



## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



### Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.3.2 «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СТРУКТУРНОЙ БИОЛОГИИ И БИОИНЖЕНЕРИИ»

Направление подготовки: 06.04.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки: «Биотехнология и биоинформационные системы»

Квалификация выпускника: Магистр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета  
Протокол № 4 от 20.04.2024  
Председатель \_\_\_\_\_ А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики  
Протокол № 15 от 17.04.2024  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.П. Саловарова

Иркутск 2024 г.

## Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины .....	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП .....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины .....	3
IV. Содержание и структура дисциплины .....	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	6
4.3 Содержание учебного материала .....	7
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....	10
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	11
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	11
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	12
а) перечень литературы .....	12
б) периодические издания .....	12
в) список авторских методических разработок .....	15
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	15
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	14
6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....	14
6.2. Программное обеспечение .....	14
6.3. Технические и электронные средства обучения .....	15
VII. Образовательные технологии .....	15
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации .....	15

### I. Цель и задачи дисциплины:

**Цель:** Рассмотреть современные практические и теоретические методы анализа структуры биологических макромолекул, которые позволяют изучать основные закономерности и особенности их функционирования и эволюции.

**Задачи:**

- получить целостное представление об основных принципах и технологиях современной структурной биологии;
- рассмотреть существующие методы получения информации о взаимосвязи структуры, динамики и функции биомолекул;
- охарактеризовать основные направления исследований в области структурной биологии, определить специфику практического и теоретического анализа структуры биополимеров;
- проиллюстрировать различные методические подходы структурной биологии на примере реальных исследований и разработок.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.3.2 «Современные методы структурной биологии и биоинженерии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений и является дисциплиной по выбору. Изучается на 2 курсе в третьем семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами бакалавриата («Биохимия», «Биофизика», «Физико-химические методы в биологии», «Молекулярная биология», «Математика») и магистратуры («Методы молекулярно-биологических исследований», «Биоинформационные технологии», «Молекулярная биотехнология»)

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: выполнение ВКР.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.04.01 «Биология», профиль «Биотехнология и биоинформационные системы»:

ПК-1: Способен творчески использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в области биотехнологий и биоинформационных систем.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 Способен творчески использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в области	ИДК ПК 1.1 Знает актуальные проблемы, основные открытия в области биотехнологии, биоинформатики, смежных дисциплин и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности	Знать: методы изучения взаимодействия биополимеров, принципы исследования структуры биополимеров физико-химическими и вычислительными методами. Уметь: применять в учебной и научно-практической работе теоретические знания о физико-химических и вычислительных методах исследования структуры биополимеров и механизмов их взаимодействия. Владеть: навыками выбора методов и средств решения прикладных и теоретических задач исследования биополимеров.

<p>биотехнологий и биоинформационных систем</p>	<p><i>ИДК ПК 1.2</i>  Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: основные принципы и теоретические основы методов, используемых в структурной биологии.  Уметь: формулировать задачи исследований в области структурной биологии, выбирать необходимые методы и оборудование для научно-исследовательских и проектных работ, интерпретировать полученные результаты.  Владеть: методологическими подходами, необходимыми для выявления, описания, идентификации и классификации механизмов и процессов, определяющих структуру и взаимодействие биологических макромолекул.</p>
	<p><i>ИДК ПК 1.3</i>  Владеет навыками творческого применения методологических подходов для разработки биологических моделей, новых технологий и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических рекомендаций.</p>	<p>Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе, в междисциплинарных областях.  Уметь: использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, работать с научно-технической информацией, выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах, генерировать собственные идеи при решении исследовательских и практических задач;  Владеть: системой знаний по организации и постановке эксперимента в области структурных исследований биологических молекул, а также способностью к теоретическому анализу результатов наблюдений и экспериментов.</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.**

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий не менее 20% часов от аудиторной работы (8 часов)

**Форма промежуточной аттестации: зачет.**

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Введение. Структурная биология в современных науках о жизни	3	12		2	2		8	Контрольные вопросы
2	Тема 2. Оптическая спектроскопия. Флуоресцентная и конфокальная микроскопия	3	12		2	2		8	Контрольные вопросы доклад
3	Тема 3. Масс-спектрометрия в структурной биологии	3	12		2	2		8	Контрольные вопросы доклад
4	Тема 4. Резонансная спектроскопия биомолекул.	3	12		2	2		8	Контрольные вопросы доклад
5	Тема 5. Рентгеновская кристаллография и малоугловое рентгеновское рассеяние	3	12		2	2		8	Контрольные вопросы доклад

6	Тема 6. Электронная просвечивающая микроскопия и атомно-силовая микроскопия	3	12		2	2		8	Контрольные вопросы доклад
7	Тема 7. Спектроскопия комбинационного рассеяния в структурной биологии	3	12		2	2		8	Контрольные вопросы доклад
8	Тема 8. Структурная биоинформатика и молекулярное моделирование	3	12		2	2		8	Отчет по практической работе
9	Тема 9. Белковая инженерия для решения задач структурной биологии	3	12		2	2		8	Отчет по практической работе

