
УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«25» мая 2026 г.
Протокол № 2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Анализ структуры биополимеров»**

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: III в биотехе

Специализация: Структурная биоинформатика

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 2 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	5
3. Тематический план.....	8
4. Содержание дисциплины (модуля).....	8
5. Учебно-методическое обеспечение	9
6. Материально-техническое обеспечение	9
7. Методические и оценочные материалы	11

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Анализ структуры биополимеров» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль ИИ в биотехе, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Анализ структуры биополимеров» позволяет заложить фундамент для понимания молекулярных механизмов биологических процессов, что критически важно для исследований в области биотехнологии, биомедицины и разработки лекарств.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль ИИ в биотехе и входит в обязательную часть Блока 1 как дисциплина по выбору, подлежащая обязательному изучению на специализации «Структурная биоинформатика».

Дисциплина (модуль) изучается на 1 курсе во 2 семестре.

Цель изучения дисциплины (модуля): формирование у обучающихся системного понимания пространственной организации биополимеров, а также развитие навыков анализа, визуализации и интерпретации трёхмерных структур белков в контексте их биологической функции, устойчивости и взаимодействий.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- изучить уровни организации белковой структуры и физико-химические основы их формирования;
- освоить типы межатомных взаимодействий, стабилизирующих макромолекулярные структуры;
- научиться выявлять функционально значимые элементы: активные центры, домены, сайты связывания лигандов;
- овладеть навыками визуализации и анализа структур с использованием программ, таких как PyMOL;
- развить способность критически оценивать качество экспериментальных и предсказанных структур, а также интерпретировать влияние мутаций и взаимодействий на функцию белка.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- основные уровни организации структуры белков и принципы их формирования;
- типы межатомных взаимодействий, стабилизирующих структуры макромолекул;
- особенности доменной организации и связь структуры с функцией для разных типов белков;
- ключевые экспериментальные методы определения структуры белков и их ограничения;
- базовые принципы предсказания структуры белков по последовательности и типичные источники ошибок;
- принципы взаимодействия белков с лигандами, ингибиторами и лекарственными

соединениями.

уметь:

- интерпретировать трёхмерные структуры белков и соотносить их с функцией;
- анализировать структуры и создавать научные иллюстрации с использованием программ визуализации, включая PyMOL;
- выявлять ключевые структурные элементы: активные центры, сайты связывания, домены, элементы вторичные структуры;
- оценивать качество экспериментальных и предсказанных структур;
- анализировать влияние мутаций на структуру и функцию белка;
- читать и критически разбирать научные статьи в области структурной биологии.

владеть:

- базовыми навыками работы с инструментами молекулярной визуализации;
- терминологией структурной биологии;
- навыками структурно-функционального анализа белков на качественном уровне;
- базовыми подходами к анализу межмолекулярных взаимодействий.

2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-1.	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1.	Знает основные принципы системного подхода и методы критического анализа, а также теоретические основы стратегического планирования и принятия решений
		УК-1.2.	Умеет применять методы системного анализа для выявления ключевых проблемных ситуаций, формулировать гипотезы и разрабатывать альтернативные стратегии действий на основе полученных данных
		УК-1.3.	Имеет практический опыт в проведении анализа реальных проблемных ситуаций в рамках проектов, способен вырабатывать и обосновывать стратегии действий, учитывая различные аспекты и последствия
УК-2.	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1.	Знает основные методологии управления проектами, ключевые этапы жизненного цикла проекта и инструменты для планирования и контроля
		УК-2.2.	Умеет разрабатывать проектную документацию, устанавливать цели и задачи проекта, а также эффективно распределять ресурсы и управлять рисками на всех этапах его реализации
		УК-2.3.	Имеет практический опыт в управлении реальными проектами, включая планирование, исполнение и завершение, а также в оценке результатов и проведении анализа успешности проекта
ПК-1.	Способен определять общие формы и закономерности области искусственного	ПК-1.1.	Знает основные теоретические концепции и принципы искусственного интеллекта в биотехнологии, а также методы

	интеллекта в биологии, медицине или биотехнологии, обрабатывать и интерпретировать данные биологических исследований		обработки, анализа и визуализации данных в биологии, медицине или биотехнологии
		ПК-1.2.	Умеет проводить систематический анализ области профессиональной деятельности, выявлять закономерности и тенденции, моделировать основные биологические процессы и интерпретировать полученные результаты с использованием методов биоинформатики и искусственного интеллекта
		ПК-1.3.	Имеет практический опыт работы в области искусственного интеллекта в биотехнологии, включая участие в научных проектах, исследованиях или практических заданиях
ПК-2.	Способен математически корректно ставить и решать естественнонаучные и прикладные задачи в области биологии, медицины или биотехнологий	ПК-2.1.	Знает основные методы математического моделирования и теоретические основы современной биологии и биоинформатики, необходимые для корректной постановки задач
		ПК-2.2.	Умеет формулировать математические модели биологических процессов, выбирать адекватные методы решения и интерпретировать результаты в профессиональном контексте
		ПК-2.3.	Имеет практический опыт постановки и решения прикладных задач с использованием методов ИИ в области биологии, медицины или биотехнологий
ПК-3.	Способен решать задачи профессиональной деятельности и применять методы искусственного интеллекта в прикладных и фундаментальных исследованиях в области биологии, медицины или биотехнологий	ПК-3.1.	Знает принципы и методы решения профессиональных задач, включая применение профильно-специализированных знаний в области ИИ для фундаментальных и прикладных исследований в области биологии, медицины или биотехнологий
		ПК-3.2.	Умеет применять математические и компьютерные методы, формулировать результаты и анализировать их последствия для научных и практических решений

