

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 04.09.2023 11:08:15
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ООП
А.В. Зиновьев
«05» апреля 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

БИОФИЗИКА

Направление подготовки

06.03.01 Биология

Профиль подготовки

Биоэкология

Для студентов 3 курса очной формы обучения

Составители:

к.б.н., доцент Петушков М.Н.

Тверь, 2022

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины (или модуля) в соответствии с учебным планом Биофизика

2. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является понимание биофизической сущности и функционирования биологических объектов на различных уровнях организации, а также формирование современного представления о применении физических методов при исследовании биологических систем.

Задачами освоения дисциплины являются:

1. формирование у студентов логического мышления, умения точно формулировать задачи исследования, способность вычленять главное и второстепенное;
2. приобретение студентами умения делать выводы на основании полученных результатов измерений;
3. изучение элементов биофизики: физических явлений в биологических системах, физических свойств этих систем, физико-химических основ процессов жизнедеятельности;
4. формирование умений проведения лабораторных биологических исследований по заданной методике в составе группы;
5. обучение студентов технике безопасности при работе с лабораторным оборудованием.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть учебного плана ООП «Биология». Дисциплина базируется на знаниях в области физики, физической химии, цитологии, биохимии и молекулярной биологии.

От обучающихся требуются представления об основах структурной химии, термодинамики, химической кинетики, механизмах массопереноса и переноса электрических зарядов; умения работать самостоятельно и в команде, самостоятельного поиска необходимой информации; готовность к выполнению работ с биологическим материалом.

Дисциплина является предметом, необходимым для изучения физиологии человека, биологии человека и дисциплин профиля «Физиология человека».

4. Объем дисциплины (или модуля):

2 зачетных единицы, 72 академических часа, в том числе контактная работа: лекции 17 часов, лабораторные работы 17 часов, самостоятельная работа: 38 часов.

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (или модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Требования к результатам обучения В результате изучения дисциплины студент должен:
<p align="center">ОПК-4</p> <p>Способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем</p>	<p>Владеть: приемами экспериментальной работы и соблюдения правил техники безопасности.</p> <p>Уметь: использовать полученные знания для объяснения результатов лабораторных работ, делать выводы.</p> <p>Знать: основные биофизические принципы функционирования сложных систем.</p>
<p align="center">ОПК-5</p> <p>способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности</p>	<p>Владеть: способами самостоятельного получения знаний по вопросам биофизики; алгоритмами применения теоретических знаний к решению практических задач.</p> <p>Уметь: находить, обрабатывать и критически анализировать информацию из разных источников; решать типовые задачи, связанные с основными разделами биофизики; грамотно излагать знания в области биофизики и применять ранее полученные знания для объяснения биофизических вопросов.</p> <p>Знать: основные понятия, термины, положения биофизических теорий; принципы биологической кинетики; основные законы термодинамики открытых систем; механизмы мембранного транспорта и биоэлектrogenеза.</p>
<p align="center">ПК-3</p> <p>Готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии</p>	<p>Владеть: способностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии</p> <p>Уметь: применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии</p> <p>Знать: теорию и методы современной биологии</p>

6. Форма промежуточной аттестации зачет

7. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины (или модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

1. Для студентов очной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего	Контактная работа (часов)	Самостоятельная
-----------------------------	-------	---------------------------	-----------------

		Лекции	Лабораторные работы	работа
Теоретический курс (курс лекций)				
1. Введение	2	2		
2. Кинетика биологических процессов	6	4		2
3. Термодинамика биологических систем	6	4		2
4. Молекулярная биофизика	8	2		6
5. Пассивный транспорт веществ через биомембраны	8	3		5
6. Активный транспорт	4	2		2
7. Биоэлектrogenез	6			6
8. Биофизика сократительных систем	8			8
Практический курс.				
Лабораторный практикум				
Вводное занятие (ознакомление с методиками и правилами техники безопасности)	4		3	1
Занятие 1. Кинетика биологических процессов	6		4	2
Занятие 2. Поверхностное натяжение	6		4	2
Занятие 3. Исследование спектральных характеристик белков	6		4	2
Итоговое занятие	2		2	
ИТОГО:	72	17	17	38

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (или модулю)

1. Тематический план лекций.
2. Вопросы для самостоятельной подготовки к зачету.
3. Вопросы для самостоятельного обучения.
4. Требования к знаниевому и функциональному компоненту по вопросам, выделенным для самостоятельной подготовки.
5. Лабораторный практикум.

IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (или модулю)

ОПК-4 Способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Этап 2 ВЛАДЕТЬ: приемами экспериментальной	Выполнение лабораторных работ. Темы лабораторных работ:	При проведении лабораторной работы оценивается: 1. Получение допуска к работе (понимание цели исследования,

<p>работы и соблюдения правил техники безопасности.</p> <p>УМЕТЬ: использовать полученные знания для объяснения результатов лабораторных работ, делать выводы.</p>	<p>1. Кинетика биологических процессов</p> <p>2. Исследование структуры веществ по показателю преломления.</p> <p>3. Исследование спектральных характеристик белков (Лабораторные занятия по биофизике. Методические рекомендации к малому практикуму для студентов 4 курса. Тверь, 2006). Выполнение лабораторных работ. Для выполнения лабораторных работ студентам предлагается разбиться на малые группы (3-4 человека). Каждая группа выполняет индивидуальную работу. Для успешного выполнения задачи необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> • заблаговременно распределить роли в группе: руководитель, ответственный за работу с приборами, ответственный за фиксацию данных; • получить у преподавателя задание и подготовиться к лабораторной работе, используя методическое пособие; • успешно сдать допуск к лабораторной работе; • выполнить лабораторную работу на занятии под наблюдением преподавателя; • произвести расчеты и оформить полученные результаты в соответствии с рекомендациями; • сделать выводы, на основании полученных результатов и цели работы. <p>В случае неудачного выполнения работы студенты должны проанализировать работу группы, выявить причины помешавшие выполнению работы и внести</p>	<p>формулировка задач необходимых для достижения цели, четкое представление о последовательности методических приемов, необходимых для выполнения, поставленных задач, формулировка гипотезы о результатах исследования);</p> <p>2. Выполнение экспериментальной части исследования (качество работы с оборудованием, задействованность участников малой группы, организация рабочего места, правильность полученных данных);</p> <p>3. Расчеты и оформление протокола исследования (правильность расчетов, задействованность участников малой группы, качество оформления протокола исследования (таблиц, графиков));</p> <p>4. Формулировка выводов (количество, соответствие поставленным задачам, научная грамотность (использование терминов)).</p> <p><i>Выполнение каждой лабораторной работы оценивается максимум в 5 баллов.</i></p> <p>5 баллов ставится в том случае, если:</p> <p>а) работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности;</p> <p>б) самостоятельно и рационально осуществлена подготовка необходимого оборудования, опыты проведены в условиях, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;</p> <p>в) отчет правильно оформлен, заполнены все таблицы, составлены графики, правильно проведены вычисления;</p> <p>г) качественно и грамотно сделаны выводы, соответствующие задачам исследования;</p> <p>д) соблюдались правила безопасности труда.</p>
--	--	--

