

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 7**

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом ФИЦ КазНЦ РАН  
от 01.03.2019 № 8-А

Разработано и рекомендовано к утверждению  
Ученым советом  
КИББ ФИЦ КазНЦ РАН  
14 января 2019 г., протокол №1

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **«Методы оптической спектроскопии биосистем»**

Уровень высшего образования  
Подготовка кадров высшей квалификации  
Направление подготовки

#### **06.06.01 БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Направленность подготовки:

Биофизика (03.01.02)

Биохимия (03.01.04)

Квалификация выпускника:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения, трудоемкость дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Содержание дисциплины.
5. Формы текущего и итогового контроля, критерии оценки.
6. Перечень учебной литературы и ресурсов сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.
7. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения дисциплины.

## **1. ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СПОСОБ И ФОРМЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ, ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ**

Виды учебной деятельности: аудиторные занятия - 1 зачетная единицы труда (36 часов), самостоятельная работа – 4 зачетных единиц труда (144 часа), всего – 5 зачетных единиц труда (180 часов).

Форма проведения аудиторных занятий – лекции и консультации.

В рамках часов самостоятельной работы по указанию преподавателя аспиранты прорабатывают темы и осваивают теоретические вопросы, излагаемые в лекционном курсе, а также самостоятельно изучают другие вопросы программы.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**

### **2.1 Универсальные компетенции:**

- 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).

### **2.2 Обще-профессиональные компетенции:**

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

### **2.3.1 Профессиональные компетенции (для направленности Биофизика (03.01.02):**

- способность собирать и анализировать мировые научные знания в области современной биофизики, формулировать направления самостоятельных исследований, обобщать и анализировать полученные результаты и представлять их в виде научных публикаций (ПК-1);
- владение основами современных методов исследований в биофизике (ПК-2);
- способность к научным исследованиям в области молекулярной биофизики, биофизики клетки, биофизики сложных систем (ПК-3).

### **2.3.2 Профессиональные компетенции (для направленности Биохимия (03.01.04):**

- способность собирать и анализировать мировые научные знания в области современной биохимии, формулировать направления самостоятельных исследований, обобщать и анализировать полученные результаты и представлять их в виде научных публикаций (ПК-1);
- владение основами современных методов исследований в биохимии (ПК-2);
- способность к исследованию и выявлению закономерностей химических процессов жизнедеятельности, распределения, состава, структуры, функции, свойств и превращений веществ, присущих живым организмам, связи этих

превращений с деятельностью клеточных структур, клеток, тканей и органов (ПК-3).

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Методы оптической спектроскопии биосистем» является дисциплиной по выбору и включена в Блок № 1 программы аспирантуры, относящийся к вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки. Обучение проводится на втором курсе.

Данная дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общего профессионального курса «Молекулярная биология», «Физическая химия», «Биохимия», «Молекулярная физика», «Методы биофизики» в рамках магистерской программы образования или специалитета. Владением данными знаниями и умениями устанавливается в ходе вступительных испытаний в аспирантуру.

Аспирант должен обладать навыками самостоятельного освоения изучаемого материала.

Изучение дисциплины направлено на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальным дисциплинам направления подготовки 06.06.01 Биологические науки.

В результате освоения дисциплины аспирант должен получить дополнительные знания, умения и навыки. Аспирант должен:

#### **Знать:**

- особенности структуры и физико-химических свойств основных классов биополимеров,
- особенности работы с биологическими объектами,
- физико-химические принципы оптических методов исследования, используемых в биофизической химии: методы ИК-, КД-, УФ- и флуоресцентной спектроскопии;
- правила техники безопасности при проведении экспериментальных работ в лабораторных условиях.

#### **Уметь:**

- проводить поиск и систематизировать актуальные литературные данные по применению оптических методов исследования в биофизической химии,
- планировать и подбирать оптимальный метод для решения научных и практических задач в своей области,
- обрабатывать результаты анализа и подготовить отчет о проведенных исследованиях,
- сопоставлять данные различных физико-химических методов;
- критически анализировать полученные результаты в профессиональной и междисциплинарной аудитории.