		ПК-3.3.	Имеет опыт участия в проектах, где методы ИИ применялись для решения исследовательских и прикладных задач в области биологии, медицины или биотехнологий
ПК-5.	Способен передавать результаты прикладных задач в виде профессиональных рекомендаций в области искусственного интеллекта, биоинформатики и биотехнологии	ПК-5.1.	Знает методы формулирования рекомендаций и терминологию области искусственного интеллекта и биоинформатики
		ПК-5.2.	Умеет интерпретировать результаты анализа и моделирования и формулировать рекомендации для практического применения в области биологии, медицины или биотехнологий
		ПК-5.3.	Имеет опыт разработки рекомендаций по результатам проектов в области искусственного интеллекта и биотехнологии

3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостояте льная работа	
		Лекции	Семинары (практичес кие занятия)			
1	Основы структурной биологии и анализ белковых структур	8	1		19	Доклад
2	Методы определения и предсказания структуры белков	8	1		19	Доклад
3	Структура и функция ключевых классов белков	8	1		19	Доклад
4	Динамика белков и прикладные аспекты	6	1		17	Доклад
	Экзамен			6		
Итого:		30	4	6	74	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		114				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		3				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Основы структурной биологии и анализ белковых структур	Введение в структурную биологию Анализ и визуализация структуры белка в PyMOL Межатомные взаимодействия в структурах белков Первичная и вторичная структура белков Третичная структура белка Доменная организация
2	Методы определения и предсказания структуры белков	Методы получения структур белков, Xray Методы получения структур белков, CryoEM и NMR Предсказание структуры белков по последовательности. AlphaFold. Ошибки в предсказанных моделях
3	Структура и функция ключевых классов белков	Мембраны. Мембранные белки, каналы, рецепторы ДНК- и РНК-связывающие белки Структурная биология ферментов Структурные белки, белки запасаания и переносчики
4	Динамика белков и прикладные аспекты	Подвижность, конформационные переходы. Неструктурированные белки журклуб: Мутации. Ингибиторы. Лекарства

5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Шувалов, В. Ю. Химические основы биологических процессов : задачник : пособие / В. Ю. Шувалов, М. А. Воронцова. - Омск : Издательство Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского, 2024. - 108 с. - ISBN 978-5-7779-2711-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2192885>.
2. Чиркин, А. А. Биологическая химия : учебник / А. А. Чиркин, Е. О. Данченко, В. В. Хрусталева. - Минск : Вышэйшая школа, 2023. - 481 с. - ISBN 978-985-06-3567-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2219164>.
3. Бен-Наим, А. Проблема сворачивания белка : учебное пособие / А. Бен-Наим. - Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2026. - 255 с. - ISBN 978-5-91559-202-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2241436>.

Дополнительная литература:

1. Ямашкин, С. А. Вопросы биологической химии с элементами биоорганической химии. Статическая биохимия : учебное пособие / С. А. Ямашкин, И. С. Степаненко. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. - 136 с. - ISBN 978-5-9729-2428-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2226798>.
2. Дрюк, В. Г. Биологическая химия : учебник для вузов / В. Г. Дрюк, С. И. Скляр, В. Г. Карцев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 292 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12077-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/586577>.

6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной

мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- механическими калькуляторами;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование»	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное

TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

7. Методические и оценочные материалы

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Анализ структуры биополимеров» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, доклад, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые

Электронный документ

вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

Семинар – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

Доклад – это структурированное устное или письменное представление информации по определенной теме, предназначенное для информирования или обсуждения.

Методические рекомендации по подготовке к докладу включают тщательное изучение темы и сбор необходимых материалов, а также создание четкой структуры и практику представления с акцентом на основные моменты и визуальные материалы.

