

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_  
(подпись) **Василенко В.Н.**  
(Ф.И.О.)

«30» мая 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**Биофизика**

Направление подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль)

Пищевая микробиология

Квалификация выпускника

**бакалавр**

---

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Биофизика» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности: *22 Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака (в сфере технологий комплексной переработки мясного и молочного сырья);*

*40 Сквозные виды профессиональной деятельности.*

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующего типа: *научно-исследовательский.*

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-2	Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	ИД1 <sub>ОПК-2</sub> – Демонстрирует понимание принципов функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах микробиологии, физиологии, цитологии, биохимии, биофизики, иммунологии
			ИД2 <sub>ОПК-2</sub> – Применяет принципы структурной и функциональной организации микробиологических и биологических объектов для решения исследовательских задач, владеет основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем, выявляет связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды
			ИД3 <sub>ОПК-2</sub> – Применяет знание принципов клеточной организации микробиологических и биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности, иммунологии, а также экспериментальных методов для решения профессиональных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 <sub>ОПК-2</sub> – Демонстрирует понимание принципов функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах микробиологии, физиологии, цитологии, биохимии, биофизики, иммунологии	Знает: принципы функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, структуру, функции и физико-химические свойства белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, биологически активных соединений, их роль в совершенствовании технологических процессов производства продукции различного назначения
	Умеет: применять современные методы и подходы в формировании концепций и решении проблем микробиологии, физиологии, цитологии, биохимии, биофизики, иммунологии и применять физико-математический аппарат и современные методы исследований
	Владеет: способами восприятия, хранения и передачи информации, современными методическими подходами, методами исследований, включая идентификацию и оценку свойств сырья и готовой продукции
ИД2 <sub>ОПК-2</sub> – Применяет принципы	Знает: принципы структурной и функциональной организации

структурной и функциональной организации микробиологических и биологических объектов для решения исследовательских задач, владеет основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем, выявляет связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды	микробиологических и биологических объектов
	Умеет: выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды, распознавать внутриклеточные структуры и элементы строения тканей; описать стадии оогенеза и сперматогенеза, митоза и мейоза; раскрыть содержание процессов гликолиза, окислительного фосфорилирования, фотосинтеза, трансмембранного транспорта;
ИДЗ <sub>ОПК-2</sub> – Применяет знание принципов клеточной организации микробиологических и биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности, иммунологии, а также экспериментальных методов для решения профессиональных задач	Владеет: основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем
	Знает: принципы клеточной организации микробиологических и биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности, иммунологии
	Умеет: применять методы исследования в области клеточной организации микробиологических и биологических объектов
	Владеет: экспериментальными методами для решения профессиональных задач, навыками изучения клеточной организации биологических объектов; опытом определения типов окраски препаратов с учетом биохимических свойств ядра, цитоплазмы, органоидов и включений; навыками идентификации клеточных органоидов и отдельных тканей

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина относится к обязательной части «Дисциплины/модули» Блока 1 ОП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин: «Цитология», «Общая биология и биология человека», «Гистология», «Генетика», «Биохимия», «Ботаника», «Физиология растений», «Теория эволюции», «Физиология человека и животных», «Введение в биотехнологию и биоинженерию», «Биология размножения и развития», «Молекулярная биология».

Дисциплина является предшествующей для изучения дисциплин: «Иммунология», «Иммунология», «Генная инженерия», «Спецпрактикум по пищевой микробиологии», «Основы микробиологического синтеза», практической подготовки и подготовки выпускной квалификационной работы.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		7 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа</b> , в т.ч. аудиторные занятия:	<b>47,95</b>	<b>47,95</b>
Лекции	15	15
<i>в том числе в виде практической подготовки</i>	-	-
Практические/лабораторные занятия	30	30
<i>в том числе в виде практической подготовки</i>	-	-
Консультации текущие	0,75	0,75
Консультации перед экзаменом	2,0	2,0
<b>Виды аттестации (экзамен)</b>	0,2	0,2

<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>26,25</b>	<b>26,25</b>
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	8,25	8,25
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	9	9
Домашнее задание, реферат	9	9
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>33,8</b>	<b>33,8</b>

