
УТВЕРЖДЕНА

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

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Физические основы молекулярного моделирования»**

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) «Физические основы молекулярного моделирования» 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) «Физические основы молекулярного моделирования» позволяет заложить фундаментальную физическую основу для понимания молекулярных механизмов биологических процессов, что критически важно для успешного применения методов молекулярного моделирования, рационального дизайна белков и 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 в 1 семестре.

Цель изучения дисциплины (модуля): формирование у обучающихся системного понимания физических законов, лежащих в основе структурной организации и функционирования белков, а также развитие навыков количественного анализа процессов сворачивания, стабильности и взаимодействий биомолекул с использованием методов классической и статистической физики.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- изучить уровни организации белковой структуры и физико-химические основы аминокислот и их взаимодействий;
- освоить принципы самоорганизации белков, включая гидрофобный эффект, энтальпийно-энтропийный баланс и кинетические аспекты сворачивания;
- понять взаимосвязь между последовательностью, структурой и функцией белков, включая механизмы действия ферментов и аллостерических взаимодействий;
- научиться рассчитывать энергетические и кинетические параметры белковых превращений и интерпретировать экспериментальные данные;
- овладеть базовыми методами физико-химических расчётов и представлениями об экспериментальных подходах к изучению стабильности и динамики белков.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- строение белка: строение аминокислот, уровни организации белковой структуры, классификация структур белков, модификации белков, мембранные белки;
- принципы самоорганизации белков: элементарные взаимодействия, обеспечивающие стабильность структуры; энтальпийный и энтропийный факторы, гидрофобный эффект, принципы сворачивания белков, парадокс Левинталя, конформационные переходы;
- принципы функционирования белков: связь между последовательностью, структурой и функцией; функциональные классы белков, ферменты, активный центр, аллостерические взаимодействия, белок-белковые взаимодействия.

уметь:

- излагать мысли и идеи об особенностях строения белков, а также обосновывать их, ссылаясь на законы классической и статистической физики;
- рассчитывать скорость и энергию превращений, происходящих с белком/в белке, интерпретировать результаты экспериментальных данных;
- рисовать схемы ферментативных реакций и составлять кинетические уравнения.

владеть:

- основными методами расчета основных физико-химических параметров;
- общими представлениями об экспериментальных методах, связанных с изучением стабильности и функционирования белков.

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 физико-химических дисциплин	12	12		15	Домашнее задание Тест
2	Молекулярные взаимодействия и структура белков	10	10		20	Домашнее задание Тест
3	Специализированные белковые системы и функции	8	8		15	Домашнее задание Тест
	Экзамен			4		
Итого:		30	30	4	50	
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 физико-химических дисциплин	Введение. Предмет курса. Основы термодинамики. Основы химической кинетики. Элементы статистической физики. Элементы электростатики.
2	Молекулярные взаимодействия и структура белков	Элементарные взаимодействия в белках. Взаимодействие белка с растворителем. Гидрофобный эффект. Заряды в белке. Образование вторичной структуры. Пространственное строение белков. Денатурация белков. Сворачивание белков.
3	Специализированные белковые системы и функции	Мембранные белки. Ферменты.

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. Каданцев, В. Н. Биофизические основы живых систем : учебное пособие для вузов / В. Н. Каданцев. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 200 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19793-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/588849>.

2. Основы физической химии : в 2 ч. Ч. 1 : Теория : учебник / В. В. Еремин, С. И. Каргов, И. А. Успенская [и др.]. - 7-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2023. - 351 с. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-93208-663-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2115244>.

Дополнительная литература:

1. Основы физической химии : в 2 ч. Ч. 2 : Вопросы и задачи : учебник / В. В. Еремин, С. И. Каргов, И. А. Успенская [и др.]. - 7-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2023. - 274 с. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-93208-664-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2115245>.

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) «Физические основы молекулярного моделирования» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, тесты, 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 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, Электронный документ

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.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал, использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Тест – особая форма проверки знаний. Проводится после освоения одной или нескольких тем и свидетельствует о качестве понимания основных понятий изучаемого материала. Тестовые задания составлены к ключевым понятиям, основным разделам, важным терминологическим категориям изучаемой дисциплины.

Для подготовки к тесту необходимо знать терминологический аппарат дисциплины, понимать смысл научных категорий и уметь их использовать в профессиональной лексике. Владение понятийным аппаратом, включённым в тестовые задания, позволяет преподавателю быстро проверить уровень понимания студентами важных методологических категорий.

Бонусные баллы — это оценки, которые студенты могут получить за выполнение дополнительных заданий. Формат бонусных баллов позволяет студентам улучшить общую оценку по дисциплине (модулю) и стимулирует углубленное изучение материала.

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) «Физические основы молекулярного моделирования»

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 syllabus 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 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.
9	Отлично	
8	Отлично	
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) «Физические основы молекулярного моделирования» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	40%	10	Устные ответы на вопросы, список которых известен студенту заранее
Тест	10%	5	Форма проверки знаний студентов через ответы на вопросы с выбором из нескольких вариантов ответов
Экзамен	20%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Физические основы молекулярного моделирования»: $\langle 0,2 \times \text{Среднее за домашние задания} + 0,2 \times \text{Среднее за тесты} + 0,6 \times \text{Экзамен} \rangle$.