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Тема 1. Введение. Структурная биология в современных науках о жизни.	КВ 1-4.	1-2	8	Контрольные вопросы	Раздел 5 а-г
3	Тема 2. Оптическая спектроскопия. Флуоресцентная и конфокальная микроскопия	Темы докладов № 1, 2; КВ 5-17.	3-4	8	Контрольные вопросы доклад	- « -
3	Тема 3. Масс-спектрометрия в структурной биологии	Темы докладов № 3, 4; КВ 18-30.	5-6	8	Контрольные вопросы доклад	- « -
3	Тема 4. Резонансная спектроскопия биомолекул.	Темы докладов № 5, 6; КВ 31-50	7-8	8	Контрольные вопросы доклад	- « -
3	Тема 5. Рентгеновская кристаллография и малоугловое рентгеновское рассеяние	Темы докладов № 7, 8; КВ 51-65	9-10	8	Контрольные вопросы доклад	- « -
3	Тема 6. Электронная просвечивающая микроскопия и атомно-силовая микроскопия.	Темы докладов № 9,10; КВ 66-80	11-12	8	Контрольные вопросы доклад	- « -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Тема 7. Спектроскопия комбинационного рассеяния в структурной биологии	Темы докладов № 11, 12; КВ 81-90	13-14	8	Контрольные вопросы доклад	- « -
3	Тема 8. Структурная биоинформатика и молекулярное моделирование	Практическая работа № 1	15-16	8	Отчет по практической работе	- « -
3	Тема 9. Белковая инженерия для решения задач структурной биологии	Практическая работа № 2	17-18	8	Отчет по практической работе	- « -
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 32						
<b>Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) - 32</b>						

### **4.3 Содержание учебного материала**

#### **Тема 1. Введение. Структурная биология в современных науках о жизни.**

Объекты, задачи и методы структурной биологии. Структурная биология и биоинженерия в историческом аспекте. Методы структурной биологии. 1. Эмпирический подход: физико-химические методы (*in vitro*). 2. Теоретический подход: методы структурной биоинформатики (*in silico*). 3. Прикладной подход: методы генетической инженерии биомолекул (*in vivo*).

#### **Тема 2. Оптическая спектроскопия. Флуоресцентная и конфокальная микроскопия.**

Молекулярная спектроскопия электронного поглощения света. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Измерение концентрации молекул в растворе. Коррекция светорассеяния в спектрах поглощения. Локализационная микроскопия (PALM, STORM). STED-микроскопия. Молекулярная флуоресцентная спектроскопия. Спектры возбуждения и испускания молекул. Флуоресцентная спектроскопия с временным разрешением. Фёрстеровский резонансный перенос энергии. Структурные исследования с применением Фёрстеровского резонансного переноса энергии. Методы флуоресцентной микроскопии в исследованиях структуры и взаимодействий молекул. Флуоресцентная микроспектроскопия одиночных молекул. Устройство микроспектрометров для измерения флуоресценции одиночных молекул. Структурные исследования с применением флуоресцентной спектроскопии одиночных молекул. Анализ вторичной структуры белков. Анализ структуры ДНК. Конфокальная микроскопия и спектроскопия кругового дихроизма (КД).

#### **Тема 3. Масс-спектрометрия в структурной биологии**

Принцип масс-спектрометрического и хромато-масс-спектрометрического анализа. Идентификация и структурный анализ низкомолекулярных соединений. Идентификация и структурный анализ пептидов и белков. Применение хромато-масс-спектрометрии для качественного и количественного омиксного анализа сложных смесей.

#### **Тема 4. Резонансная спектроскопия биомолекул.**

Основные принципы ЯМР-спектроскопии, история развития метода. Место ЯМР-спектроскопии среди других методов структурной биологии. Фурье ЯМР-спектроскопия и устройство современных ЯМР-спектрометров. Многомерная спектроскопия ЯМР. Параметры ЯМР, несущие структурную информацию. Определение вторичной и пространственной структуры белка по данным ЯМР. Продольная и поперечная релаксация. Исследование внутримолекулярной динамики белковых молекул по данным ЯМР. Изотопные метки и диапазон применимости различных методов ЯМР.

ЭПР-спектроскопия История создания метода. Устройство ЭПР-спектрометра, введение спиновых меток в биомолекулы. Задачи структурной биологии, решаемые с помощью ЭПР-спектроскопии.

#### **Тема 5. Рентгеновская кристаллография и малоугловое рентгеновское рассеяние**

История создания и основные физические принципы метода рентгеноструктурного анализа. Интерференция и дифракция. Место рентгеноструктурного анализа среди других методов структурной биологии. Задачи, решаемые с помощью рентгеноструктурного анализа биомолекул. Результат рентгеноструктурного эксперимента, базы данных пространственных структур, преимущества и ограничения метода. Кристаллизация белков и их комплексов. Основные понятия и термины: симметрия, кристаллическая решетка, элементарная ячейка, независимая часть, пространственное разрешение. Построение рентгеноструктурного эксперимента. Фазовая проблема и пути ее решения. Расшифровка и уточнение структуры, основные параметры качества структурной модели. Время разрешенная кристаллография на синхротронах и лазерах на свободных электронах (XFEL). Нейтронная и

электронная кристаллография. Малоугловое рассеяние рентгена в растворе биомакромолекул. Схема эксперимента и его отличие от кристаллографии. Преимущества и недостатки метода. Анализ кривых малоуглового рассеяния. Участок Гинье и графики Кратки как источник информации о свойствах образца. Программное обеспечение, моделирование структуры и конформационной подвижности на основе данных рассеяния.

#### **Тема 6. Электронная просвечивающая микроскопия и атомно-силовая микроскопия.**

История электронной микроскопии. Устройство электронного микроскопа, принципы формирования изображения. Возможности и применение электронной микроскопии макромолекул в структурной биологии.

Основные физические принципы работы атомно-силового микроскопа. Исследование молекулярных объектов методом АСМ. Новые тенденции в развитии атомно-силовой микроскопии. Примеры работ, демонстрирующих использование АСМ для структурных исследований биомолекул.