	<p>предложения по их устранению.</p>	<p>4 балла ставится в том случае, если выполнены предыдущие требования но:</p> <p>а) опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерения,</p> <p>б) было допущено два-три недочета или не более одной негрубой ошибки;</p> <p>2-3 балла ставится, если:</p> <p>а) работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные выводы:</p> <p>а) если опыт проводился в нерациональных условиях, повлекших за собой ошибки;</p> <p>б) в отчете были допущены ошибки (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах и т. д.), повлиявшие на результат выполнения работы.</p> <p>1 балла ставится в том случае, если:</p> <p>а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;</p> <p>б) опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно;</p> <p>в) группой проанализирована совместная работа, выявлены причины, помешавшие выполнению работы и внесены предложения по их устранению.</p> <p>0 баллов ставится в тех случаях, когда:</p> <p>а) работа не выполнена и анализ причин невыполнения группой не проводился;</p> <p>б) из-за несоблюдения правил техники безопасности работа была остановлена преподавателем.</p>
<p>Этап 2 ЗНАТЬ: основные биофизические принципы функционирования сложных систем.</p>	<p>Вопросы к зачету</p> <p>1. Что в термодинамике называют системой? Какие вы знаете термодинамические системы?</p>	<p>Критерии оценки устного ответа.</p> <p><i>Оценка осуществляется по пятибалльной системе.</i></p> <p>Отметка «5» ставится при условии:</p> <p>- логичного изложения материала;</p>

	<p>2. Основные положения первого закона термодинамики. За счет чего /в энергетическом смысле/ совершается работа в живой системе?</p> <p>3. Доказательства справедливости первого закона термодинамики для биологии. Закон Гесса.</p> <p>Тестовые задания</p> <p>Термодинамическая система находится в стационарном состоянии, если</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. энтропия остается постоянной 2. в системе протекают обратимые процессы 3. система изолирована от окружающей среды 4. энтропия системы непрерывно снижается 	<p>- правильного использования научной терминологии в контексте ответа;</p> <p>- объяснения причинно-следственных связей элементов ответа;</p> <p>- умения раскрывать на примерах относящиеся к вопросу теоретические положения и понятия;</p> <p>- умения самостоятельно делает необходимые уточнения и дополнения (в случае неточностей ответа)</p> <p>Степень проявления каждого из перечисленных умений определяется содержанием вопроса.</p> <p>Отметка «4» ставится если:</p> <ul style="list-style-type: none"> - допущены незначительные ошибки, или недостаточности, которые не были самостоятельно исправлены или дополнены во время беседы; - не обнаружено какое-либо из необходимых для раскрытия данного вопроса умений. <p>Отметка «3» ставится, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в ответе допущены значительные ошибки, - не раскрыты некоторые существенные аспекты содержания. <p>Отметка «2» ставится, если в ответе допущены значительные ошибки, или в случае отказа отвечать.</p> <p>Критерии оценки тестовых заданий.</p> <p><i>Правильно выбранный вариант ответа оценивается в 1 балл</i></p> <p>50 % возможных баллов – «3»</p> <p>70 % возможных баллов – «4»</p> <p>85 % возможных баллов – «5»</p>
--	--	---

ОПК-5 Способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности

Этап формирования компетенции, в	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
----------------------------------	--	--

<p>котором участвует дисциплина</p>		
<p>Этап 2 ВЛАДЕТЬ: способами самостоятельного получения знаний по вопросам биофизики; алгоритмами применения теоретических знаний к решению практических задач.</p>	<p>Самостоятельно выполните задания. Известно, что термодинамика описывает способы передачи и превращения энергии в таких системах. Назовите типы термодинамических систем. Какие из них реально существующие, а какая идеальная?</p>	<p>Выполнение каждого задания оценивается максимально в 2 балла: Правильно данный ответ – 2 балла. Объяснение отсутствует (неверное) или содержит ошибки – 1 балл. 50 % возможных баллов – «3» 70 % возможных баллов – «4» 85 % возможных баллов – «5»</p>
<p>Этап 2 УМЕТЬ: находить, обрабатывать и критически анализировать информацию из разных источников; решать типовые задачи, связанные с основными разделами биофизики; грамотно излагать знания в области биофизики и применять ранее полученные знания для объяснения биофизических вопросов.</p>	<p>Самостоятельно выполните задания. Состояние, при котором термодинамические параметры не изменяются со временем, но система совершает работу называется Главную роль в формировании третичной структуры глобулярных белков имеют взаимодействия Метод, позволяющий прогнозировать поведения биосистемы при различных внешних воздействиях – структурное</p>	<p>Выполнение каждого задания оценивается максимально в 2 балла: Правильно установлено соответствие, дополнено предложение, исключен лишний термин. Объяснение отсутствует (неверное) или содержит ошибки – 1 балл. Правильно установлено соответствие, дополнено предложение, исключен лишний термин. Объяснение верное, не содержит ошибок – 2 балла. 50 % возможных баллов – «3» 70 % возможных баллов – «4» 85 % возможных баллов – «5»</p>
<p>Этап 2 ЗНАТЬ: основные понятия, термины, положения биофизических теорий; принципы биологической кинетики; основные законы термодинамики открытых систем; механизмы мембранного</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Левые и правые аминокислотные остатки. Влияние асимметрии на ход биохимических реакций. 2. Назовите признаки, определяющие первичную, вторичную, третичную, четвертичную структуру белка. 3. Охарактеризуйте валентные и невалентные связи в макромолекуле. 4. Опишите строение ион-транспортного канала. 	<p>Критерии оценки устного ответа. <i>Оценка осуществляется по пятибалльной системе.</i> Отметка «5» ставится при условии: - логичного изложения материала; - правильного использования научной терминологии в контексте ответа;</p>

<p>транспорта и биоэлектrogenеза.</p>	<p>Тестовые задания Инструкция: Отметьте цифру, соответствующую правильному ответу Из компонентов биофизики сложных систем механизмы реакций изучает</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. молекулярная биофизика 2. кинетика 3. термодинамика 4. синергетика 	<p>- объяснения причинно-следственных связей элементов ответа; - умения раскрывать на примерах относящиеся к вопросу теоретические положения и понятия; - умения самостоятельно делает необходимые уточнения и дополнения (в случае неточностей ответа) Степень проявления каждого из перечисленных умений определяется содержанием вопроса. Отметка «4» ставится если: - допущены незначительные ошибки, или недостаточности, которые не были самостоятельно исправлены или дополнены во время беседы; - не обнаружено какое-либо из необходимых для раскрытия данного вопроса умений. Отметка «3» ставится, если: - в ответе допущены значительные ошибки, - не раскрыты некоторые существенные аспекты содержания. Отметка «2» ставится, если в ответе допущены значительные ошибки, или в случае отказа отвечать. Критерии оценки тестовых заданий. <i>Правильно выбранный вариант ответа оценивается в 1 балл</i> 50 % возможных баллов – «3» 70 % возможных баллов – «4» 85 % возможных баллов – «5»</p>
---------------------------------------	---	--

