы в электрическом поле. Электрофоретическая подвижность. Гель-электрофорез. Факторы, улучшающие разрешение электрофореза. Факторы, влияющие на полимеризацию ПААГ. Электрофорез нуклеиновых кислот (НК). Характеристики нуклеиновых кислот, обуславливающие особенности их электрофореза. Электрофорез кольцевой ДНК и РНК. Низковольтный и высоковольтный гель-электрофорез НК. Электрофорез в денатурирующих гелях. Секвенирование ДНК. Электрофорез белков. ДСН-гель-электрофорез. Диск-электрофорез в ПААГ. Двумерный гель-электрофорез. Изоэлектрическая фокусировка. Методы разделения клеточного содержимого: центрифугирование и хроматография. Препаративное, дифференциальное и аналитическое центрифугирование. Анализ субклеточных фракций. Хроматографические методы (ионообменная хроматография, гидрофобная хроматография, аффинная хроматография, высокоэффективная жидкостная хроматография, гельфильтрация).

**Тема 4 Микроскопия.** Световая и флуоресцентная микроскопия. Конфокальный микроскоп. Микроскопия живых клеток. Пробоподготовка препаратов для электронной микроскопии. Методы просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии. Технология криоэлектронной микроскопии. Электронно-микроскопическая автордиография. Электронная микроскопия с сопряженным химическим и рентгеноструктурным анализом.

## 5.2 Разделы и темы дисциплины (модуля) и виды занятий

| № п/п        | Темы, разделы  | Всего часов | Виды занятий в часах |                      |                        |
|--------------|--|-------------|----------------------|----------------------|------------------------|
|              |  |             | Лекции (зачет)       | Практические занятия | Самостоятельная работа |
| 1            | Введение.  | 5           | 3                    | –                    | 2                      |
| 2            | Характеристика макромолекул. Основные свойства биополимеров. | 7           | 5                    | –                    | 2                      |
| 3            | Фракционирование клеточного содержимого.                     | 12          | 9                    | –                    | 3                      |
| 4            | Микроскопия.   | 5           | 3                    | –                    | 2                      |
| 5            | Промежуточная аттестация (подготовка, зачет)                 | 2           |                      | –                    |                        |
| ВСЕГО (часы) |  | 36          | 20                   | –                    | 14                     |

### 6 Темы практических занятий

Практические занятия программой не предусмотрены.

### 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

#### 7.1 Литература

*Основная:*

1 **Ким, А.М.** Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Ким. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. — 844 с. — 978-5-379-02004-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65281.html>

2 **Мюллер, С.** Нуклеиновые кислоты «от А до Я» [Текст]: учебное пособие / С. Мюллер. — Москва: БИНОМ, 2013. — 413 с. — Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.

3 **Пинчук, Л.Г.** Биохимия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.Г. Пинчук, Е.П. Зинкевич, С.Б. Гридина. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011. — 364 с. — 978-5-89289-680-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14362.html>

#### **Дополнительная:**

*а) Книжные издания:*

4 **Тюкавина, Н. А.** Биоорганическая химия [Текст]: учебное пособие/ Н. А. Тюкавина, Ю. И. Бауков. — Москва: ДРОФА, 2006. — 544 с. — Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.

5 **Дымшиц, Г.М.** Молекулярные основы современной биологии [Текст]: учебное пособие / Г. М. Дымшиц, О. В. Саблина. — Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2012. — 251 с. — Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.

6 **Льюин, Б.** Гены [Текст]: учебник / Б. Льюин; пер. 9-го англ. издания И. А. Кофиади [и др.]; ред. Д. В. Ребриков. — Москва: БИНОМ, 2012. — 896 с. — Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.

7 **Нефедова, Л.Н.** Применение молекулярных методов исследования в генетике [Текст]: учебное пособие / Л. Н. Нефедова, — Москва: ИНФРА-М, 2012. — 104 с. — Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.



8 **Клюшкіна Ю.Ф.** Органическая химия [Электронный ресурс]: практикум / Ю.Ф. Клюшкіна, А.В. Серов. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 187 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62856.html>

9 **Андрусенко С.Ф.** Биохимия и молекулярная биология [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / С.Ф. Андрусенко, Е.В. Денисова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 94 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63077.html>

10 Современные проблемы биохимии. Методы исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Барковский [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Высшая школа, 2013. — 492 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24080.html>

*б) Периодические издания:*

- 1 Генетика
- 2 Молекулярная биология
- 3 Сибирский экологический журнал
- 4 Успехи современной биологии
- 5 Цитология
- 6 Биология внутренних вод
- 7 Биология моря
- 8 PLOS
- 9 Journal of Bioorganic Chemistry
- 10 Electrophoresis
- 11 Analytical Biochemistry
- 12 Journal of Proteome Research