#### **Тема 7. Спектроскопия комбинационного рассеяния в структурной биологии**

Основы колебательной спектроскопии. Особенности применения ИК и КР в изучении биологических объектов. Принципы интерпретации колебательных спектров. Применение КР спектроскопии в исследованиях структуры и особенностей взаимодействия биологических молекул. Возможности КР спектроскопии в исследованиях на уровне клеток и тканей, в том числе в живых организмах. Принципы усиления эффекта КР, гигантское комбинационное рассеяние (ГКР). Формирование КР усиливающих структур, применение эффекта в изучении живых объектов (на примере исследования мозга). КР микроскопия. Новые тенденции использования КР в микроскопии ближнего поля и зондово усиленной спектроскопии (Tip Enhanced Raman)

#### **Тема 8. Структурная биоинформатика и молекулярное моделирование**

Понятие эксперимента *in silico*. Методы молекулярного моделирования как необходимый компонент интерпретации экспериментальных данных в структурной биологии. Метод эмпирических силовых полей. Молекулярная динамика. Моделирование на основании гомологии. Молекулярный фолдинг. Поворотная изомерия и потенциальная энергия биополимеров. Карты Рамачандрана. Профиль гидрофобности. Молекулярный докинг и виртуальный скрининг химических баз данных. Понятие о драг-дизайне. Структурные базы данных. Поиск в базах данных, алгоритмы выравнивания по последовательности и по структуре. Алгоритм Sippl&Stegbuchner. Белковый дизайн и перспективы его будущих применений.

#### **Тема 9. Белковая инженерия для решения задач структурной биологии**

Подходы в белковой инженерии для решения задач структурной биологии. Конструирование белков - область применения. Глобулярные и мембранные белки, различные системы рекомбинантной продукции. Требования, предъявляемые к системам рекомбинантной продукции. Факторы, влияющие на уровень экспрессии рекомбинантных белков. Экспрессия в *E. coli*, клетках насекомых и эукариотических клетках. Различные подходы, штаммы и особенности. Клеточный дисплей и фаговый дисплей. Бесклеточная продукция белков. Устройство бесклеточной белоксинтезирующей системы. Рибосомный дисплей. мРНК-дисплей. Возможности и преимущества перед клеточными системами. Особенности применения для продукции мембранных белков. Понятие ренатурации белков. Особенности ренатурации глобулярных и мембранных белков. Основные подходы для ренатурации. Способы получения белковых молекул, содержащих генетически кодируемые и ковалентные метки, включая спектроскопические, флуоресцентные, парамагнитные и изотопные

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	Тема 1	Структурная биология и биоинженерия: теоретические и практические аспекты	2		Контрольные вопросы	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
2	Тема 2	Оптические методы структурной биологии	2		Контрольные вопросы доклад	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
3	Тема 3	Хромато-масс-спектрометрический анализ	2		Контрольные вопросы доклад	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
4	Тема 4	Резонансная спектроскопия биополимеров	2		Контрольные вопросы доклад	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
5	Тема 5	Рентгеноструктурный анализ в структурной биологии	2		Контрольные вопросы доклад	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
6	Тема 6	Электронная и атомно-силовая микроскопия	2		Контрольные вопросы доклад	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
7	Тема 7	Колебательная спектроскопия	2		Контрольные вопросы доклад	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
8	Тема 8	Предсказание пространственной структуры макромолекул. Пространственное выравнивание белков	2		Отчет по практической работе	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
9	Тема 9	Белковая инженерия: фаговый дисплей	2		Отчет по практической работе	<b>ПК-1</b> <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Тема 1. Введение. Структурная биология в современных науках о жизни	1. Подготовка к контрольному опросу	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i>
2	Тема 2. Оптическая спектроскопия. Флуоресцентная и	1. Подготовка к контрольному опросу 2. Подготовка докладов по теме	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК1.3</i>

	конфокальная микроскопия			
3	Тема 3. Масс-спектрометрия в структурной биологии	1. Подготовка к контрольному опросу 2. Подготовка докладов по теме	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
4	Тема 4. Резонансная спектроскопия биомолекул.	1. Подготовка к контрольному опросу 2. Подготовка докладов по теме	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
5	Тема 5. Рентгеновская кристаллография и малоугловое рентгеновское рассеяние	1. Подготовка к контрольному опросу 2. Подготовка докладов по теме	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
6	Тема 6. Электронная просвечивающая микроскопия и атомно-силовая микроскопия	1. Подготовка к контрольному опросу 2. Подготовка докладов по теме	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
7	Тема 7. Спектроскопия комбинационного рассеяния в структурной биологии	1. Подготовка к контрольному опросу 2. Подготовка докладов по теме	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
8	Тема 8. Структурная биоинформатика и молекулярное моделирование	1. Подготовка отчета по ПР № 1 «Применение Предсказание пространственной структуры макромолекул. Пространственное выравнивание белков»	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
9	Тема 9. Белковая инженерия для решения задач структурной биологии	1. Подготовка отчета по ПР № 2 «Белковая инженерия: фаговый дисплей»	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК1.3</i>

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента преследует следующие цели:

- совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования;
- углубление и расширение знаний по предмету.

По дисциплине «Современные методы структурной биологии и биоинженерии» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- а) Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой;
- б) подготовка к контрольному опросу на практических занятиях;
- в) подготовка устных докладов с презентацией;
- г) подготовка отчетов по практическим работам;

*Письменные работы.* Для самостоятельного изучения тем рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме.