ПК-3: готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p>Этап 2 Владеть: способностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии</p>	<p>Создание презентации по теме</p> <p><i>Задание 1.</i> Подготовить презентацию о связи знаний, полученных в ходе освоения курса, с производством</p> <p>Презентация должна включать следующие разделы: введение, актуальность работы, цели и задачи, методика, результаты, выводы, список литературы.</p> <p>Форма отчетности: презентация.</p>	<p>5 баллов – презентация включает все необходимые разделы 4 балла – есть недочеты в оформлении, в подборке иллюстративного материала, не полно представлены некоторые разделы. 2-3 балла – отсутствуют 1-2 раздела, использованы устаревшие или недостоверные источники. 0-1 балл – презентация имеет серьезные недочеты</p>
<p>Этап 2 Уметь: применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии</p>	<p>Подготовка доклада</p> <p><i>Задание 1.</i> Подготовить доклад о вариантах применения знаний, полученных в ходе освоения курса, на производстве.</p> <p>Форма отчетности: доклад</p>	<p>5 баллов – тема покрыта исчерпывающе, представлена отлично 4 балла – есть недочеты в покрытии темы, представлена хорошо 2-3 балла – тема раскрыта неполностью, представлена удовлетворительно 0-1 балл – тема не раскрыта; имеются проблемы с ее представлением</p>
<p>Этап 2 Знать: теорию и методы современной биологии</p>	<p>Задание</p> <p>Назовите основные методы исследований, применяемые в рамках изучаемой дисциплины</p> <p>Форма отчетности: устный ответ</p>	<p>Соответствие баллов и правильно расставленных процессов:</p> <p>2 балла – названы все методы 1 балл – не названо 1-2 метода 0 баллов – не названо 3 и более методов</p>

IV. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Биофизика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2021. - 67 с. <https://e.lanbook.com/book/177616>
2. Биофизика [Электронный ресурс] / Г. А. Плутахин, А. Г. Кощаев; Плутахин Г. А., Кощаев А. Г. - 2-е изд., перераб., доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. <https://e.lanbook.com/book/168448>
3. Биофизика [Электронный ресурс] / М. В. Волькенштейн - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 608 с. <https://e.lanbook.com/book/168433>

Дополнительная литература

1. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии: Учебное пособие для вузов / Ризниченко Галина Юрьевна; Ризниченко Г. Ю. - 2-е изд. - Электрон. дан. - Москва: Юрайт, 2021. - 181 с. <https://urait.ru/bcode/470480>
2. Медицинская и биологическая физика. Тестовые задания: Учебное пособие Для СПО / Васильев Альберт Афанасьевич; Васильев А. А. - 2-е изд. - Электрон. дан. - Москва: Юрайт, 2021. - 189 с. <https://urait.ru/bcode/475515>

VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (или модуля)

Электронно-библиотечные системы:

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - <http://biblioclub.ru>
2. ЭБС «Лань» - <https://e.lanbook.com>
3. ЭБС «ИНФРА-М» - <http://znanium.com>
4. e-library – <https://elibrary.ru>

Справочник «Биофизики России» (<http://www.library.biophys.msu.ru>);

Каталог образовательных ресурсов на портале www.edu.ru;

Сайты института биофизики клетки РАН (www.icb.psn.ru), института белка РАН (www.protres.ru), Пушинского государственного университета (www.pushgu.ru);

Национальная платформа открытого образования

https://courses.openedu.ru/courses/coursev1:msu+BIOPHY+fall_2015

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (или модуля)

Содержание методических разработок, перечисленных в разделе III.

Тематический план лекций

Тема 1. Введение. Предмет и задачи биофизики. Методологические вопросы биофизики. Уровни биофизических исследований. История развития биофизики.

Тема 2. Кинетика биологических процессов. Зависимость скорости химических реакций от концентрации: молекулярность, порядок химической реакции. Принцип «узкого места». Математические модели. Влияние температуры на скорость химической реакции: кривая Максвелла-Больцмана, фактор Больцмана, общий закон температурных воздействий Аррениуса. Температурный коэффициент Вант-Гоффа и его связь с энергией активации. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Ингибирование ферментативных реакций. Множественность стационарных состояний: модели триггерного типа, силовое и параметрическое переключение триггера, гистерезисные явления, колебательные процессы.

Тема 3. Термодинамика биологических систем. Классификация термодинамических систем. Первый закон термодинамики: основные положения, понятие энтальпии, доказательства справедливости первого закона термодинамики для живых систем, закон Гесса. Второй закон термодинамики:

основные положения, понятие градиента, энтропия, свободная и связанная энергия, связь между энтропией и термодинамической вероятностью. Изменение энтропии в открытых системах: термодинамические условия существования стационарного состояния, принцип Ле-Шателье. Устойчивость и неустойчивость стационарной системы. Понятие обобщенных сил и потоков. Соотношение взаимности Онсагера. Теорема И.Пригожина.

Тема 4. Молекулярная биофизика. Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная конфигурация биополимеров. Статистический характер организации биополимеров. Ковалентные и слабые связи: энергия внутреннего вращения, водородные связи, силы Вандер-Ваальса, электростатическое взаимодействие. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия. Роль гидрофобных взаимодействий в формировании структуры белков. Фазовые переходы. Кооперативные свойства макромолекул.

Тема 5. Пассивный транспорт веществ через биомембраны. Транспорт неэлектролитов: проницаемость мембран для воды, роль коллоидно-осмотического давления плазмы в переносе воды, свободная диффузия. Облегченная диффузия. Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Ионное равновесие на границе мембрана-раствор. Равновесие Доннана. Каналы их строение и особенности функционирования. Переносчики.

Тема 6. Активный транспорт. Активный транспорт. Опыт Уссинга. Принципы работы натрий-калиевой, кальциевой АТФ-аз и H^+ -помпы. Сопряженный транспорт веществ, его биологическое значение.

Тема 7. Биоэлектrogenез. Потенциал покоя и его происхождение. Уравнение Нернста, Гольдмана, Томаса. Электрогенный транспорт ионов (опыт Уссинга и Церана). Участие АТФ-аз в формировании биопотенциалов. Потенциал действия. Схемы работы натриевых каналов в возбудимой мембране (по Б.И. Ходорову). Схема потоков ионов натрия и калия при возбуждении (по Ходжкину). Распространение возбуждения.

Тема 8. Биофизика сократительных систем. Основные типы сократительных и подвижных систем. Механо-химические процессы в полимерах. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц (сокращение и расслабление мышц). Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных: схема взаимодействия актина и миозина по А.Хаксли, уравнение Хилла механики мышечного сокращения.

Тема 9. Биофизика фотобиологических процессов. Энергетические уровни молекул. Поглощение света. Хемилюминесценция и ее диагностическое значение. Миграция энергии: резонансная теория, экситонная теория. Действие ультрафиолетового излучения на живые системы.