Самостоятельная работа – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Анализ структуры биополимеров»

Оценивание уровня учебных достижений обучающихся по дисциплине (модулю) осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в форме *экзамена*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину (модуль). Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует
9	Отлично	
8	Отлично	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
		ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
7	Хорошо	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	
5	Удовлетворительно	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	
3	Не сдан	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Анализ структуры биополимеров» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Доклад	20%	1	Структурированное устное или письменное представление информации по определенной теме
Экзамен	80%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Анализ структуры биополимеров»: $\langle 0,2 \times \text{Доклад} + 0,8 \times \text{Экзамен} \rangle$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные темы и критерии оценивания для доклада

1. Анализ структуры и механизма действия фермента триозофосфатизомеразы
2. Структурные особенности G-белок-сопряжённых рецепторов и их роль в сигнальных каскадах
3. Механизм ионной селективности в калиевых каналах: анализ по данным крио-ЭМ
4. Сравнение структур гемоглобина и миоглобина: связь структуры с функцией переноса кислорода
5. Анализ предсказанной структуры белка с помощью AlphaFold: оценка достоверности и выявление функциональных сайтов
6. Структурная основа действия ингибиторов тирозинкиназ при лечении рака
7. Особенности ДНК-связывающих доменов: спираль-поворот-спираль, цинковые пальцы, лейциновая застёжка
8. Конформационные изменения в белке при связывании лиганда (на примере аллостерического фермента)
9. Структура и динамика интринзически неупорядоченных белков
10. Сравнение методов рентгеноструктурного анализа и крио-электронной микроскопии на примере крупных белковых комплексов

Критерии оценивания доклада:

— Соответствие темы содержанию дисциплины и её актуальность — тема доклада относится к структурной биологии, затрагивает анализ биополимеров и имеет научную или прикладную значимость.

— Глубина структурного анализа — корректно описаны уровни организации белка, выделены домены, элементы вторичной структуры, функциональные участки (активные центры, сайты связывания).

— Использование визуализации и качество иллюстраций — представлены понятные и информативные изображения структур (с помощью PyMOL или других инструментов), подчёркивающие ключевые особенности.

— Обоснованная связь структуры с функцией — чётко показано, как пространственная организация определяет биологическую активность белка, включая механизмы действия, регуляции или взаимодействия.

— Критический анализ качества структуры — проведена оценка достоверности данных (экспериментальных или предсказанных), обсуждены ограничения метода (разрешение, rLDDT, отсутствие лиганда и т.д.).

— Логичность, ясность и структурированность изложения — доклад представлен последовательно, с чёткой композицией: введение, основная часть, выводы; речь грамотная, термины используются корректно.

— Оформление и соблюдение академических норм — соблюдены сроки, использованы достоверные источники (PDB, научные статьи), присутствуют ссылки, отсутствуют фактические и грамматические ошибки.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Какие уровни структурной организации белков вы знаете?	Первичный, вторичный, третичный, четвертичный	УК-1
2.	Какой метод позволяет определить структуру белка с атомным разрешением?	Рентгеноструктурный анализ (X-ray)	УК-2
3.	Какой тип взаимодействия стабилизирует α -спираль?	Водородные связи между пептидными группами	ПК-1
4.	Что такое домен в третичной структуре белка?	Функционально и структурно независимая часть белка	ПК-2
5.	Какой базе данных можно найти экспериментальные структуры белков?	Protein Data Bank (PDB)	ПК-3
6.	Какой инструмент используется для визуализации 3D-структуры белка?	PyMOL, Chimera, UCSF ChimeraX	ПК-5
7.	Что означает RMSD при сравнении структур?	Среднеквадратичное отклонение C α -атомов — мера структурного сходства	УК-1
8.	Какой метод подходит для анализа крупных мембранных комплексов?	Крио-электронная микроскопия (крио-ЭМ)	УК-2
9.	Что такое активный центр фермента?	Участок, где происходит каталитическая реакция	ПК-1
10.	Какой белок связывает ДНК с помощью мотива «цинковый палец»?	Транскрипционный фактор (например, Zif268)	ПК-2
11.	Какой метод предсказывает структуру белка по последовательности с высокой точностью?	AlphaFold	ПК-3
12.	Что такое pLDDT в модели AlphaFold?	Показатель локальной достоверности предсказания структуры	ПК-5

13.	Какой тип белка может существовать в неупорядоченной форме?	Интринзически неупорядоченный белок	УК-1
14.	Какой метод не требует кристаллизации белка?	Крио-ЭМ, ЯМР	УК-2
15.	Что такое аллостерический центр?	Сайт связывания модулятора, удалённый от активного центра	ПК-1
16.	Какой тип взаимодействия стабилизирует третичную структуру за счёт гидрофобных остатков?	Гидрофобное взаимодействие	ПК-2
17.	Как называется изменение формы белка при связывании лиганда?	Конформационный переход	ПК-3
18.	Какой ингибитор связывается с активным центром фермента?	Конкурентный ингибитор	ПК-5
19.	Что такое вторичная структура белка?	Локальные складки: α -спирали, β -слои, повороты	УК-1
20.	Какой метод позволяет изучать динамику белков в растворе?	Ядерный магнитный резонанс (ЯМР)	УК-2