*Устный доклад* – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

*План доклада по теме «Исследование структуры и структурно-функциональных особенностей биомакромолекул методом ....»*

1. Общая характеристика метода, его история, принципы, лежащие в основе, используемое оборудование и материалы, возможности и ограничения (недостатки) метода.
2. Пример(ы) расшифровки структуры и молекулярных механизмов функционирования макромолекул с использованием этого метода (необходимо указать развернутую характеристику биомолекул – таксономическую, биохимическую, молекулярно-генетическую, структурную, эволюционную и т.п.!). **Дополнительный бонус** – если описываемый пример связан с тематикой собственных научных исследований.
3. Значение расшифровки данной структуры для практики (разработка лекарственных средств, новые (био)технологии, модернизация методов исследований и т.д.).

При выполнении задания **обязательно** использовать журнальные публикации на английском языке!

*Рекомендации по подготовке презентации.*

Презентации — способ представления информации, сочетающий в себе текст, гипертекстовые ссылки, компьютерную анимацию, графики, видео, музыку и звуковой ряд, которые организованы в единую среду. Презентация имеет сюжет, сценарий и структуру, организованную для удобного восприятия информации. Отличительной особенностью презентации является её интерактивность, то есть создаваемая для пользователя возможность взаимодействия через элементы управления.

Презентация всегда состоит из двух основных компонентов: информации, которую выступающий хочет донести до аудитории, и манеры изложения. Написанный на бумаге текст помогает более четко и последовательно изложить материал. Презентации обычно делают в PowerPoint, в Impress, либо в Acrobat. Желательно придерживаться принципа: один слайд - одна мысль. Титульный слайд должен содержать название презентации, её автора, контактную информацию автора. На втором слайде обычно представлен план презентации, основные разделы или вопросы, которые будут рассмотрены. Остальные слайды нужно строить по модели: тезис - аргументы – вывод. Выводы всегда должно быть даны ясно и лаконично на отдельном слайде. Предпоследний слайд должен содержать информацию об использованных источниках литературы, интернет-ресурсах. Последний слайд может повторять титульный с добавлением фразы «Спасибо за внимание!»

На слайды должны попасть только самые важные тезисы и данные, а также графический материал: диаграммы, рисунки, фотографии. Старайтесь делать слайды на однородном светлом фоне с более контрастным текстом. Ключевые слова в предложении лучше выделять жирным шрифтом или цветом. Текст пишите крупно, плотно набранный текст сложнее воспринимается.

*Содержание и форма отчета по практической работе*

Отчет по практической работе должен включать следующие разделы:

1. НАЗВАНИЕ РАБОТЫ
2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ
3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В данном разделе приводятся характеристики исследуемого объекта в соответствии с индивидуальным заданием, дается перечень использованных в работе компьютерных программ, иных электронных ресурсов и баз данных; описание методик. Не следует включать материалы, не использованные в работе.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В данном разделе приводятся результаты работы в виде таблиц, рисунков и схем. Дается обсуждение результатов работы: адекватность результатов поставленным задачам, интерпретация результатов с позиции основных биологических теорий и т.д.

5. ВЫВОДЫ

**4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов):** не предусмотрены учебным планом.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) перечень литературы**

1. Биология клетки. Физико-химические, структурно-функциональные и информационные основы [Текст] : учеб. пособие / Г. Ф. Жегунов [и др.] ; ред. Г. Ф. Жегунов. - 5-е изд., стер. - М. : Ленанд, 2018. - 542 с. - ISBN 978-5-9710-4976-0 +
2. Биофизика [Электронный ресурс] / М. В. Волькенштейн. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Лань, 2012. - 594, с. - ISBN 978-5-8114-0851-1+
3. Сутягин В. М. Физико-химические методы исследования полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. - 3-е изд., испр. - Электрон. текстовые дан. - [Б. м.] : Лань, 2018. - 140 с. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2712-3+
4. Введение в биоинформатику [Текст] : учеб. пособие / А. Леск ; пер с англ. под ред.: А. А. Миронова, В. К. Швядоса. - 2-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 978-5-94774-501-6+
5. Молекулярная биология клетки [Текст] / Д. М. Фаллер, Д. Шилдс ; пер. с англ. И. Б. Збарского. - М. : Бином, 2016. - 256 с. - ISBN 978-5-9518-0436-5 (6)+
6. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Дж Уолкер. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 848 с. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2877-2+

### **б) периодические издания**

«Биологические мембраны», «Биохимия», «Биофизика», «Биотехнология», «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии», «Известия РАН. Серия биологическая», «Микробиология», «Молекулярная биология», «Прикладная биохимия и микробиология»

### **в) список авторских методических разработок:**

1. Биофизика: учебно-методическое пособие / А. А. Приставка, Г. В. Юринова, З. А. Ефременко, В. Л. Михайленко, В. П. Саловарова ; [под общ. ред. В. П. Саловаровой]. – Иркутск : Издательство ИГУ, 2021. – 1 электронный оптический диск
2. Приставка А.А. Большой практикум по биоинженерии и биоинформатике. В 3 ч. Ч. 1. Белки : учеб.-метод. пособие / А.А. Приставка, В.П. Саловарова. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 121 с.
3. Физико-химические методы в биологии : учеб. пособие / В.П. Саловарова, А.А. Приставка, Н.Л. Белькова, Г.В. Юринова, О.А. Берсенева. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 295 с.
4. Физико-химические методы в биологии: теоретические и экспериментальные основы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Л. Михайленко [и др.]. - Электрон. текстовые дан., 5,34 Мб. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2018 . - эл. опт. диск (CD-ROM) - ISBN 978-5-9624-1622-9

### **г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - Интернет-версия международного журнала по биохимии и биохимическим аспектам молекулярной биологии, биоорганической химии, микробиологии, иммунологии, физиологии и биомедицинских исследований. Статьи в pdf-формате.
2. <http://www.6years.net/index.php> - портал бесплатной медицинской информации, содержит большое количество книг, учебных пособий биохимической направленности.