## **7.2 Программное обеспечение**

1. Microsoft Office
2. Open Office
3. Microsoft Windows
4. Adobe Acrobat Pro
5. Dr. Web Corporate Anti-Virus
6. Kaspersky Anti-Virus
7. Corel Draw
8. GIMP
9. BioEdit
10. CLUSTAL

## **7.3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1 <http://www.bionet.nsc.ru/vogis/> – бесплатная полная версия Вестника Вавиловского Общества Генетиков и Селекционеров. Архив статей на различные темы, касающиеся генетики, написанных ведущими отечественными специалистами;

2 <http://molbiol.ru/> – нейтральная русскоязычная территория для тех, кто связан с биологией или молекулярной биологией. Цель проекта – создать в интернете известное всем "профсоюзное место встречи". Организаторы проекта считают, что их задача только подготовить и обустроить информационную площадку, которая будет наполняться и

поддерживаться всем русскоязычным биологическим сообществом. Уже очень богатый и интересный ресурс, хорошее качество мета-информации по разным областям биологии, включая и генетику;

3 <http://www.geneforum.ru/> – форум для обсуждения широкого круга вопросов генетики. Представляет особый интерес для интересующихся студентов;

4 <http://forum.molgen.org/index.php> – форум для интересующихся популяционной генетикой человека и вопросами генеалогии;

5 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> – международная база молекулярно-генетических данных;

6 <http://www.bookre.org> – электронная библиотека рунета, поиск журналов и книг;

7 <http://elibrary.ru/defaultx.asp> – научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.

8. <https://expasy.org/> База данных по протеомике, поиску посттрансляционных модификаций, расчетам масс пептидов, предсказанию доменной организации белка

9. <http://www.matrixscience.com/> идентификация белков по массам пептидного фингерпринта через базу данных NCBI.

## **8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение института, необходимое для реализации программы включает в себя:

- Конференц-залы, помещения Пресноводного аквариумного комплекса (УНУ ПАК) и ЦКП «Ультрамикроанализ», помещение №434;

- Мультимедийные установки, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», оборудование Пресноводного аквариумного комплекса (УНУ ПАК) и ЦКП «Ультрамикроанализ», ламинарные боксы биологической безопасности класс II, амплификаторы ДНК, камеры для электрофореза, центрифуги, термостаты, шейкеры, рН-метры, система очистки воды Milli-Q, секвенатор GS FLX 454 (Roche, США), камера для изoeлектрофокусирования, масс-спектрометры MALDI и ESI.

## **9 Образовательные технологии**

При реализации различных видов учебной работы дисциплины используются следующие формы проведения занятий.

*Стандартные методы обучения:*

- Лекция;
- Видео-лекция;
- Дискуссия, круглый стол;
- Практические занятия;
- Самостоятельная работа;
- Лабораторная работа;
- Эксперимент;
- Консультации специалистов.

*Обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:*

- информационно-коммуникационные образовательные технологии – лекция-визуализация, представление научно-исследовательских работ с использованием специализированных программных сред.

#### **10 Кадровое обеспечение дисциплины (модуля)**

Реализацию образовательного процесса по программе дисциплины обеспечивает заведующий лабораторией аналитической биоорганической химии, доктор биологических наук, профессор Сергей Иванович Беликов.

Разработчик программы: д.б.н. Беликов С.И.

#### **11 Оценочные средства**

Оценочные средства представлены в **Приложении** к рабочей программе дисциплины в виде фонда оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов по освоению дисциплины.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине (модулю) «Химия биополимеров»

#### ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Химия биополимеров» направлен на формирование компетенций или отдельных их элементов в соответствии с ФГОС ВО 05.06.01 Науки о Земле по научной специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате.

#### 1 Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Индекс | Формулировка компетенции   |
|--------|--|
| УК-1   | способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях   |
| ОПК-1  | способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий   |
| ПК-1   | способностью выполнять отдельные задания по проведению научных исследований и обеспечению практического использования результатов интеллектуальной деятельности в области определения химического состава веществ и материалов с применением различных методов и средств химического анализа |
| ПК-2   | готовностью формировать предложения к плану научной деятельности и проектов в областях исследований специальности Науки об атмосфере и климате   |

#### 2 Программа оценивания контролируемой компетенции

| № п/п | Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины                   | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|-------|--|---|----------------------------------|
| 1     | Современные теоретические и практические задачи химии биополимеров | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-2                       | Контрольные вопросы, зачет       |
| 2     | Характеристика биополимеров  | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-2                       | Контрольные вопросы, зачет       |
| 3     | Фракционирование клеточного содержимого                            | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-2                       | Контрольные вопросы, зачет       |
| 4     | Микроскопия  | УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-2                       | Контрольные вопросы, зачет       |

#### 3 Оценочные средства текущего контроля

Текущий контроль проводится для оценки степени усвоения аспирантами учебных материалов, обозначенных в рабочей программе, и контроля СРС. Назначение оценочных средств текущего контроля – выявить сформированность компетенций (УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-2). Текущий

контроль осуществляется в виде систематической проверки знаний и навыков аспирантов. Для этого используется устный опрос.