На самостоятельное изучение студентов выносятся следующие вопросы:

1. Молекулярная биофизика
 - а) стереоспецифичность аминокислот,
 - б) первичная, вторичная, четвертичная структура белка.
- а) ковалентная связь, ионное взаимодействие

- б) наведенные диполи
- в) кулоновское взаимодействие
- г) водородные связи
- д) дипольное взаимодействие,
- е) лондоновские или дисперсионные силы.

3. Биолектрогенез

- а) потенциал покоя и его происхождение,
- б) активный транспорт (электрогенный транспорт ионов), участие АТФ-аз в активном транспорте ионов через биомембраны, переносчики и каналы),

- в) потенциал действия,
- г) распространение возбуждения.

6. Биофизика сократительных систем

- а) механохимический процесс полимеров,
- б) ультраструктура мышечного волокна,
- в) биополимеры мышцы,
- г) сокращение мышцы
- д) химия и физика мышцы.

Самостоятельно проработав материал, студент должен

Знать	Уметь
1. Молекулярная биофизика	
Пространственную конфигурацию биополимеров. Ковалентные слабые связи	Определять стереоспецифичности аминокислот; называть значение первичной, вторичной, третичной, четвертичной структуры белка. Определять значение и место в молекуле полимера ковалентных, водородных связей, сил кулоновского, ион-ионного, диполь-дипольного взаимодействия, наведенных диполей и лондоновских сил.
3. Биоэлектрогенез	
Знать природу биоэлектрических потенциалов, роль активного транспорта, транспортных АТФ-аз, переносчиков и каналов.	Определять процесс, лежащий в основе потенциала покоя и потенциала действия; определять, от градиента какого иона зависит величина этих потенциалов; изображать схему распространение потенциала действия по аксону.
3. Биофизика сократительных систем	
Биофизику мышц, функционирование мышцы позвоночных	Рассматривать общую закономерность механизма преобразования энергии и условия, обеспечивающие цикличность работы. Объяснять сущность моделей Хаксли и Хилла.

Вопросы для самостоятельной подготовки к зачету.

1. Что в термодинамике называют системой? Какие вы знаете термодинамические системы?
2. Основные положения первого закона термодинамики. За счет чего /в

- энергетическом смысле/ совершается работа в живой системе?
3. Доказательства справедливости первого закона термодинамики для биологии. Закон Гесса.
 4. Основные положения второго закона термодинамики. Понятие градиента. Какую роль играют градиенты в живых системах?
 5. Энтропия как функция состояния системы. В каких случаях, энтропия растет, а в каких уменьшается? Как она связана с градиентами? Что такое положительная и отрицательная энтропия?
 6. Понятие свободной и связанной энергии. Что является мерой связанной энергии?
 7. Что такое термодинамическая вероятность? О чем говорит увеличение термодинамической вероятности? Связь термодинамической вероятности и энтропии.
 8. Какое состояние называется стационарным? Сходство и различие стационарного состояния и состояния термодинамического равновесия.
 9. Принцип Ле-Шателье-Брауна. За счет каких механизмов осуществляется этот принцип? Привести примеры.
 10. Сравнительная характеристика устойчивого и неустойчивого стационарного состояния.
 11. Что отражают коэффициенты взаимности Онзагера, какое существует между ними соотношение? Что показывает соотношение взаимности Онзагера?
 12. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.
 13. Молекулярность химических реакций.
 14. Зависимость скорости реакции от температуры. Кривая Максвелла-Больцмана.
 15. Температурный коэффициент Вант-Гоффа, его роль в определении природы процесса.
 16. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
 17. Что отражает константа Михаэлиса?
 18. Роль ингибирования ферментативных реакций. Виды ингибирования.
 19. Какую биологическую систему называют триггерной? Способы переключения триггера. Какое свойство триггерной системы называют гистерезисом
 20. Стереоспецифичность аминокислот и ее значение. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белка.
 21. Состояние воды. Чем обеспечивается высокая теплоемкость воды?
 22. Роль гидрофобных взаимодействий в формировании белковой глобулы.
 23. Механизм кооперативного эффекта связывания гемоглобином кислорода.
 24. Роль коллоидно-осмотического и гидростатического давления в переносе воды через стенку кровеносного капилляра.
 25. Облегченная катализируемая диффузия, ее сходство и различие со свободной диффузией и активным транспортом.
 26. Потенциал покоя и его происхождение. От концентрации каких ионов зависит величина потенциала покоя?

27. Активный транспорт: электрогенный транспорт ионов, участие АТФ-аз в активном транспорте ионов через биологические мембраны.
28. Как возникает потенциал действия? Строение натриевого канала, функционирование активационных и инактивационных ворот при развитии потенциала действия.
29. Способы распространения возбуждения по нервным волокнам.
30. Последовательность событий при сокращении и расслаблении мышцы.
31. Зависимость скорости изотонического сокращения мышцы от величины нагрузки.
32. Из каких составляющих складывается общее изменение энергии при мышечном сокращении.
33. Левые и правые аминокислотные остатки. Влияние асимметрии на ход биохимических реакций.
34. Назовите признаки, определяющие первичную, вторичную, третичную, четвертичную структуру белка.
35. Валентные и невалентные связи в макромолекуле.
36. Строение ион-транспортного канала.

Лабораторный практикум

Тема 1. ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ

Теоретические положения

Молекулы, находящиеся в поверхностном слое, имеют иное состояние по сравнению с молекулами, находящимися в объеме тела. Последние окружены такими же молекулами, поэтому их силовые поля полностью скомпенсированы. Молекулы поверхностного слоя взаимодействуют с молекулами двух фаз, в результате чего равнодействующая молекулярных сил не равна нулю и направлена внутрь той фазы, с которой взаимодействие больше. Таким образом возникает поверхностное натяжение (σ), стремящееся сократить поверхность.

Поверхностное натяжение можно представить как энергию переноса молекул из объема тела на поверхность или как работу, которую необходимо затратить на увеличение площади поверхности жидкости

$$A = S \sigma,$$

где A - работа в эрг;

S – площадь поверхности в см^2 ;

σ – коэффициент поверхностного натяжения, т.е. работа, которую нужно произвести для увеличения площади поверхности в $\text{эрг} \cdot \text{см}^2$.

Существуют два вида поверхностного натяжения: статическое и динамическое. Динамическое поверхностное натяжение (σ динам) характеризует только что образовавшуюся поверхность раздела, имеющую такой же состав, как и вся толща жидкости. Это наблюдается у абсолютно чистых жидкостей (вода, абсолютный спирт, ацетон), у которых σ динам и σ стат совпадают. Статическое поверхностное натяжение (σ стат) соответствует поверхности раздела при наступлении адсорбционного равновесия в растворах поверхностно-активных веществ (ПАВ). В этих растворах поверхностный слой

характеризуется свойствами, присущими всей толще жидкости, только в момент образования поверхности раздела, затем начинается адсорбция ПАВ, завершающаяся адсорбционным равновесием. В растворах ПАВ, т.е. веществ, понижающих поверхностное натяжение, $\sigma_{\text{стат}}$ всегда ниже $\sigma_{\text{динам}}$. У некоторых биологических жидкостей имеются особые взаимоотношения между $\sigma_{\text{динам}}$ и $\sigma_{\text{стат}}$. Так, сыворотке и плазме крови присуща способность восстанавливать величину поверхностного натяжения, уменьшающуюся при добавлении ПАВ, т.е. свойственна так называемая поверхностная буферность.