В рамках изучения дисциплины (модуля) возможно получение бонусных баллов.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1. Термодинамический анализ сворачивания белка

1. Рассчитайте изменение свободной энергии (ΔG) при сворачивании белка при 25 °С, если известны $\Delta H = -300$ кДж/моль, $\Delta S = -900$ Дж/(моль·К).
2. Определите, спонтанен ли процесс.
3. Объясните вклад энтальпийного и энтропийного факторов.
4. Оформите решение с пояснением физического смысла каждого параметра.

Домашнее задание 2. Гидрофобный эффект и самоорганизация

1. Объясните, почему гидрофобные аминокислоты стремятся в ядро белка.
2. Используя понятия энтропии воды и упорядоченности молекул, опишите механизм гидрофобного эффекта.
3. Приведите пример белка, в котором гидрофобное ядро критично для стабильности.
4. Оформите ответ в виде мини-эссе (1–2 страницы).

Домашнее задание 3. Кинетика ферментативной реакции

1. Для фермента с $K_m = 5$ мМ и $V_{max} = 120$ мкмоль/(л·с) рассчитайте начальную скорость при $[S] = 2$ мМ.
2. Постройте график зависимости скорости от концентрации субстрата (по Михаэлису–Ментен).
3. Объясните, как аллостерические модуляторы могут повлиять на кинетику.
4. Укажите, в чём физический смысл K_m и V_{max} .

Примерные задания для теста

Вопрос 1.

Какой из перечисленных факторов вносит основной вклад в стабильность третичной структуры белка?

1. Ковалентные связи
2. Гидрофобный эффект
3. Водородные связи
4. Ионные взаимодействия

Правильный ответ: 2

Вопрос 2.

Что определяет константа Михаэлиса (K_m)?

1. Максимальную скорость реакции
2. Сродство фермента к субстрату
3. Число активных центров
4. Энергию активации

Правильный ответ: 2

Вопрос 3.

Какой тип взаимодействия преобладает между полярными аминокислотами в водной среде?

1. Гидрофобные
2. Ван-дер-Ваальсовы
3. Водородные связи
4. Дисульфидные мостики

Правильный ответ: 3

Вопрос 4.

Что происходит с энтропией воды при образовании гидрофобного ядра?

1. Увеличивается
2. Уменьшается
3. Не изменяется
4. Становится отрицательной

Правильный ответ: 1

Вопрос 5.

Какой уровень структуры белка определяется водородными связями между пептидными группами?

1. Первичный
2. Вторичный
3. Третичный
4. Четвертичный

Правильный ответ: 2

Вопрос 6.

Какой процесс описывает парадокс Левинталя?

1. Быстрое сворачивание белка несмотря на огромное число конформаций
2. Медленная денатурация при высокой температуре
3. Спонтанное образование дисульфидных связей
4. Активация фермента при связывании субстрата

Правильный ответ: 1

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Какой тип структуры белка определяется последовательностью аминокислот?	Первичная	УК-1
2.	Как называется энергия, доступная для совершения полезной работы?	Свободная энергия Гиббса	УК-2
3.	Какой эффект лежит в основе формирования гидрофобного ядра белка?	Гидрофобный эффект	ПК-1
4.	Какой тип связи стабилизирует α -спираль?	Водородная связь	ПК-2
5.	Что такое K_m в кинетике ферментов?	Константа Михаэлиса	ПК-3
6.	Какой закон описывает зависимость скорости реакции от температуры?	Уравнение Аррениуса	ПК-1
7.	Какой уровень структуры формируется за счёт взаимодействий между доменами?	Третичный	УК-1
8.	Как называется процесс потери нативной структуры белка?	Денатурация	УК-2
9.	Какой параметр характеризует скорость ферментативной реакции при насыщении субстратом?	V_{max}	ПК-3
10.	Какой фактор компенсирует уменьшение энтропии белка при сворачивании?	Увеличение энтропии воды	ПК-1
11.	Как называется участок фермента, где связывается субстрат?	Активный центр	ПК-2
12.	Какой тип белка встраивается в липидный бислой?	Мембранный белок	ПК-5
13.	Какой закон связывает изменение энергии с работой и теплотой?	Первый закон термодинамики	УК-2
14.	Какой тип взаимодействия стабилизирует третичную структуру за счёт противоположно заряженных групп?	Ионная связь	ПК-2
15.	Что описывает уравнение Нернста?	Равновесный потенциал для иона	ПК-5
16.	Какой принцип объясняет, почему белки сворачиваются быстро, несмотря на множество путей?	Направленный фолдинг (парадокс Левинталя)	ПК-1
17.	Какой тип структуры образуется за счёт водородных связей в полипептидной цепи?	Вторичная	УК-1
18.	Как называется изменение структуры белка под действием лиганда в другом участке?	Аллостерия	ПК-3
19.	Какой метод позволяет изучать стабильность белка при изменении температуры?	Дифференциальная	ПК-5

		сканирующая калориметрия	
20.	Какой параметр определяет вероятность нахождения системы в заданном состоянии?	Энергия Гиббса	ПК-1