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

**5.1 Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудо-емкость раздела, часы
1.	Введение. Биофизика полимеров.	Предмет, цели, объекты, задачи и направления науки. Единство принципов структуры и функционирования живых организмов. Биофизика белка и нуклеиновых кислот. Силы стабилизации структуры биополимеров. Конформационная подвижность белков.	15,5
2.	Биофизика мембран.	Структура и функции биологических мембран. Динамика биомембран. Модельные липидные мембраны. Транспорт веществ через биологические мембраны. Механизмы пассивного транспорта. Биоэлектрические потенциалы. Механизм формирования потенциала покоя. Потенциал действия, его свойства. Биофизика нервного импульса. Биофизика рецепции. Типы клеточных рецепторов. Механизм передачи сигнала в клетку	18,5
3.	Квантовая биофизика. Фотобиология.	Взаимодействие квантов света с молекулами. Электронные переходы при поглощении света в биомолекулах. Качественные и количественные показатели поглощения света. Спектральные свойства некоторых биомолекул. Люминесценция. Флуоресценция и фосфоресценция. Применение люминесцентного анализа в биологии и фармации. Механизмы миграции энергии. Фотобиологические процессы и их стадии. Фотохимические превращения биополимеров и мембран. Фоторецепция, ее молекулярные механизмы. Понятие об индуцированном излучении. Принцип действия гелий-неонового лазера, его применение в ветеринарии и медицине	18,5
4.	Биофизические методы исследования при работе в области ветеринарии и медицине Биофизика сложных систем.	Методы изучения конформационного состояния биомолекул и надмолекулярных комплексов. Термодинамика биологических процессов. I и II начала термодинамики. Организм как открытая термодинамическая система. Стационарное состояние биологических систем. Уравнение Пригожина для открытой системы. Этапы моделирования, типы моделей. Новейшие достижения биофизики, их применение. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Типы объемных взаимодействий в макромолекулах. Конформационная подвижность биополимеров. Принцип работы и применение методов ЭПР и ЯМР в исследованиях динамики макромолекул. Электронные уровни	18,75

		молекул. Люминесценция биологически важных молекул. Миграция энергии. Кинетика ферментативных процессов. Механизмы ферментативного катализа. Виды ионизирующих излучений. Общая физическая характеристика. Прямое и косвенное действие ионизирующего излучения.	
		<i>Консультации текущие</i>	0,75
		<i>Консультации перед экзаменом</i>	2,0
		<i>Виды аттестации (экзамен)</i>	0,2
		<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	33,8

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
1.	Введение. Биофизика полимеров.	3	6	6,5
2.	Биофизика мембран.	4	8	6,5
3.	Квантовая биофизика. Фотобиология.	4	8	6,5
4.	Биофизические методы исследования при работе в области ветеринарии и медицине Биофизика сложных систем.	4	8	6,75
	<i>Консультации текущие</i>			0,75
	<i>Консультации перед экзаменом</i>			2,0
	<i>Виды аттестации (экзамен)</i>			0,2
	<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>			33,8

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1.	Введение. Биофизика полимеров.	Предмет, цели, объекты, задачи и направления науки. Единство принципов структуры и функционирования живых организмов. Биофизика белка и нуклеиновых кислот. Силы стабилизации структуры биополимеров. Конформационная подвижность белков.	3
2.	Биофизика мембран.	Структура и функции биологических мембран. Динамика биомембран. Модельные липидные мембраны. Транспорт веществ через биологические мембраны. Механизмы пассивного транспорта. Биоэлектрические потенциалы. Механизм формирования потенциала покоя Потенциал действия, его свойства. Биофизика нервного импульса. Биофизика рецепции. Типы клеточных рецепторов. Механизм передачи сигнала в клетку	4
3.	Квантовая биофизика. Фотобиология.	Взаимодействие квантов света с молекулами. Электронные переходы при поглощении света в биомолекулах. Качественные и количественные показатели поглощения света. Спектральные свойства некоторых биомолекул. Люминесценция. Флуоресценция и фосфоресценция. Применение люминесцентного анализа в биологии и фармации. Механизмы миграции энергии. Фотобиологические процессы и их стадии. Фотохимические превращения биополимеров и мембран. Фоторецепция, ее молекулярные механизмы. Понятие об индуцированном излучении. Принцип действия гелий-неонового лазера, его применение в ветеринарии	4

		и медицине	
4.	Биофизические методы исследования при работе в области ветеринарии и медицине Биофизика сложных систем.	Методы изучения конформационного состояния биомолекул и надмолекулярных комплексов. Термодинамика биологических процессов. I и II начала термодинамики. Организм как открытая термодинамическая система. Стационарное состояние биологических систем. Уравнение Пригожина для открытой системы. Этапы моделирования, типы моделей. Новейшие достижения биофизики, их применение. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Типы объемных взаимодействий в макромолекулах. Конформационная подвижность биополимеров. Принцип работы и применение методов ЭПР и ЯМР в исследованиях динамики макромолекул. Электронные уровни молекул. Люминесценция биологически важных молекул. Миграция энергии. Кинетика ферментативных процессов. Механизмы ферментативного катализа. Виды ионизирующих излучений. Общая физическая характеристика. Прямое и косвенное действие ионизирующего излучения.	4

#### 5.2.2 Практические занятия - не предусмотрены

#### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	Введение. Биофизика полимеров.	Определение концентрации оптически активных веществ методом поляриметрии	6
2	Биофизика мембран.	Использование методов вискозиметрии для исследования структурного состояния биомолекул. Калибровка вискозиметра	4
		Определение концентрации исследуемого вещества в растворе	4
3	Квантовая биофизика. Фотобиология.	Действие ионизирующей радиации на различные биосистемы.	4
		Регистрация и анализ спектров поглощения растворов органических веществ	4
4	Биофизические методы исследования при работе в области ветеринарии и медицине Биофизика сложных систем.	pH-метрия биологических жидкостей	4
		Исследование влияния температуры на оптические свойства растворов оксигемоглобина	4

#### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Введение. Биофизика полимеров.	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	2,25
		Домашнее задание, реферат	2,25
2	Биофизика мембран.	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2