По данным Д.Л. Рубинштейна и Ю.Л. Кузьминой, поверхностная буферность сыворотки обусловлена присутствием в ней ионов кальция. Реагируя с поверхностно-активными жирными кислотами, эти ионы образуют с последними нерастворимые соли, не способные изменять величину поверхностного натяжения. Известную роль в обеспечении поверхностной буферности сыворотки и плазмы играют также содержащиеся в них белки, адсорбирующие ПАВ. Благодаря наличию белков и ионов кальция плазма крови сохраняет относительное постоянство поверхностного натяжения, изменяющееся лишь при некоторых тяжелых заболеваниях. Измерение поверхностного натяжения плазмы, сыворотки, ликвора имеет поэтому существенное значение в клинической диагностике.

Метод отрыва кольца. Определение поверхностного натяжения этим методом сводится к измерению силы, необходимой для отрыва проволочного кольца от поверхности жидкости. Одним из необходимых условий определения поверхностного натяжения этим методом является полное смачивание кольца исследуемой жидкостью. В этом случае при отрывании кольца вместе с ним поднимается и столбик жидкости, сила тяжести которого равна приложенной силе. Отрыву жидкости препятствуют силы поверхностного натяжения. В момент равновесия, когда внешнее усилие достигает значения сил поверхностного натяжения, столбик жидкости разрушается и кольцо отрывается от поверхности.

1. Определение поверхностного натяжения воды. Платиновое кольцо, предварительно очищенное прокаливанием, подвешивают на крючок торсионных весов. После взвешивания кольца весы арретируют, не возвращая их указатель к нулю. На чистое и сухое часовое стекло, помещенное на подъемный столик, наливают 0,5-1,0 см³ воды. При помощи кремальеры подъемного столика поднимают часовое стекло до тех пор, пока поверхность жидкости не коснется кольца (не следует затоплять кольцо в жидкости). Затем освобождают коромысло весов и медленно поворачивают рычаг натяжения до тех пор, пока кольцо не оторвется от жидкости. В течение этой операции необходимо постоянно следить за положением кольца и прекратить движение рычага натяжения строго в момент отрыва кольца от поверхности жидкости. Полученные данные записывают, быстро опускают подъемный столик и взвешивают кольцо с прилипшей к нему жидкостью, определяют силу отрыва кольца по формуле

$$P = P_1 - p, \quad (I)$$

где P – истинная сила отрыва кольца;

P_1 – сила отрыва, найденная в опыте;

r – вес кольца с прилипшей к нему жидкостью.

Поверхностное натяжение вычисляют по формуле

$$\sigma = P \cdot 0,981 / \pi D \text{ (дин/см)}, \quad (\text{II})$$

где σ – коэффициент поверхностного натяжения;

P – истинная сила отрыва кольца в мг;

D – диаметр кольца в см.

2. Определение поверхностного натяжения различных жидкостей.

Поверхностное натяжение различных жидкостей (кроме воды) определяют по формуле

$$\sigma_x = \sigma_{\text{H}_2\text{O}} \cdot Q_{\text{ист}}, \quad (\text{III})$$

где $Q_{\text{ист}}$ – отношение поверхностного натяжения данной жидкости к поверхностному натяжению воды. Его находят по формуле

$$Q_{\text{ист}} = (Q_{\text{найд}} \cdot K) - K + 1, \quad (\text{IV})$$

где $Q_{\text{найд}}$ – отношение силы отрыва кольца от данной жидкости к силе отрыва кольца от воды ($P_x / P_{\text{H}_2\text{O}}$);

K – эмпирическая константа, определяемая для каждого кольца экспериментальным путем.

Для определения константы кольца измеряют силу отрыва его от воды и от какой-либо другой жидкости, поверхностное натяжение которой находят из таблиц. Чаще всего пользуется 96° спиртом

($\sigma = 22,27$ при $+ 20^\circ\text{C}$). Константу кольца вычисляют по формуле

$$K = (\sigma_x / \sigma_{\text{H}_2\text{O}} - 1) : (P_x / P_{\text{H}_2\text{O}} - 1) \quad (\text{V})$$

Подставив вычисленное по формуле (V) значение K в формулу (IV), находим $Q_{\text{ист}}$ и определяем σ_x по формуле (III).

Лабораторная работа

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Задача – измерение поверхностного натяжения воды и плазмы крови; изучение влияния ПАВ на поверхностное натяжение плазмы крови.

Необходимые принадлежности: торсионные весы, подъемный столик с кремальерой или универсальный штатив, часовые стекла, платиновое кольцо, глазной анатомический пинцет, спиртовка или газовая горелка, фарфоровый тигель, треножник с асбестовой сеткой, пипетки на 1-2 см³, бюксы на 10 см³, физиологический раствор хлористого натрия, 0,1% раствор олеата натрия, дистиллированная вода, этиловый спирт, плазма крови, 1,2% раствор MgSO₄.

Упражнение 1. Определение поверхностного натяжения воды

Поверхностное натяжение воды определяется по методу, описанному в разделе I. Все расчеты проводятся по формулам (I) и (II).

Упражнение 2. Исследование поверхностной буферности плазмы крови
Кровь крысы, стабилизированную во избежание свертывания 1,2% раствором

MgSO₄, центрифугируют с целью отделения плазмы. На часовое стекло помещают 0,5 см³ плазмы и определяют два раза с интервалом 3-5 мин силу отрыва по способу, описанному выше (в разделах 1 и 2). Затем к налитой на часовое стекло плазме добавляют две капли 0,1% раствора олеата натрия, предварительно разбавленного в 10 раз физиологическим раствором. Определяют силу отрыва сразу после добавления олеата натрия, а затем через 1, 3, 5, 10, 30 мин, аналогичным образом проводится контрольный опыт с 1% раствором хлористого натрия.

На основании полученных данных вычислить коэффициент поверхностного натяжения, используя формулы (III), (IV), (V). Построить графики, отражающие изменение поверхностного натяжения во времени (откладывая по оси абсцисс время в мин, по оси ординат – σ дин/ом).

Протокол № 4 (дата)

Изменение поверхностной буферности плазмы под влиянием ПАВ

Вид исследования	σ исх	Плазма + олеат натрия или хлористый натрий						
		0 мин	1 мин	3 мин	5 мин	10 мин	20 мин	30 мин
Опыт								
Контроль								

Тема 2. КИНЕТИКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Наиболее простой и доступной моделью изменения внешних условий является изменение температуры. Величину, показывающую во сколько раз увеличивается количество активных молекул (а следовательно и скорость реакции) при повышении температуры на 10°C, называют температурным коэффициентом (Q_{10}):

$$Q_{10} = V_{T+10} / V_T, \quad (1)$$

где V_T – скорость процесса при исходной температуре;

V_{T+10} – скорость процесса при температуре на 10⁰ С выше.