3. <http://www.chemexper.com/> - поиск химических соединений в различных базах данных
4. <http://www.dmb.biophys.msu.ru> - Информационная система «Динамические модели в биологии», рассчитанная на широкий круг пользователей, включает в себя гипертекстовые документы и реляционные базы данных и обеспечивает унифицированный доступ к разнообразной информации по данной предметной
5. <http://www.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.
6. <http://www.emolecules.com/> - поиск соединений в комбинаторных базах данных
7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - NCBI (National Center Biotech Information)
8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast> - программа выравнивания последовательностей BLAST (Basic Local Alignment Sequence Tool)
9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> - PubMed, текстовая база данных медицинских и биологических публикаций на английском языке, является бесплатной версией базы данных MEDLINE.
10. <http://www.rcsb.org/pdb/> - база данных по структуре белков PDB (Protein 3D Structure database)
11. <http://www.tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.
12. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
13. ЭБС «Руконт». Адрес доступа <http://rucont.ru/>
14. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
15. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

## VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Аудитория для проведения занятий практического типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт. Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт. весы аналитические HR-200 – 1 шт., весы лабораторные OHAUS – 2 шт., рефрактометр ИРФ 454Б2М – 1 шт., рефрактометр УРП – 1 шт., фотоэлектрокалориметр KF 77 – 1шт., центрифуга лабораторная ОПК-8 – 1 шт., центрифуга лабор-я, медицин-я, настольная ЦЛн 16 с микропроцес-ной системой управл – 1 шт., спектрофотометр СФ-2000, ферментер Minifors Spesco бактериальный – 1шт., термостат WB4MS водный /с перемешиванием/ - 1 шт., термостат ТС-1/80 СПУ – 1 шт. служащими для представления учебной информации по дисциплине «Современные методы структурной биологии и биоинженерии» *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине в виде презентации.

Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на

20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок tium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; с неограниченным доступом к сети Интернет; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: специализированной мебелью на 8 посадочных мест; Вытяжной шкаф – 1шт., Ламинарный шкаф – 2 шт., Термостат ТС-80 – 2 шт., Лабораторный стол металлический – 3 шт., Лабораторный стол с резиновой поверхностью – 2 шт., Холодильник «Атлант» – 1шт. Микроскоп монокулярный – 8 шт, Микроскоп "Биолам"-1 шт., Стерилизатор паровой ВК-75 ПТ "ТЗМОИ" – 1шт., Пипетка автоматическая Ленпипет 0,5-10 м"-1 шт., Пипетка-дозатор"-1 шт., Микроскоп Levenhuk D870Т тринокуляр"-1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Ноутбук Lenovo"-2 шт., Принтер Brother -1 шт., Принтер Canon -1 шт.

### **6.2. Программное обеспечение:**

- DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.
- Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.
- Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.
- Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

### **6.3. Технические и электронные средства:**

- Презентации по отдельным темам курса;
- онлайн ресурс для исследования потенциальной энергии молекул *CheMagic Molecula* ([chemagic.org/molecules/amini.html](http://chemagic.org/molecules/amini.html));
- онлайн ресурс для построения карт Рамачандрана *Ramachandran Plot Inspection* ([proteopedia.org/wiki/index.php?title=Tutorial:Ramachandran\\_Plot\\_Inspection](http://proteopedia.org/wiki/index.php?title=Tutorial:Ramachandran_Plot_Inspection));
- программа для исследования профиля гидрофобности белков EMBOSS Pepinfo ([www.ebi.ac.uk/Tools/seqstats/emboss\\_pepinfo](http://www.ebi.ac.uk/Tools/seqstats/emboss_pepinfo));
- Базы данных Uniprot и PDB;
- Программа для структурного выравнивания белков «3D View» (<https://www.rcsb.org/3d-view>);
- Программы выравнивания последовательностей семейства BLAST;
- Образовательный портал Educa.

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для освоения дисциплины «Современные методы структурной биологии и биоинженерии» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.
- *Лекция-визуализация.* Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.
- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий является семинар.
- *Семинар-исследование.* Технология проведения зависит от метода, который заложен в основу семинара. В рамках предмета «Регуляция внутриклеточных процессов» данная образовательная технология предполагает подготовку и защиту докладов по актуальным теоретическим и практическим проблемам дисциплины.
- *Коллоквиумы* – вид учебного занятия, проводимого с целью проверки и оценивания знаний учащихся. Коллоквиум может проводиться в форме индивидуальной беседы преподавателя со студентом или как массовый опрос. В ходе группового обсуждения студенты учатся высказывать свою точку зрения по определенному вопросу, защищать свое мнение, применяя знания, полученные на занятиях по предмету. В ходе коллоквиума также проверяются письменные работы студентов, проводится защита докладов.
- *Самостоятельная работа студентов* (см. п.4.4).
- *Дистанционные образовательные технологии.* Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Современные методы структурной биологии и биоинженерии» используется *компьютерные сетевые технологии* (интернет-технологии) – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Для организации дистанционного обучения на основе этих технологий используется специализированное программное средство - образовательный портал ИГУ ([educa.isu.ru](http://educa.isu.ru)).

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### ***Оценочные материалы для входного контроля***

Для входного контроля оценки уровня знаний студентов используется тестирование по основным разделам биофизики, биохимии, биоинформатики и молекулярной биологии.