		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	2,25
		Домашнее задание, реферат	2,25
3	Квантовая биофизика. Фотобиология.	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	2,25
		Домашнее задание, реферат	2,25
4	Биофизические методы исследования при работе в области ветеринарии и медицине Биофизика сложных систем.	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2,25
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	2,25
		Домашнее задание, реферат	2,25

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

### 6.1 Основная литература

1. Волькенштейн, М. В. Биофизика : учебное пособие. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 608 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/210956>

2. Плутахин, Г. А. Биофизика : учебное пособие (гриф МСХ РФ). — 2-е изд., перераб., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. <https://e.lanbook.com/book/211001>

### 6.2 Дополнительная литература

1. Присный, А. А. Биофизика. Курс лекций : учебное пособие / А. А. Присный. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 188 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131042>

2. Биофизика для инженерных специальностей : учебное пособие : в 2 томах (гриф УМО)/ Е. В. Бигдай, С. П. Вихров, Н. В. Гривенная [и др.] ; под редакцией С. П. Вихрова, В. О. Самойлова. — Рязань : РГРТУ, [б. г.]. — Том 1 : Биоэнергетика, биомембранология и биологическая электродинамика — 2021. — 491 с. <https://e.lanbook.com/book/168153>

3. Биофизика для инженерных специальностей : учебное пособие (гриф УМО)/ Е. В. Бигдай, С. П. Вихров, Н. В. Гривенная [и др.] ; под редакцией С. П. Вихрова, В. О. Самойлова. — Рязань : РГРТУ, [б. г.]. — Том 2 : Биомеханика, информация и регулирование в живых системах — 2021. — 457 с. <https://e.lanbook.com/book/168154>

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Биофизика : учебно-методическое пособие / составители А. С. Дюкова [и др.]. — Кострома : КГУ им. Н.А. Некрасова, 2021. — 67 с. <https://e.lanbook.com/book/177616>

2. Биофизика : методические указания / составители С. М. Герасюта [и др.]. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2018. — 16 с. <https://e.lanbook.com/book/111129>

### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?">http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?</a>
Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>

ЭБС «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
АИБС «МегаПро»	<a href="https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web">https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="http://minobrnauki.gov.ru">http://minobrnauki.gov.ru</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="http://education.vsu.ru">http://education.vsu.ru</a>

**6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры», «Интернет-экзамен» и пр. (указать средства, необходимы для реализации дисциплины).

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение:

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
Альт Образование	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>  Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Libre Office 6.1	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)

**Справочно-правовые системы**

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория № 403 для проведения учебных занятий	Ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран. Комплекты мебели для учебного процесса. Альт Образование 8.2 [Лицензия № AAA.0217.00 г. по «Бессрочно»], Libre Office 6.1 [Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»] (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)]
Учебная аудитория № 429 для проведения учебных занятий	Микроскоп тринокул «Биомед», адаптер для фотокамеры Canon A 610, фотокамера Canon A 610, вибрационная мешалка, микроскоп прямой модульный, комплект оборудования для анализа по Кьельдалю на базе АКВ-20 оптимальный, ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран. Комплекты мебели для учебного процесса. Альт Образование 8.2 [Лицензия № AAA.0217.00 г. по «Бессрочно»], Libre Office 6.1 [Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»] (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)].
Учебная аудитория № 416 помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютеры - 2 шт., ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран. Комплекты мебели для учебного процесса. Альт Образование 8.2 [Лицензия № AAA.0217.00 г. по «Бессрочно»], Libre Office 6.1 [Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»] (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)].

## 8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
**к рабочей программе**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц

Виды учебной работы	Всего академических часов	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		Семестр 8
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа в т. ч. аудиторные занятия:</b>	<b>20,5</b>	<b>20,5</b>
Лекции	6	6
в том числе в форме практической подготовки	-	-
Лабораторные занятия	12	12
в том числе в форме практической подготовки	-	-
Консультации текущие	0,3	0,3
Консультации перед экзаменом	2	2
Вид аттестации (экзамен)	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>53,7</b>	<b>53,7</b>
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	27,7	27,7
Подготовка к лабораторным работам	6	6
Домашнее задание, реферат	<b>20</b>	<b>20</b>
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>33,8</b>	<b>33,8</b>

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
по дисциплине  
**БИОФИЗИКА**