### **Контрольные вопросы для текущей аттестации**

1. Основные группы биополимеров, особенности структуры.
2. Базовые подходы установления структуры биополимеров.
3. Структура и свойства аминокислот. Пептидная связь.
4. Структура и свойства рибо- и дезоксирибонуклетидов.
5. Принципы и механизмы электрофоретического метода разделения.
6. Методы электрофоретического разделения сложных белковых смесей.
7. Принципы визуализации макромолекул.

### **Критерии оценивания:**

При оценке ответа учитывается:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Ответ оценивается на *«отлично»*, если аспирант: полно излагает изученный материал, дает правильное определенное понятие; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из литературы, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Ответ оценивается на *«хорошо»*, если аспирант даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

*«Удовлетворительно»* ставится, если аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений темы, но при этом: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке теорий; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если ответ не удовлетворяет требованиям положительной оценки или аспирант отказывается отвечать на контрольные вопросы.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета.

#### **Список вопросов к зачету:**

1. Физико-химические методы, используемые для изучения тонкой структуры клетки. Наиболее существенные открытия в развитии методов микроскопии.
2. Физико-химические методы, используемые для изучения функционирования клетки. Наиболее существенные открытия в развитии культуры тканей.
3. Физико-химические методы, используемые для изучения свойств белков и нуклеиновых кислот. Наиболее существенные открытия в развитии методов рентгеноструктурного анализа.
4. Физико-химические методы, используемые для изучения структуры и активных центров макромолекул. Наиболее существенные открытия в развитии методов фракционирования клеточного содержимого.
5. Физико-химические методы, используемые для изучения взаимодействий макромолекул в клетке. Наиболее существенные открытия в развитии методов рентгеноструктурного анализа.
6. Физико-химические методы, используемые для изучения взаимодействий между клетками. Наиболее существенные открытия в развитии методов микроскопии.



7. Физико-химические методы, используемые для изучения физико-химических параметров макромолекул. Наиболее существенные открытия в развитии методов фракционирования клеточного содержимого.

8. Характеристика макромолекул: полипептидные и полинуклеотидные цепи. Связи, обуславливающие взаимодействие аминокислот в белках.

9. Компоненты нуклеиновых кислот. Связи, возникающие в полинуклеотидной цепи. Линейные и циклические полинуклеотидные цепи. Циклы Херши.

10. Понятия нативной и денатурированной структуры биополимера. Детергенты. Ренатурация, диссоциация и реассоциация. Гибридные молекулы.

11. Электрофорез. Скорость движения частицы в электрическом поле. Электрофоретическая подвижность.

12. Три типа электрофореза: с подвижной границей, зональный и непрерывный.

13. Электрофорез с носителем и без него.

14. Гель-электрофорез. Характеристика агарозного геля. Явление эндосмоса в агарозном геле.

15. Характеристика полиакриламидного геля (ПААГ). Факторы, улучшающие разрешение электрофореза. Факторы, влияющие на полимеризацию ПААГ.

16. Электрофорез нуклеиновых кислот. Характеристики нуклеиновых кислот, обуславливающие особенности их электрофореза.

17. Низковольтный и высоковольтный гель-электрофорез нуклеиновых кислот. Электрофорез в денатурирующих гелях. Маркерные молекулы. Лидирующие красители.

18. Электрофорез кольцевой ДНК и РНК. Секвенирование ДНК. Маркерные молекулы. Лидирующие красители.

19. Электрофорез белков. ДСН-гель-электрофорез. Диск-электрофорез в ПААГ.

20. Двумерный гель-электрофорез. Изоэлектрическая фокусировка.

21. Центрифугирование. Основы теории скорости седиментации. Седиментационное равновесие.

22. Аналитические и препаративные центрифуги. Основные правила седиментации. Коэффициент седиментации.

23. Скоростное центрифугирование. Факторы, влияющие на скорость седиментации.

24. Зональное центрифугирование. Зависимость седиментации от концентрации. Стандартные коэффициенты седиментации.

25. Оптические системы, используемые для определения концентрации компонентов в центрифугах.

26. Седиментация ДНК в щелочном градиенте сахарозы. Измерение молекулярной массы методом седиментационного равновесия. Примеры использования скоростной и зональной седиментации.

### Критерии оценки:

#### Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме зачета

| Оценка зачета | Требования к знаниям и критерии выставления оценок  |
|---------------|---|
| Зачтено       | Аспирант при ответе демонстрирует большую часть содержания тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями. |
| Не зачтено    | Аспирант при ответе демонстрирует знание меньшей части содержания тем учебной дисциплины                        |



ЛИСТ ОБНОВЛЕНИЯ

| Дата | Внесенные обновления | Подпись |
|------|----------------------|---------|
|      |                      |         |