#### *Демонстрационный вариант теста для входного контроля*

1. Какие связи образуют  $\alpha$ -спираль во вторичной структуре белка?
  - а) Вандер-Ваальса; б) гидрофобные; в) пептидные; г) водородные
2. В основе абсорбционной спектроскопии лежит явление:
  - а) поглощения кванта электромагнитного излучения определенной длины волны молекулами вещества; б) рассеяния излучения при прохождении через раствор изучаемого вещества; в)

флуоресценции раствора, содержащего изучаемые компоненты; г) электронного перехода между основным и возбужденным состоянием.

3. Выберите тип молекулярного перехода, соответствующий поглощению молекулой инфракрасного излучения:

а) ядерный; б) между основным состоянием и любым колебательным уровнем первого возбужденного состояния; в) вращательный; г) между колебательными уровнями в пределах одного электронного уровня.

4. Какое из перечисленных утверждений о последовательности, структуре и функции белка не верно?

а) два белка могут обладать различными свертками, но выполнять сходные функции; б) минимальное количество замен аминокислотных остатков, необходимое для изменения функции белка – 1; в) два белка могут обладать сходной сверткой, но выполнять различные функции; г) предсказывать функции белка, как правило, сложнее, чем прогнозировать его структуру.

### ***Оценочные материалы текущего контроля***

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета. В рамках дисциплины «Современные методы структурной биологии и биоинженерии» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- защита докладов;
- защита отчетов по практическим работам
- контроль самостоятельной работы.

Фонд оценочных средств включает:

- контрольные вопросы;
- перечень тем докладов;
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС);
- перечень вопросов для зачета.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. п. III). Студенты, не выполнившие задания текущего контроля или получившие за них оценку «не удовлетворительно», до промежуточной аттестации не допускаются, пока не будут ликвидированы все задолженности.

### **Темы докладов**

1. Флуоресцентная спектроскопия и микроскопия
2. Двойная поляризационная интерферометрия и круговой дихроизм
3. Сверхбыстрая лазерная спектроскопия
4. Масс-спектрометрия
5. Ядерно-магнитно-резонансная спектроскопия (ЯМР)
6. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР)
7. Макромолекулярная кристаллография
8. Малоугловое рассеяние света
9. Криоэлектронная микроскопия (крио-ЭМ)
10. Ограниченный протеолиз
11. Рамановская спектроскопия (комбинационного рассеяния)
12. *Можно предложить свой вариант метода для доклада (по согласованию с преподавателем)*

*Критерии оценки доклада:*

- Новизна текста: а) актуальность темы; б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых

связей (межпредметных, внутрипредметных, интеграционных); в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; г) явленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений; д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

- Степень раскрытия сущности вопроса: а) соответствие содержания теме и плану доклада; б) полнота и глубина знаний по теме; в) обоснованность способов и методов работы с материалом; г) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).
- Обоснованность выбора источников: а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).
- Соблюдение требований к оформлению: а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соответствие презентации содержанию доклада и рекомендациям по ее подготовке (см. п. 4.4).

Оценка *«отлично»*. В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, хорошим научным языком. Доклад сопровождается презентацией, которая составлена с соблюдением общих требований оформления, содержит ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д. При обсуждении студент демонстрирует понимание изучаемой проблемы и методологии научного исследования, владение профессиональной терминологией и умение грамотно отвечать на вопросы аудитории.

Оценка *«хорошо»*. Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Имеются недочеты в оформлении презентации или презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента на вопросы не являются исчерпывающими и аргументированными.

Оценка *«удовлетворительно»*. Тема раскрыта не полностью, материал не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент дает неправильные или исчерпывающие ответы.

Оценка *«неудовлетворительно»*. Тема не раскрыта, приведен скудный объем материала; презентация отсутствует или не соответствует требованиям. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют вопросам.

### **Контрольные вопросы**

1. Укажите предпосылки возникновения структурной биологии.
2. Какова практическая значимость структурной биологии и биоинженерии?
3. Взаимосвязь собственных научных интересов с целями и задачами дисциплины.
4. Какие принципы лежат в основе группирования методов структурной биологии и биоинженерии?
5. Каков принцип работы спектрофотометра?
6. Что такое молярный коэффициент экстинкции?
7. Что такое оптическая плотность? Как ее измерить?
8. Какие существуют способы модуляции световых потоков в спектрометрическом оборудовании?
9. Поглощение раствора, содержащего вещество с молекулярным весом 423 в концентрации 32 мкг/мл составляет 0,27 при 540 нм в односантиметровой кювете. Чему равен коэффициент молярного погашения при 540 нм, если допустить, что закон Бера соблюдается?