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-2	Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	ИД1 <sub>ОПК-2</sub> – Демонстрирует понимание принципов функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах микробиологии, физиологии, цитологии, биохимии, биофизики, иммунологии
			ИД2 <sub>ОПК-2</sub> – Применяет принципы структурной и функциональной организации микробиологических и биологических объектов для решения исследовательских задач, владеет основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем, выявляет связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды
			ИД3 <sub>ОПК-2</sub> – Применяет знание принципов клеточной организации микробиологических и биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности, иммунологии, а также экспериментальных методов для решения профессиональных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 <sub>ОПК-2</sub> – Демонстрирует понимание принципов функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах микробиологии, физиологии, цитологии, биохимии, биофизики, иммунологии	Знает: принципы функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, структуру, функции и физико-химические свойства белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, биологически активных соединений, их роль в совершенствовании технологических процессов производства продукции различного назначения
	Умеет: применять современные методы и подходы в формировании концепций и решении проблем микробиологии, физиологии, цитологии, биохимии, биофизики, иммунологии и применять физико-математический аппарат и современные методы исследований
	Владеет: способами восприятия, хранения и передачи информации, современными методическими подходами, методами исследований, включая идентификацию и оценку свойств сырья и готовой продукции
ИД2 <sub>ОПК-2</sub> – Применяет принципы структурной и функциональной организации микробиологических и биологических объектов для решения исследовательских задач, владеет основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем, выявляет связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды	Знает: принципы структурной и функциональной организации микробиологических и биологических объектов
	Умеет: выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды, распознавать внутриклеточные структуры и элементы строения тканей; описать стадии оогенеза и сперматогенеза, митоза и мейоза; раскрыть содержание процессов гликолиза, окислительного фосфорилирования, фотосинтеза, трансмембранного транспорта;
	Владеет: основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем

ИДЗ <sub>ОПК-2</sub> – Применяет знание принципов клеточной организации микробиологических и биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности, иммунологии, а также экспериментальных методов для решения профессиональных задач	Знает: принципы клеточной организации микробиологических и биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности, иммунологии
	Умеет: применять методы исследования в области клеточной организации микробиологических и биологических объектов
	Владеет: экспериментальными методами для решения профессиональных задач, навыками изучения клеточной организации биологических объектов; опытом определения типов окраски препаратов с учетом биохимических свойств ядра, цитоплазмы, органоидов и включений; навыками идентификации клеточных органоидов и отдельных тканей

## 2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные материалы		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			Наименование	№№ заданий	
1	Введение. Биофизика полимеров	ОПК-2 ИД1 <sub>ОПК-2</sub> ИД2 <sub>ОПК-2</sub> ИД3 <sub>ОПК-2</sub>	Собеседование (вопросы для экзамена)	1,2,19,20,22 64	Проверка преподавателем Отметка в системе: «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
			Тест	65-68, 84	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы к лабораторным работам)	60, 61	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			домашнее задание, реферат	27,30,39,48, 49,50	Отметка в системе «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»: - оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, подготовлена презентация и доклад; - оценка «хорошо» выставляется студенту, если со-

					<p>держание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, допущены 1-2 ошибки в тексте, подготовлена презентация и доклад;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана; допущены 3-5 ошибки в тексте, не подготовлена презентация;</li> <li>- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению.</li> </ul>
			Кейс-задача	85-87	<p>Уровни обученности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «первый уровень обученности», компетенция не освоена, недостаточный уровень освоения компетенции;</li> <li>- «второй уровень обученности», компетенция освоена, базовый уровень освоения компетенции;</li> <li>- «третий уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции;</li> <li>- «четвертый уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции;</li> <li>- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он продемонстрировал второй уровень обученности;</li> <li>- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он продемонстрировал третий уровень обученности;</li> <li>- оценка «отлично» выставляется студенту, если он продемонстрировал четвертый уровень обученности;</li> <li>- оценка «неудовлетворительно», выставляется студенту, если он проде-</li> </ul>

					монстрировал первый уровень обученности.
2	Биофизика мембран	ОПК-2 ИД1 <sub>опк-2</sub> ИД2 <sub>опк-2</sub> ИД3 <sub>опк-2</sub>	Собеседование (вопросы для экзамена)	9,10	Проверка преподавателем Отметка в системе: «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
			Тест	69-73	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы к лабораторным работам)	62	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			домашнее задание, реферат	25,26,28,29,31,38,40,51	Отметка в системе «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»: - оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, подготовлена презентация и доклад; - оценка «хорошо» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, допущены 1-2 ошибки в тексте, подготовлена презентация и доклад; - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана; допущены 3-5 ошибки в тексте, не подготовлена презентация; - оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению.

3	Квантовая биофизика. Фотобиология	ОПК-2 ИД1 <sub>ОПК-2</sub> ИД2 <sub>ОПК-2</sub> ИД3 <sub>ОПК-2</sub>	Собеседование (вопросы для экзамена)	13,14.18.21, 24, 74-78 85-87	Проверка преподавателем Отметка в системе: «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
			Собеседование (вопросы к лабораторным работам)	54-55, 57-59	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			домашнее задание, реферат	38,47	Отметка в системе «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»: - оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, подготовлена презентация и доклад; - оценка «хорошо» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, допущены 1-2 ошибки в тексте, подготовлена презентация и доклад; - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана; допущены 3-5 ошибки в тексте, не подготовлена презентация; - оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению.
			Кейс-задача	85-87	Уровни обученности: - «первый уровень обученности», компетенция не освоена, недостаточный уровень освоения компетенции; - «второй уровень обученности», компетенция освоена, базовый уровень освоения компетенции; - «третий уровень обученности», компетенция ос-