Энергия активации связана с температурным коэффициентом следующим соотношением

$$E = 0,46 * T_1 * T_2 * \lg Q_{10}, \quad (2)$$

где E – энергия активации (ккал/моль);

T_1 и T_2 – температура, выраженная в градусах абсолютной шкалы;

$\lg Q_{10}$ – десятичный логарифм температурного коэффициента.

Упражнение 1. Кинетика гемолиза

Необходимые принадлежности: фотоэлектрокалориметр, водяная баня, термометр, физиологический р-р для теплокровных, 0,002 н р-р HCl (гемолитик), консервированная кровь, секундомер.

Ход работы. Из отмытых методом центрифугирования эритроцитов приготовить взвесь с оптической плотностью 1,4 - 1,5. В две пробирки набрать по 10 мл этой взвеси, в две другие пробирки набрать по 2 мл 0,002 н р-ра HCl (гемолитика). Приготовить водяную баню с температурой 20°C и поставить в нее на 5 мин одну пробирку со взвесью и другую с гемолитиком. Через 5 мин вынуть пробирки из бани, вылить содержимое одной пробирки в другую, пустить секундомер, заполнить кювету калориметра и начать фотометрирование через 30 с после сливания. Показания прибора снимать с интервалом 30 с до полного гемолиза. Затем проделать то же самое при температуре 30°C.

Построить кинетические кривые динамики оптической плотности при температуре 20 и 30°C (рис. 3). Определить температурный коэффициент (по формуле 1). Рассчитать энергию активации (по формуле 2).

Пример построения кинетических кривых и расчета температурного коэффициента приведен ниже.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОЙ РЕЗИСТИВНОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ

(метод И.И. Гительсона и И.А. Терскова)

Изменение скорости гемолиза эритроцитов является одним из биологических методов определения липидных радиотоксинов перекисной природы (Гительсон, Терсков, 1959; Кудряшов, 1962; Кузин, Копылов, 1983).

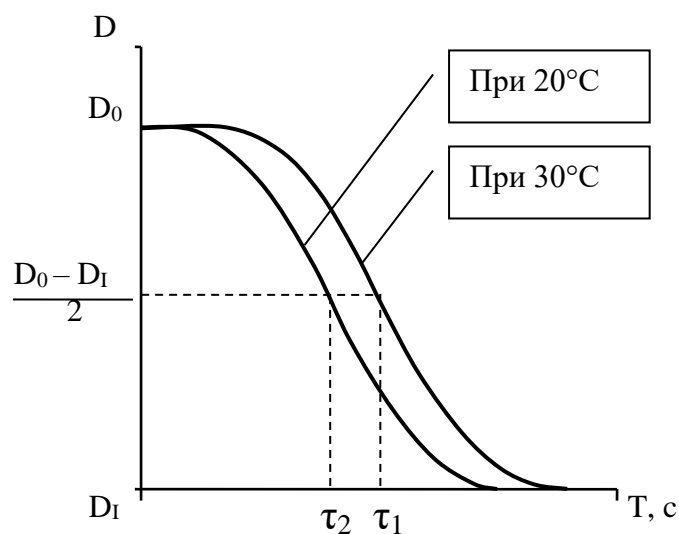


Рис.3. Примерный график изменения оптической плотности взвеси эритроцитов при кислотном гемолизе в условиях разных температур.

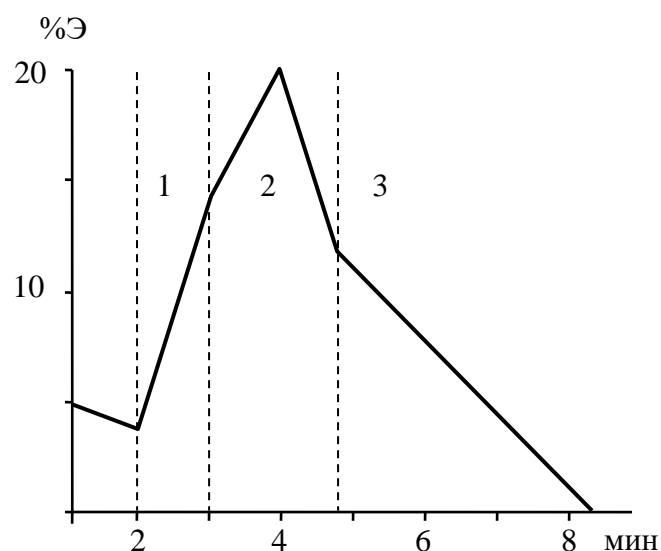


Рис.4. Нормальная эритрограмма. 1, 2, 3 – первая, вторая и третья группы стойкости эритроцитов.

Пример определения скоростей процессов по рис. 3.

$V_T = 1/\tau_1$, $V_{T+10} = 1/\tau_2$, τ – это обратное время полугемолиза, отсюда

$$Q_{10} = V_{T+10}/V_T = \tau_1/\tau_2.$$

Примерная форма расчетов для построения рис. 4, представлена в таблице 1.

Таблица 1

Примерный форма расчетов для построения рис 4.

Время гемолиза (мин)	Оптическая плотность (D)	Разность оптических плотностей (ΔD)	Процент разности оптич. плотностей ($\% \Delta D$) или % эритроцитов (%Э)	Сумма процентов $\Sigma \% \Delta D$
0,5	0,400	0,002	0,6	0,6
1,0	0,398	0,004	1,2	1,8
1,5	0,394	0,006	1,7	3,5
2,0	0,388	0,012	3,4	6,9
·	·	·	·	·
·	·	·	·	·
·	·	·	·	·
14,0	0,065	0,009	2,6	98,3
14,5	0,056	0,006	1,7	100,0
15,0	0,050	0	0	

Изменение резистентности эритроцитов может происходить также при различных заболеваниях и даже при мышечной работе.

Метод эритрограмм позволяет с большой точностью учитывать закономерное распределение эритроцитов по группам стойкости. Форма эритроцитов дает возможность определить количество эритроцитов определенной стойкости в момент исследования (рис. 4)

Упражнение 2. Метод эритрограмм

По результатам, полученным в упражнении 1, произвести расчеты и построить две эритрограммы (при 20 и 30°C) на одних осях координат.

Примерная форма расчетов для построения эритрограммы приведена в таблице 1. Для этого в графу 1 записывается время гемолиза; в графу 2 - оптическая плотность; в графу 3 - разность оптических плотностей в интервале 30 с ($0,400-0,398 = 0,002$; $0,398-0,394 = 0,004$ и т.д.); в графу 4 - распределение эритроцитов по стойкости в %. За 100% принимается разность между показателями максимума оптической плотности и оптической плотности после окончания гемолиза (в приведенной таблице на $0,400-0,050 = 0,350$, что принимается за 100%); в графу 6 заносятся вычисленные изменяющиеся во времени значения %Э (например, по данным таблицы на $0,6$; $0,6+1,2 = 1,8$; $1,8+1,7 = 3,5$ и т.д.).