**Владеть:**

- навыками использования оптических методов для решения задач научного и прикладного исследования в области биофизической химии,
- навыками пробоподготовки, исследования и анализа биологических объектов,
- навыками работы на основных типах оптических спектрометров,
- навыками обработки экспериментальных данных в соответствии с международными стандартами,
- навыками использования теоретических знаний для объяснения особенностей действия физических факторов на живые организмы,
- навыками планирования эксперимента в сфере научных исследований,
- навыками практической работы в биофизической лаборатории.

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ****Аудиторные занятия (36 часов)**

№ п/п	Содержание излагаемого материала
1	Введение в ИК-спектроскопию. Краткие сведения по теории ИК спектров. Нормальные колебания. Контуры полос. Интенсивности полос. Обертоны и составные полосы. Характеристические частоты: их использование и ограничения. Факторы, влияющие на характеристические частоты.
2	Количественные приложения ИК спектроскопии. Закон поглощения Бугера-Ламберта-Бэра. Отклонения от законов поглощения. Интерпретация колебательных спектров. Анализ смесей. Идентификация неизвестных веществ. Использование корреляционных таблиц.
3	Специальные задачи и методы ИК спектроскопии. Анализ спектров газов, жидких и твердых веществ. Метод нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО).
4	Приборы и материалы для спектроскопии ИК поглощения. Материалы, прозрачные в ИК-диапазоне спектра. Спектрометры с последовательным сканированием спектра. Спектрометры на основе интерферометра Майкельсона (Фурье-спектрометры). Выбор режимов работы спектрометров.
5	Методы подготовки образцов. Анализ растворов. Анализ жидкостей и суспензий. Кюветы для анализа жидкостей и уход за ними. Метод прессования таблеток. Подготовка образцов и их анализ методом НПВО.
6	Практическая регистрация ИК-спектров с использованием Фурье-ИК спектрометра «IR-Affinty1». Освоение основных методов подготовки проб и анализ водных растворов и твердых образцов (белки, липиды, нуклеиновые кислоты).
7	Освоение пакета прикладных программ для обработки ИК-Фурье спектров.
8	Введение в спектроскопию кругового дихроизма. Хиральность. Оптическая активность аминокислот, нуклеотидов, моносахаров. Оптическая активность

	белков, ДНК, полисахаридов.
9	Кюветы, пробоподготовка, волновой диапазон биологических объектов. Выбор параметров сканирования, контроль по спектрам CD, НТ, Abs. Регистрация спектров на спектрометре Jasco-1500.
10	Артефакты в спектрах КД: рассеяние <u>рэлеевское</u> (неупорядоченная агрегация) и <u>дифференциальное</u> (хиральная агрегация), линейный дихроизм, избыточное поглощение компонент растворителя.
11	Освоение пакета прикладных программ для обработки спектров КД. Он-лайн ресурсы: экспериментальные спектры КД, деконволюция спектров, теоретический расчет спектров КД.
12	Принципы флуоресцентной спектроскопии. Области поглощения и эмиссии хромофоров в белках. Спектры возбуждения и эмиссии. Статическая и динамическая флуоресценция. Тушение собственной флуоресценции и связывание лигандов.
13	Кюветы, пробоподготовка. Выбор параметров сканирования. Режимы сканирования – по возбуждению, по эмиссии, двумерное, динамического окна. Разделение вклада различных хромофоров в белках.
14	Артефакты в спектрах флуоресценции: поглощение света (inner filter effect), рассеяние. Способы их учета.
15	Применение флуоресцентных меток.
16	Спектроскопия электронного оптического поглощения (УФ-спектроскопия). Электронные переходы в белках и нуклеиновых кислотах, основные хромофоры. Порфириновое кольцо. Закон Бугера.
17	Факторы, влияющие на поглощение света макромолекулой. Связывание лигандов, конформационные переходы. Рэлеевское рассеяние и использование его для изучения конформационных переходов и связывания лигандов.
18	Практическая работа на УФ-спектрометре Lamda 25. Выбор параметров сканирования, толщины и материала кювет. Определение концентрации белка в растворе. Температурный переход спираль-клубок ДНК.