					<p>воена, повышенный уровень освоения компетенции;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «четвертый уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции;</li> <li>- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он продемонстрировал второй уровень обученности;</li> <li>- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он продемонстрировал третий уровень обученности;</li> <li>- оценка «отлично» выставляется студенту, если он продемонстрировал четвертый уровень обученности;</li> <li>- оценка «неудовлетворительно», выставляется студенту, если он продемонстрировал первый уровень обученности.</li> </ul>
4	Биофизические методы исследования при работе в области ветеринарии и медицине. Биофизика сложных систем.	ОПК-2 ИД1 <sub>опк-2</sub> ИД2 <sub>опк-2</sub> ИД3 <sub>опк-2</sub>	Собеседование (вопросы для экзамена)	3-8,11,12, 15-17,23	Проверка преподавателем Отметка в системе: «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
			Тест	79-83	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы к лабораторным работам)	53,56,63	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			домашнее задание, реферат	32-37, 41-44	Отметка в системе «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»: - оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, подготовлена презентация и доклад; - оценка «хорошо» выставляется студенту, если содержание реферата соот-

				<p>ветствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, допущены 1-2 ошибки в тексте, подготовлена презентация и доклад;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана; допущены 3-5 ошибки в тексте, не подготовлена презентация;</li> <li>- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению.</li> </ul>
			Кейс-задача	<p>85-87</p> <p>Уровни обученности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «первый уровень обученности», компетенция не освоена, недостаточный уровень освоения компетенции;</li> <li>- «второй уровень обученности», компетенция освоена, базовый уровень освоения компетенции;</li> <li>- «третий уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции;</li> <li>- «четвертый уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции;</li> </ul> <p>Отметка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он продемонстрировал второй уровень обученности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он продемонстрировал третий уровень обученности;</li> <li>- оценка «отлично» выставляется студенту, если он продемонстрировал четвертый уровень обученности;</li> <li>- оценка «неудовлетворительно», выставляется студенту, если он продемонстрировал первый уро-</li> </ul>

### 3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется бально-рейтинговая система оценки сформированности компетенций студента.

Бально-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ОМ являются: текущий опрос в виде собеседования на лабораторных работах, практических занятиях, тестовые задания в виде решения контрольных работ на практических работах и самостоятельно (домашняя контрольная работа) и сдачи курсовой работы по предложенной преподавателем теме. Оценки выставляются в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости студентов в автоматизированную систему баз данных (АСУБД) «Рейтинг студентов».

Обучающийся, набравший в семестре более 60 % от максимально возможной бально-рейтинговой оценки работы в семестре получает экзамен автоматически.

Студент, набравший за текущую работу в семестре менее 60 %, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до экзамена, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на экзамен.

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования (экзамена).

Аттестация обучающегося по дисциплине/практике проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования (экзамена).

Каждый вариант теста включает 15 контрольных заданий, из них:

- 5 контрольных заданий на проверку знаний;
- 5 контрольных заданий на проверку умений;
- 5 контрольных заданий на проверку навыков.

Если экзамен проводится в виде устного ответа. Максимальное количество заданий в билете – 4.

- 1-3 контрольных вопросов на проверку знаний;
- 1-2 задачи на проверку умений и навыков.

В случае неудовлетворительной сдачи экзамена студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем зачете не учитываются.

#### 3.1 Собеседование (вопросы для экзамена)

**ОПК-2 - Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания**

№	Текст контрольно-измерительных материалов
1	<b>Предмет изучения биофизики. Основные разделы науки</b> <i>Биофизика является синтетической наукой на стыке физики, химии, математики, биологии, физиологии и других наук. Существует множество определений данной науки.</i>