Нарастающая сумма %Э к концу достигнет $100\pm 1\%$. Дифференциальную эритрограмму строят по данным графы 4 (процент разности оптических плотностей или %Э). По данным графы 5 строят интегральную С - образную кривую, отражающую развитие гемолиза.

Тема 7. ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЛКОВ

Спектральная характеристика белков. Характерными для оксигенированной формы гемоглобина полосами поглощения в видимой области спектра являются полосы с λ_{max} (длина волны, при которой наблюдается максимальное поглощение энергии) при 576, 542 и 414 нм. Последняя полоса называется полосой Соре в честь исследователя спектральных характеристик порфириносодержащих соединений. Указанные полосы поглощения принадлежат гемму. Считают, что полоса Соре соответствует отдельному электронному переходу, остальные полосы обусловлены колебательными переходами другого электронного уровня.

Для изучения спектральных свойств гемоглобина используют растворы кристаллического гемоглобина в концентрации $2 \cdot 10^{-5} \text{M}$. В качестве растворителя лучше использовать 0,85% р-р NaCl. Можно использовать раствор, приготовленный из крови с оптической плотностью в полосе Соре 0,8-1,2.

Поглощение света. Поток световых квантов, проходя через систему, содержащую молекулы вещества, способного поглощать энергию излучения, ослабляется, что обусловлено поглощением части квантов молекулами данного вещества.

Эта закономерность выражается законом Ламберта–Бера:

$$\lg(J_0/J) = D = \varepsilon \cdot c \cdot l,$$

где J_0 – интенсивность падающего светового потока;

J – интенсивность прошедшего светового потока;

D – оптическая плотность образца;

c – концентрация поглощающих молекул;

l – длина оптического пути в см (толщина образца);

ε – молярный коэффициент поглощения (молярная экстинкция).

Молярный коэффициент поглощения – основная величина, характеризующая поглотительную способность молекул данного вещества. Важно подчеркнуть существенную особенность: он не зависит (в определенных пределах) ни от концентрации поглощающих молекул, ни от интенсивности падающего света.

Первая особенность означает, что наклон прямой на графике (рис.6) будет одинаков в широком диапазоне концентраций – относительное количество света, поглощаемое каждой молекулой, не зависит от присутствия соседней молекулы. Это обстоятельство определяется статистическим характером процесса поглощения: каждая молекула поглощает кванты света независимо от другой молекулы.

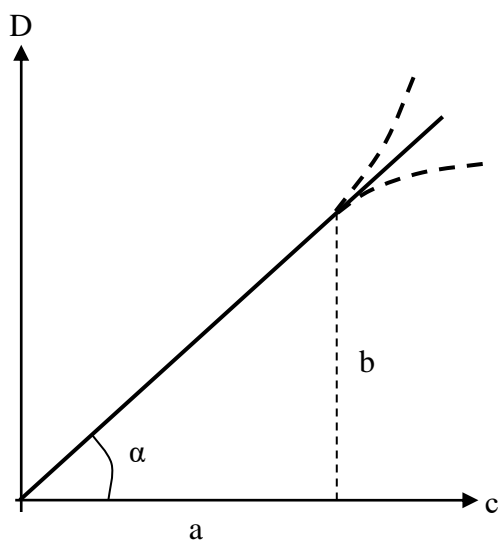


Рис.6. Графическая зависимость оптической плотности (D) от концентрации вещества (c) изображается в виде прямой, тангенс угла наклона ($\text{tg}\alpha = a/b$) которой к оси абсцисс равен молярному коэффициенту поглощения (ϵ).

Однако при увеличении концентрации вещества выше определенного предела молекулы начинают взаимодействовать друг с другом, поэтому акт поглощения теряет свою автономность. При этом возникают новые центры поглощения, с другим молярным коэффициентом поглощения. С увеличением концентрации число таких центров возрастает, и вследствие этого нарушается прямолинейный ход зависимости оптической плотности образца от концентрации (отклонение от закона Ламберта–Бера).

Упражнение 1. Регистрация электронного спектра поглощения оксигемоглобина

Необходимые принадлежности: ФЭК-56М, кровь, дистиллированная вода.

Ход работы. До начала работы эритроциты трехкратно отмывают от сывороточных белков центрифугированием с 0,85% р-ром NaCl. Затем готовят водный р-р гемоглобина с оптической плотностью 0,8-1,2 при $\lambda = 400$ нм (светофильтр № 3).

Для этого в правое плечо колориметра устанавливают кювету с водой и кювету с р-ром гемоглобина, в левое плечо – кювету с водой. Рукоятка для перекрывания световых потоков всегда находится в положении «ЗАКРЫТО». Полностью открывают

правую и левую диафрагмы (100 по черной шкале). Перед левым фотоэлементом всегда стоит кювета с водой, перед правым – кювета с р-ром гемоглобина.

Рукоятку для перекрывания световых потоков перевести в положение «ОТКРЫТО» и левым барабаном уравновесить яркость световых потоков так, чтобы индикатор нуля показывал нуль. В правом плече передвинуть кюветы так, чтобы перед фотоэлементом оказалась компенсирующая кювета с водой. Правым барабаном вновь уравнивают световые потоки. По шкале оптической плотности (красная шкала правого барабана) определяют оптическую плотность р-ра гемоглобина. Добавляя к раствору эритроциты или дистиллированную воду, добиться, чтобы оптическая плотность была равна 0,8-1,2.

Таблица 3

Пример изменения оптической плотности р-ра гемоглобина (D) в зависимости от длины волны (λ).

№ светофильтра	1	2	3	4	5	6	7	8	9
λ нм	315	364	400	440	490	540	582	597	630
D	1,39	1,35	2,2	1,75	0,5	0,77	0,81	0,62	0

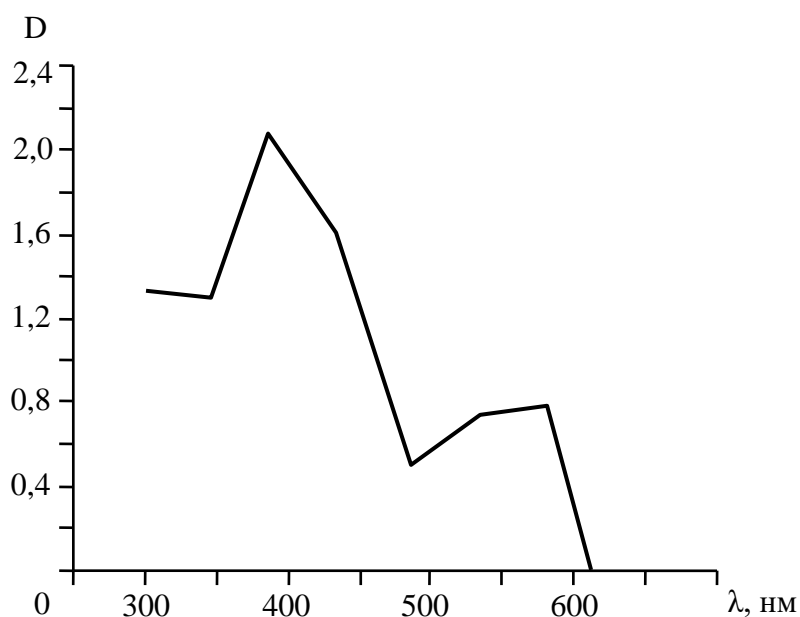


Рис.7. Примерный спектр поглощения оксигемоглобина

Далее с помощью фотоэлектрокалориметра ФЭК-56 М зарегистрировать электронные спектры р-ра оксигемоглобина при следующих длинах волн (λ): 315; 364; 400; 440; 490; 540; 582; 597; 630 нм.