10. Раствор соединения А имеет  $D_{260} = 0,45$  и  $D_{450} = 0,03$ . Раствор второго соединения Б имеет  $D_{260} = 0,004$  и  $D_{450} = 0,81$ . 2 мл раствора А смешали с 1 мл раствора Б. Результирующая оптическая плотность смеси  $D_{260} = 0,3$  и  $D_{450} = 0,46$ . Имеется ли взаимодействие между веществами А и Б?
11. В процессе титрования белка при 295 нм найдено, что коэффициент экстинкции резко возрастает при рН 9,6. При рН 11,7 он возрастает снова, причем это увеличение составляет одну треть от первого. Известно, что в белке содержится 8 остатков тирозина. Что вы можете сказать о структуре белка?
12. Среднее содержание Г-Ц пар в ДНК *Escherichia coli* составляет 50 %. Исследовали динамику изменения молярного коэффициента экстинкции при 260 нм при повышении температуры (кривая денатурации). Однако вместо плавной кривой наблюдалась двухступенчатая: с  $T_{пл} = 82$  и  $88$  °С. Первая ступень составляет 20 % всего возрастания. Какое объяснение можно дать этому явлению?
13. В чем преимущества и недостатки разных видов световой микроскопии?
14. Как и для чего применяют флуоресцентные красители? Какие флуоресцентные красители вам известны?
15. В каких случаях эффективно использовать люминесцентную и флуоресцентную микроскопию?
16. Какие возможности дает конфокальная микроскопия и почему?
17. Для подсчета числа бактерий в 1 мл бактериальной культуры удобнее всего использовать фазово-контрастный микроскоп. Однако для подсчета числа вирусов этот метод непригоден из-за слишком малого размера частиц. Объясните, как для этой цели можно использовать флуоресцентную микроскопию. Какое свойство вирусов следует иметь в виду, чтобы добиться оптимальных условий подсчета? Какие вирусы легче сделать видимыми, ДНК- или РНК-вирусы?
18. Каков принцип работы масс-спектрометра?
19. Опишите принцип действия квадрупольного масс-анализатора
20. Каким образом ионы в масс-спектрометре образуются, ускоряются, разделяются и регистрируются?
21. В чём состоит фокусирующее действие магнитного поля анализатора в масс-спектрометре?
22. Что называется разрешающей силой масс-спектрометра и чем она определяется? Каковы пути её увеличения?
23. Что называется чувствительностью масс-спектрометра и чем она определяется? Каковы пути её увеличения?
24. На чём основана идентификация ионов в масс-спектре?
25. Как устанавливается брутто-формула вещества?
26. Как определяются потенциалы ионизации молекул?
27. Как определяются энергии разрыва химических связей? Какие данные нужны для их определения?
28. Назовите основные типы реакций распада органических соединений в масс-спектрометрии
29. В масс-спектре дихлорметана видны пики, соответствующие массам 84, 86, 88. Относительные интенсивности этих линий равны соответственно 9:6:1. Каким ионам соответствуют эти пики? Как можно объяснить их относительную интенсивность?
30. Углерод на 99 % состоит из  $^{12}\text{C}$  и на 1 % — из  $^{13}\text{C}$ . В масс-спектре некоторого углеводорода пик, отвечающий наибольшему массовому числу, появляется при массе  $M+1$ . Он соответствует молекулярному иону, содержащему один атом  $^{13}\text{C}$ . Пик при массе  $M$  соответствует молекулярному иону, содержащему только атомы  $^{12}\text{C}$ . Этот пик в 16,5 раз интенсивнее пика для  $M+1$ . Сколько атомов углерода в молекуле углеводорода?
31. Чем обусловлен магнитный момент ядра и как его можно определить?

32. Какие условия нужно создать, чтобы зарегистрировать явление ядерного магнитного резонанса?
33. От чего зависит разность заселенностей энергетических уровней?
34. Каким образом влияет на интенсивность сигнала ЯМР ядерная магнитная релаксация?
35. Как получить максимальную интенсивность сигнала ЯМР?
36. Чему равна величина постоянного магнитного поля во вращающейся с частотой  $\omega_0$  системе координат?
37. Для чего при регистрации сигналов ЯМР изменяют величину магнитного поля?
38. Что определяет ширину линии ЯМР?
39. Что такое локальное поле и константы экранирования?
40. Почему в спектроскопии ЯМР используют вещества-стандарты?
41. Какие физико-химические факторы влияют на величину константы экранирования ядер в молекулах?
42. Что такое константа спин-спинового взаимодействия?
43. Какие параметры анализируют в спектрах ЯМР высокого разрешения и какую информацию дает этот анализ?
44. Система ядерных спинов находится во внешнем магнитном поле, которое в момент  $t = 0$  скачком возрастает (убывает). Какая величина будет характеризовать время изменения энергии системы?
45. Какие факторы определяют ширину линий в спектрах ЯМР?
46. В чем заключается суть явления электронного парамагнитного резонанса?
47. Что такое спин-спиновая и спин-решеточная релаксация в спектрах магнитного резонанса?
48. Какова природа ширины спектральных линий в ЯМР- и ПМР-спектрах?
49. Что такое g-фактор в ЭПР спектрах?
50. В ЭПР-спектрометре частота резонансного поглощения энергии составляет  $4 \cdot 10^{10}$  Гц. Принимая множитель Ланде  $g = 2$ , определить индукцию постоянного магнитного поля, при котором будет наблюдаться парамагнитный резонанс.
51. Назовите задачи рентгенофазового анализа веществ
52. Природа рентгеновских лучей, их преломление, дифракция.
53. Опишите возникновение и особенности спектров тормозного и характеристического рентгеновского излучения.
54. Назовите основные уравнения дифракции рентгеновских лучей.
55. Назовите основной закон поглощения рентгеновских лучей.
56. Каковы особенности рассеяния рентгеновских лучей?
57. Каков принцип работы устройств для генерации рентгеновских лучей?
58. Опишите устройство дифрактометра.
59. Назовите детекторы рентгеновских лучей и принцип их работы.
60. В чем суть уравнения дифракции Лауэ?
61. В чем заключается подход Вульфа-Брэгга?
62. Что такое обратная решетка и для чего она используется?
63. Что такое построение Эвальда? Какова суть геометрической интерпретация дифракции?
64. Перечислите основные узлы дифрактометра и их назначение.
65. Каковы принципы фокусировки в дифрактометре?
66. Какие приемы подготовки образцов для электронной микроскопии Вам известны?
67. Какие способы контрастирования используют в электронной микроскопии?
68. Каковы возможности трансмиссионной и сканирующей электронной микроскопии?
69. Какие методы в сочетании с микроскопией позволяют изучать локализацию веществ, отдельных реакций, ферментов в клетке и тканях?
70. Какие факторы определяют пространственное разрешение растровой электронной микроскопии?