	<p>Объектами исследования в биофизике чаще всего служат биополимеры и другие биологически важные молекулы, субклеточные комплексы, ткани, органы. Однако ученые проводят исследования и на организменном, популяционном, биоценоотическом, уровнях. В биофизике можно выделить следующие разделы: молекулярную биофизику, биофизику мембран (мембранологию), квантовую биофизику, термодинамику биологических процессов, кинетику биологических процессов, фотобиологию, радиационную биофизику, биофизику сократительных процессов, прикладную биофизику</p>
2	<p><b>Понятия: метод, методика, методология.</b> Методология представляет собой совокупность приемов познания, а метод — это конкретный «путь» исследования. Метод — это инструмент познания, а методология — система близкородственных методов. Методика строится на какой-либо теоретической концепции, а метод может исходить из разных концепций в зависимости от цели исследования. Методика отличается более узкой сферой воздействия. Это либо начало работы, либо продолжение работы, либо завершение работы, либо ее описание. Метод объединяет совокупность приемов, порядок их применения и интерпретации полученных с их помощью результатов на всех стадиях исследования. Методика, в качестве конкретного приема познания или исследования окружающего мира, является составной частью метода. первым идет методика, затем метод, а множество методов объединяются в методологию. Методология — это обобщение разнообразных методов и методик исследования, фундамент научного знания.</p>
3	<p><b>Энтропия как характеристика энергетического состояния биологической системы</b> В первоначальном значении — это физическая величина, сопряженная с <a href="#">температурой</a>, необходимая для описания термических свойств системы и <a href="#">тепловых процессов</a> в ней. Существует мнение, что можно смотреть на энтропию как на меру беспорядка в системе. Физический смысл энтропии: мера беспорядка в системе. Широко используется энтропия биологами, так как живой организм - это прежде всего энергетическая система, где действуют те же законы термодинамики, что и в неживой природе. Среди термодинамических функций, характеризующих энергетическое состояние биологического объекта, энтропии принадлежит исключительно важное место. Однако живые организмы характеризуются некоторыми особенностями, которые отсутствуют у физических объектов. Это, как известно, размножение, развитие и т.д. Поэтому энергетический обмен таких систем обладает качественным своеобразием. В биосистемах протекают самые разные энергетические процессы: дыхание, фотосинтез, мышечное сокращение, транспорт веществ и т.д. Однако при всем качественном разнообразии эти процессы можно попытаться свести к двум типам: обратимые и необратимые. Обратимый процесс - это такой, при котором система в каждый данный момент времени находится в состоянии, бесконечно близком к термодинамическому равновесию, и достаточно лишь незначительно изменить условия, чтобы процесс был обращен. При этом под термодинамическим равновесием понимают такое состояние системы, когда градиенты различных видов энергии (химической, электрической) выровнены и способность системы совершать работу равна нулю. Обращение обратимого процесса не вызывает остаточных изменений в окружающей среде. В отличие от этого при необратимом процессе система изменяется по направлению к конечному состоянию (при самопроизвольном протекании процесса - к состоянию равновесия) с определенной скоростью. При этом часть свободной энергии системы (то есть той энергии системы, за счет которой может совершаться работа при постоянной температуре) теряется в виде тепла. Особенностью биосистем является то, что в них практически нет обратимых процессов. Все процессы, которые в них протекают, носят необратимый характер, то есть сопровождаются увеличением энтропии. Следовательно, в биосистемах не вся затрачиваемая при данном процессе свободная энергия переходит в полезную работу. Часть ее рассеивается в виде тепла. Отношение количества совершенной работы к количеству затраченной на нее свободной энергии называется коэффициентом полезного действия биологического процесса. Так, мышечное сокращение совершается с КПД ~ 30%, гликолиз ~ 36% и т.д. Потери свободной энергии при этих процессах весьма велики. Встречаются, однако, и такие процессы, которые близки к обратимым, то есть КПД которых высок. Например, свечение некоторых тропических насекомых имеет КПД 98-99%, разряд электрических рыб - 98%. Причина такого высокоэффективного использования свободной энергии пока не совсем ясна. Таким образом, очевиден вывод, что, чем больше увеличение энтропии при данном процессе, тем более он необратим. Энтропия измеряется в тех же единицах, что и теплоемкость, т. е. в калориях на градус на моль кал градус- моль) (или кал градус г). Эта <a href="#">единица измерения</a> часто называется энтропийной единицей э. е.). Энтропию измеряют в Дж/К, обычно ее относят к 1 <a href="#">моль вещества</a>, в этом случае <a href="#">единицами измерения</a> будут Дж/(моль-К).</p>

4	<p><b>Значение законов термодинамики для биологических систем</b> Законы термодинамики являются важными объединяющими принципами науки биологии. Эти принципы регулируют химические процессы (обмен веществ) во всех биологических организмах.</p> <p>Первый закон термодинамики, также известный как закон сохранения энергии, утверждает, что энергия не может появиться ниоткуда и исчезнуть. Она способна переходить от одной формы к другой, но энергия в замкнутой системе остается постоянной. Все биологические организмы нуждаются в энергии для выживания. В замкнутой системе, такой как Вселенная, эта энергия не потребляется, а трансформируется из одной формы в другую. К примеру, клетки организма выполняют ряд важных процессов. Эти процессы требуют энергии. При фотосинтезе энергия подается солнцем. Световая энергия поглощается клетками листьев растений и превращается в химическую энергию. Химическая энергия хранится в виде глюкозы, которая используется для образования сложных углеводов, необходимых для создания растительной массы. Энергия, хранящаяся в глюкозе, также может выделяться через клеточное дыхание. Этот процесс позволяет растительным и животным организмам получать доступ к энергии, хранящейся в углеводах, липидах и других макромолекулах, путем производства АТФ.</p> <p>Эта энергия необходима для выполнения клеточных функций, таких как репликация ДНК, митоз, мейоз, движение клеток, эндоцитоз, экзоцитоз и апоптоз.</p> <p>-Первое начало термодинамики дает строгое количественное описание того, как изменяется энергия любой системы в результате обмена ею с окружающей средой в форме теплоты, работы или передачи вещества. Но оно не позволяет определить условия, при которых термодинамические процессы будут протекать самопроизвольно, вплоть до наступления равновесия, а также спрогнозировать их направленность. Для выяснения этих вопросов, имеющих большой теоретический и практический интерес, используется второе начало (второй закон) термодинамики. Второй закон термодинамики - при передаче энергии в конце процесса переноса будет меньше энергии, чем в начале. Из-за энтропии, которая является мерой беспорядка в замкнутой системе, вся доступная энергия не будет полезна для организма. Энтропия увеличивается по мере передачи энергии.</p> <p>Энтропия - функция состояния системы, определяющая направление самопроизвольного процесса: в изолированной системе самопроизвольно могут протекать только те процессы, при которых происходит увеличение энтропии.</p> <p>Как и в случае с другими биологическими процессами, передача энергии на 100% не эффективна. При фотосинтезе, например, не вся энергия света поглощается растением. Некоторая ее часть отражается, а другая часть трансформируется в тепло. Потеря энергии в окружающую среду приводит к увеличению беспорядка или энтропии.</p> <p>В отличие от растений и других фотосинтезирующих организмов животные не могут генерировать энергию непосредственно из солнечного света. Они должны потреблять растения или других животных организмы для получения энергии. Чем выше организм находится в пищевой цепи, тем меньше доступной энергии он получает от своих источников пищи.</p> <p>Большая часть этой энергии теряется во время метаболических процессов. Поэтому для организмов в высших трофических уровнях доступно гораздо меньше энергии. Чем меньше энергии, тем меньше число организмов может быть поддержано. Именно поэтому в экосистеме больше производителей, чем потребителей. Живые системы непрерывно нуждаются в энергии для поддержания своего высокоупорядоченного состояния.</p> <p>Клетки, например, сильно упорядочены и имеют низкую энтропию. В процессе поддержания этого порядка некоторая энергия теряется в окружающей среде или трансформируется. Таким образом, в то время как клетки упорядочены, процессы, выполняемые для поддержания этого порядка, приводят к увеличению энтропии в окружении клетки/организме.</p>
5	<p><b>Значение энтропии для функционирования биологических систем.</b></p> <p>Энтропия, как термодинамическая функция, имеет несколько смысловых значений, которые по-разному приложимы к живым организмам.</p> <p>1) Энтропия как мера рассеяния энергии при необратимых процессах. В этом аспекте данная функция полностью приложима к биосистемам. Чем больше возрастание энтропии при каком-либо процессе, тем больше рассеяние энергии и тем более необратим данный процесс.</p> <p>2) Энтропия как мера возможности процесса. В этом качестве энтропия выполняет важную роль, и результат ее изменения неизбежно отражается на биологической системе. Самопроизвольно могут протекать только такие процессы, при которых эта функция или увеличивается (необратимые), или остается постоянной (обратимые).</p>