#### Самостоятельная работа (144 часа)

№ п/п	Содержание материала
1	Применение КД- и ИК-спектроскопии для изучения вторичной структуры белков: сопоставительная характеристика возможностей.
2	Применение ИК-спектроскопии для изучения конформационной подвижности белков в растворе и твердом состоянии: изотопный обмен.
3	Применение флуоресцентных меток для изучения связывания лигандов с белками и нуклеиновыми кислотами.
4	Измерение электрофоретической подвижности в растворе методом динамического светорассеяния для характеристики взаимодействия белков и пептидов с биологическими мембранами.

5	Компактизация ДНК: сочетание методов КД- и ИК-спектроскопии, динамического светорассеяния и флуоресценции для характеристики наноразмерных комплексов ДНК с лигандами.
6	Применение флуоресцентных красителей для исследования пермеабилizующей способности белков и низкомолекулярных лигандов по отношению к модельным липидным мембранам и клеткам.
7	Конструирование наноразмерных самоорганизующихся мультислойных систем: функциональные приложения и методы исследования.
8	Термоиндуцированные переходы в белках, нуклеиновых кислотах, липидных бислоях: выбор оптимальных методов исследования.
9	Белковые и полисахаридные гели: ИК-спектроскопия как метод выбора для изучения вторичной структуры.
10	2D-корреляционная ИК-, КД- и флуоресцентная спектроскопия: принципы и применение.

## 5. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

**5.1. Текущий контроль:** Текущий контроль освоения дисциплины проводится регулярно, начиная со второй недели обучения, в форме контроля посещаемости, устного опроса по изучаемой теме. Формой итогового контроля по дисциплине является самостоятельная регистрация ИК- и УФ спектров.

### 5.2. Критерии оценки итогового контроля:

«зачтено»	Правильно выбраны параметры сканирования, толщина и материал кювет, правильно проведена пробоподготовка, правильно зарегистрирован и расшифрован спектр.
«не зачтено»	Неправильно выбраны параметры сканирования, толщина и материал кювет и/или неправильно проведена пробоподготовка и/или неправильно зарегистрирован и расшифрован спектр.

**При отсутствии оценки «зачтено» обучающийся не допускается к промежуточной аттестации – кандидатскому экзамену по специальной дисциплине**

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Основная литература

1. Смит А.Л. - Прикладная ИК-спектроскопия: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. - 328 с.
2. Наберухин Ю.И. – Лекции по молекулярной спектроскопии. – НГУ. – Новосибирск. – 1973. – 293 с.
3. Демченко А.П. - Ультрафиолетовая спектрофотометрия и структура белков. – Киев: Наукова думка. – 1981. – 208 с.

## **6.2. Дополнительная литература**

1. Лебухов В.И. Физико-химические методы исследования / В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л.П. Павлюченкова. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012. – 480 с.
2. Браун Д. Спектроскопия органических веществ/ Браун Д., Флойд А., Сейнзбери М.: Пер. с англ. – М.: Мир, 1992. – 300 с.

## **6.3. Электронные ресурсы**

1. <http://dichroweb.cryst.bbk.ac.uk/html/home.shtml> - деконволюция спектров КД.
2. <http://pdb2cd.cryst.bbk.ac.uk/> - расчет спектров КД по рентгеновской структуре.
3. <http://www.biomol.net/en/tools/proteinextinction.htm> - расчет коэффициента экстинкции по первичной последовательности.

## **7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные занятия и консультации, самостоятельная работа по освоению дисциплины и подготовка к сдаче кандидатских экзаменов проводятся в специальных помещениях (читальный зал научной библиотеки и/или конференц-залы), оборудованных мебелью (столы, стулья), классной доской (меловой), компьютером, проектором для демонстрации презентаций.

Оборудование для практических работ:

1. УФ-спектрофотометр Lambda 25.
2. Спектрофлуориметр Rapoama.
3. Спектрофотометр кругового дихроизма Jasco J-1500.
4. Спектрофотометр Фурье-ИК IR Affinity1