71. Какие электроны называются вторичными, а какие обратно рассеянными? Как зависит коэффициент вторичной эмиссии от атомного номера  $Z$ ?
72. Какие особенности структуры материала можно определить при помощи просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения?
73. Перечислите методы пробоподготовки для ПЭМ.
74. Как определить кристаллическую структуру при помощи ПЭМ?
75. Сформулируйте основные принципы методов сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) и приведите их классификацию.
76. Какого латерального разрешения возможно достичь в СТМ и в АСМ? Чем определяется предельное латеральное разрешение и разрешение по высоте?
77. Объясните, как работают сканеры в зондовых микроскопах. Какие основные виды сканеров вы знаете?
78. Перечислите основные виды артефактов в АСМ изображениях? Объясните причины их возникновения.
79. Какие виды АСМ зондов вы знаете? Каковы принципы подбора зондов для определенного вида исследований?
80. Какие зондовые методы для изучения электрофизических свойств поверхности вы знаете? Сформулируйте их принципы и особенности.
81. В чем сущность ИК-спектроскопии?
82. Почему колебательные переходы происходят только с нулевого уровня колебательной энергии?
83. Что такое характеристические частоты групп и как можно оценить область их проявления.
84. Почему полосы поглощения в ИК-области более узкие, чем в видимой и ультрафиолетовой?
85. Почему в ИК-области нельзя работать с водными растворами? Каким образом осуществляется подготовка образца для ИК-спектрофотометрии?
86. Какую качественную и количественную информацию о веществе или материале можно извлечь из его ИК- и КР- спектров?
87. Объясните природу ИК- и КР- спектров, какие процессы лежат в основе данных видов спектроскопии?
88. Каково устройство ИК- и КР спектрометров? Опишите источники излучения, детекторы, оптические элементы, материалы для кювет.
89. Каков принцип работы ИК-Фурье спектрометра? Каковы его преимущества по сравнению с диспергирующим ИК-спектрометром?
90. Применение КР-спектроскопии для исследования биомолекул.

*Критерии оценивания ответов на контрольные вопросы:*

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

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

Ответ оценивается на «хорошо», если студент 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 студент 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 студент отказывается отвечать на контрольные вопросы

### ***Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачета***

Форма промежуточной аттестации - *зачет*. Система оценок: пятибалльная. ОС этого типа должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность компетенции ПК-1, заявленной в п. III.

#### **Примерный список вопросов к зачету**

1. Объекты, цели и задачи структурной биологии.
2. Общая характеристика методов структурной биологии.
3. Молекулярная абсорбционная спектроскопия – общие принципы метода и область применения.
4. Молекулярная флуоресцентная спектроскопия, значение для структурных исследований.
5. Методы флуоресцентной микроскопии в исследованиях структуры и взаимодействий молекул.
6. Конфокальная микроскопия.
7. Спектроскопия кругового дихроизма.
8. Принцип масс-спектрометрического анализа.
9. Идентификация и структурный анализ соединений с помощью хромато-масс-спектрометрии.
10. Основные принципы ЯМР-спектроскопии.
11. Исследование внутримолекулярной динамики белковых молекул методом ЯМР.
12. ЭПР-спектроскопия – особенности метода и применимость в структурной биологии.
13. Физические принципы метода рентгеноструктурного анализа.
14. Кристаллизация биополимеров и их комплексов для рентгеноструктурного анализа.
15. Малоугловое рассеяние рентгеновского излучения – особенности и область применения метода.
16. Принцип электронной микроскопии, ее применение в структурной биологии.
17. Физические принципы работы атомно-силового микроскопа. Использование АСМ для структурных исследований биомолекул.
18. Колебательной спектроскопии – принципы и особенности ИК и КР спектроскопии.
19. Применение Рамановской спектроскопии в исследованиях структуры и взаимодействия биологических молекул.
20. Методы молекулярного моделирования в структурной биологии.
21. Молекулярный докинг и виртуальный скрининг химических баз данных.
22. Выравнивание биополимеров по последовательности и по структуре.
23. Принципы и подходы в белковой инженерии для решения задач структурной биологии.
24. Клеточные системы белковой инженерии.
25. Бесклеточные системы структурной биоинженерии.

#### ***Критерии оценки:***

«*Отлично*»: ответ полный, отражающий большинство сторон рассматриваемого вопроса; в ответе грамотно используется терминология и даются определения; проведен анализ, сравнение и приведены конкретные примеры. Отсутствуют ошибки в формулировке терминов и оценке фактов.

«Хорошо»: в ответе отражена основная суть рассматриваемого вопроса; грамотно использована терминология; проведен анализ, сравнение и приведены примеры. Допускаются незначительные упущения фактов, незначительные ошибки в терминологии.

«Удовлетворительно»: студент выполнил задание, но при этом допустил принципиальные погрешности (незнание необходимой для данного вопроса теории, терминологии и фактологии).

«Неудовлетворительно»: при ответе студентом не выполнены требования, указанные для положительных отметок или студент отказывается отвечать на вопросы билета.

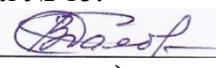
Разработчик:

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

доцент Приставка А.А.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.04.01 Биология.

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 17.04.2024 г. протокол № 15.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Саловарова 

***Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.***