	<p>Процессы, при которых энтропия уменьшается, самопроизвольно протекать не могут, то есть термодинамически невозможны. Эта роль энтропии полностью приложима и к биологическим системам. Термодинамический энтропийный критерий четко определяет возможность протекания того или иного процесса. В этой связи утверждение, которое иногда приходится слышать, что ферменты делают возможными реакции, которые в данных условиях при их отсутствии невозможны, следует признать неверным. Ферменты лишь ускоряют во много раз те реакции, которые и без их участия могут протекать, но с очень низкой скоростью. Уникальность энергетического обмена живых систем в том, что он организован таким образом, что они могут обходить энтропийный термодинамический критерий и в них протекают не только возможные, но и невозможные с термодинамической точки зрения реакции. Это все реакции, при которых энтропия уменьшается, а свободная энергия увеличивается, - биосинтез различных веществ, работа систем активного транспорта и т.д. Это оказывается возможным благодаря механизму так называемого энергетического сопряжения. Суть этого сопряжения состоит в том, что возможная с точки зрения энтропийного критерия реакция сопрягается с реакцией термодинамически невозможной и дает для нее энергию. Два условия необходимы для осуществления энергетического сопряжения: 1) свободная энергия, даваемая термодинамически возможной реакцией, должна превышать энергию, потребляемую реакцией термодинамически невозможной, то есть должен быть некоторый избыток энергии с учетом вероятных потерь при ее передаче; 2) обе сопрягаемые реакции должны иметь общий компонент. Такими компонентами в биологических системах могут быть фосфат, электрохимический градиент протона и др. Энергетическое сопряжение в биосистемах - это выдающееся изобретение природы. Оно осуществляется обычно при участии структурных элементов клетки. Наиболее ярким примером такого сопряжения являются процессы окислительного и фотосинтетического фосфорилирования, протекающие при участии соответственно сопрягающих митохондриальных и фотосинтетических мембран. Как известно, в ходе этих процессов за счет энергии переноса электронов по дыхательной или фотосинтетической цепи осуществляется синтез богатых энергией молекул АТФ (фосфорилирование АДФ), используемых для совершения самой разнообразной работы.</p> <p>3) Энтропия как мера упорядоченности системы. В какой мере энтропия как мера упорядоченности приложима к биосистемам, что подтверждают расчеты Л.А. Блюменфельда. Он вычислил, что упорядоченность человеческого организма можно оценить приблизительно в 300 энтропийных единиц (насколько меньше энтропия стакана воды при ее испарении). Дело в том, что энтропия оценивает только физическую, энергетическую сторону упорядоченности и не затрагивает качественной ее стороны. Уникальность биологической структуры состоит не в том, сколько энергии в ней содержится и насколько изменилась энтропия при ее образовании, а в том, что эта структура имеет качественные особенности, позволяющие ей выполнять вполне определенные биологические функции. Таким образом, использование энтропии как меры упорядоченности в применении к биосистемам достаточно спорно</p>
6	<p><b>Понятия термодинамическая система и термодинамический процесс для биологических объектов</b></p> <p><b>Термодинамика рассматривает общие закономерности превращения энергии в форме тепла и работы между телами. В открытых биологических системах постоянно происходит процесс обмена энергией с внешней средой. Внутренние метаболические процессы также сопровождаются превращениями одних форм энергии в другие. Термодинамическая система - часть пространства с материальным содержимым, ограниченная поверхностью раздела (стенка сосуда, где идет реакция, или мембрана клетки). Примеры термодинамической системы в биологии: клетка, митохондрия.</b></p> <p>Термодинамика рассматривает три типа систем, отличающихся по характеру взаимодействия с внешней средой.</p> <p>Изолированные системы не обмениваются с окружающей средой ни веществом, ни энергией, т.е. границы такой системы непроницаемы. К закрытым системам относятся системы, обменивающиеся через свои границы энергией с окружающей средой, но непроницаемые для веществ. Реальные системы в природе никогда не бывают абсолютно изолированными и закрытыми.</p> <p>В открытых биологических системах осуществляется обмен как веществом, так и энергией с окружающей средой.</p> <p>Термодинамические системы характеризуются определенными свойствами или термодинамическими параметрами (температура, давление, объем, энергия). Параметры, которые не зависят от массы (температура, давление), называются интенсивными.</p>