Данные оптических плотностей вписать в таблицу и построить график зависимости оптической плотности от длины волны (спектр поглощения).

Упражнение 2. Исследование свойств различных ионных состояний гемоглобина

Необходимые принадлежности: ФЭК-56 М, рН-метр, кровь,

двузамещенный фосфат натрия, лимонная кислота, NaOH, пробирки, дистиллированная вода.

Ход работы. Приготовить буферный р-р гемоглобина с оптической плотностью 1,5-2,0 при $D = 400$ нм (как в упражнении I). Приготовить 0,1н р-р лимонной кислоты и 0,1н р-р NaOH.

В пять пробирок налить по 5 мл р-ра гемоглобина. Добавить в первую пробирку 8 мл H_2O , во 2-ю - 3 мл H_2O + 3 мл лимонной кислоты, в 3-ю - 6 мл лимонной кислоты, в 4-ю - 3 мл H_2O + 3 мл NaOH, в 5-ю - 6 мл NaOH. Растворы тщательно перемешать и измерить рН каждого. Измерить оптическую плотность каждого раствора. Полученные данные занести в протокол.

Протокол №8 (дата)

№	Состав содержимого пробирок	рН	D
1	5 мл Нв + 6 мл лимонной к-ты		
2	5 мл Нв + 3 мл H_2O + 3 мл лимонной к-ты		
3	5 мл Нв		
4	5 мл Нв + 3 мл H_2O + 3 мл NaOH		
5	5 мл Нв + 6 мл NaOH		

Построить график зависимости оптической плотности от рН.

Упражнение 3. Исследование спектральных характеристик гемоглобина

Необходимые принадлежности: ФЭК-56 М, кюветы толщиной 30 мм, кровь, дистиллированная вода.

Ход работы. Приготовить водный раствор гемоглобина с оптической плотностью 0,8-1,2 при $D = 400$ нм (предположительно полоса Сорс). Разбавляя исходный раствор соответственно в 2, 3, 4, 5, 8, 7, 8, 9, 10 раз, измерить оптические плотности полученных р-ров при $D = 400$ нм (разбавленные растворы необходимо тщательно перемешать). Построить кривую зависимости оптической плотности растворов от их концентрации (разведения). Проверить, соблюдается ли закон Ламберта–Бугера–Бера для выбранных концентраций белка.

Определить молярный коэффициент поглощения по тангенсу угла наклона прямой к оси абсцисс.

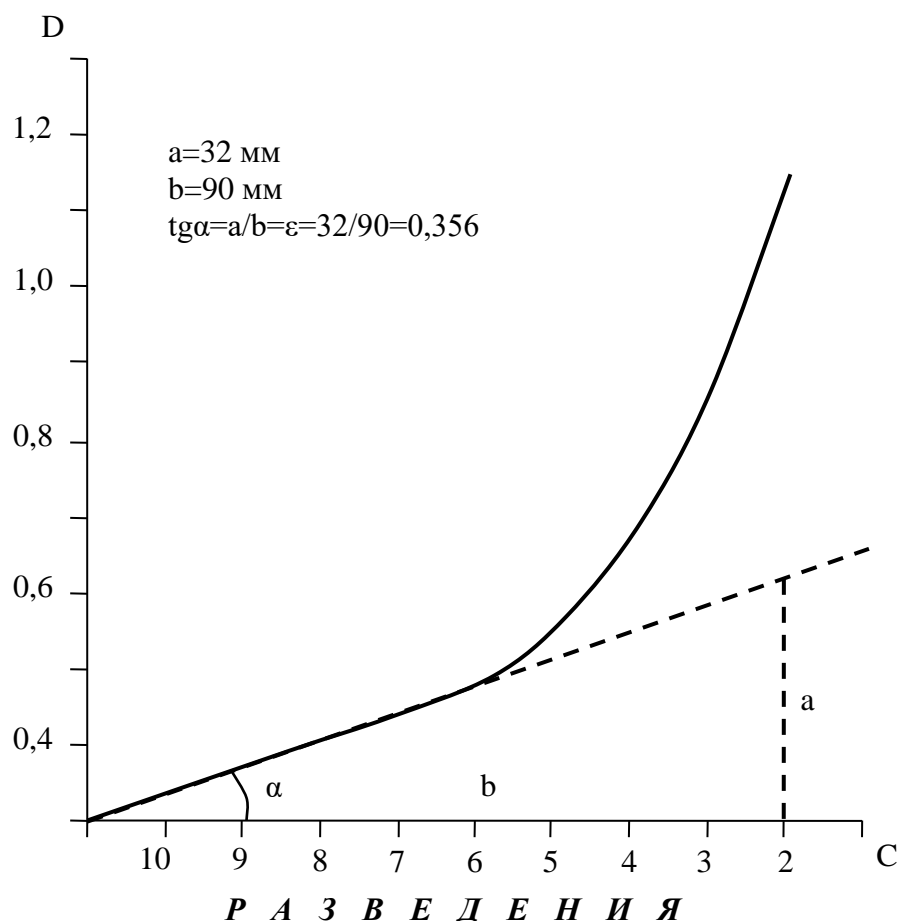


Рис.8. Пример зависимости оптической плотности (D) оксигемоглобина от его концентрации (c). Исходная оптическая плотность водного раствора $D = 1,8$ при $\lambda = 400 \text{ нм}$ (предположительно полоса Сорэ).

Таблица 4

Примерная динамика оптической плотности водного раствора оксигемоглобина в зависимости от кратности разведения.

Часть р-ра Нв ($D=1,8$)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Часть H_2O	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кратность разведения	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
D	1,15	0,85	0,87	0,57	0,48	0,44	0,39	0,37	0,33

Требования к рейтинг-контролю.

№ модуля	Вид контроля	Форма отчетности и контроля	Номер учебной недели	Максимальное количество баллов	Всего баллов
1	Текущий	Выполнение лабораторных работ	1-8	25	50
	Рейтинговый	Тестирование	9	25	

2	Текущий	Выполнение лабораторных работ	10-17	25	50
	Рейтинговый	Тестирование	18	25	
	Промежуточный	Зачет			100

VIII. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (или модулю)

На кафедре имеется учебная лаборатория биофизики, оснащенная необходимым оборудованием. Имеется мультимедийная техника для проведения лекций и демонстрации учебных фильмов.

IX. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Перечень лицензионного обеспечения:

- ОС: Microsoft Windows
- 7-Zip 9.20 (x64 edition)
- Adobe Reader XI (11.0.13) - Russian
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Office профессиональный плюс
- WinDjView 2.0.2
-

X. Перечень обновлений рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.			
2.			