	<p>Они используются в качестве независимых термодинамических переменных при моделировании и могут иметь определенное значение в каждой точке системы. Параметры, зависящие от общего количества вещества в системе и изменяющиеся пропорционально массе отдельных компонентов системы, называются экстенсивными (объем, число молей в системе).</p> <p>Состояние системы - совокупность физико-химических параметров, которыми она обладает в данный момент времени.</p> <p>Совокупность изменяющихся состояний в системе называется термодинамическим процессом. Процессы, протекающие в системе, могут быть обратимыми (равновесными) и необратимыми (неравновесными).</p> <p>Обратимыми называются такие термодинамические процессы, при которых возвращение системы в первоначальное состояние не требует затрат энергии извне и связанных с этим изменений в окружающей среде. При обратимых процессах не происходит рассеивания энергии в виде теплоты. Необратимыми называются термодинамические процессы, при которых возвращение системы в исходное состояние возможно лишь при условии затрат внешней энергии, что влечет за собой определенные изменения в окружающей среде. Необратимые процессы характеризуются переходом части энергии в теплоту. <b>Ни один из осуществляющихся в природе естественных процессов или процессов, связанных с деятельностью человека, не является в строго термодинамическом смысле обратимым.</b> Можно лишь приблизить его к условиям протекания обратимого процесса (например, обратимая химическая реакция). При этом сводятся к минимуму потери энергии, и процесс осуществляется вблизи состояния равновесия. <b>Термодинамика биологических процессов изучает именно необратимые (неравновесные) процессы.</b></p> <p>Внутренняя энергия системы – это энергия, зависящая от термодинамического состояния системы и состоящая из следующих частей: кинетической энергии, обусловленной тепловым хаотическим движением частиц, образующих систему (атомов и др.); потенциальной энергии частиц, обусловленной силами их межмолекулярного взаимодействия, энергией электронов и внутриядерной энергией. Внутренняя энергия (<math>U</math>) является экстенсивным свойством системы, то есть зависит от количества вещества. Нельзя вычислить абсолютное значение внутренней энергии для данной системы, так как она включает большое число трудно поддающихся учету слагаемых, некоторые из них при современном состоянии науки пока еще трудно оценить количественно. Поэтому в термодинамике вычисляют разность между запасом внутренней энергии системы для начального и конечного ее состояния (<math>\Delta U</math>).</p>
7	<p><b>Энтальпия - как термодинамический параметр в биологических измерениях</b></p> <p>Живые организмы - открытые термодинамические системы, существующие в условиях постоянства давления и температуры. Состояние системы определяется термодинамическими параметрами состояния – температурой, давлением, концентрацией, объемом, массой. Кроме того система характеризуется такими величинами как внутренняя энергия, энтропия, энергия Гиббса и энтальпия, которые определяются только конечным и начальным состояниями системы, и поэтому их можно считать функциями состояния системы.</p> <p>Энтальпия - (от греч. - нагреваю) - это сумма внутренней энергии системы (<math>U</math>) и произведения объема (<math>V</math>) и давления (<math>P</math>):</p> $H = U + P \cdot V,$ <p>где <math>H</math> – теплосодержание (энтальпия) системы. Энтальпия измеряется в джоулях или калориях.</p> <p>Абсолютное значение энтальпии для рассматриваемой системы определить невозможно, и в термодинамических расчетах оценивается лишь изменение энтальпии <math>\Delta H</math>, происходящее при переходе системы из одного состояния в другое. Для эндотермических процессов изменение энтальпии имеет положительный знак, для экзотермических - отрицательный.</p> <p>В аспекте значения энтальпии для биологических измерений необходимо использовать первый закон термодинамики, который имеет несколько формулировок. Для тепловых процессов он формулируется следующим образом:</p> <p>количество теплоты, переданное системе, идет на изменение внутренней энергии системы и совершение системой работы: <math>Q = \Delta U + A</math>.</p> <p><math>\Delta U</math> – есть разность двух значений внутренней энергии, соответствующих конечному и начальному состоянию. Выражение, обозначающее элементарную сумму внутренней энергии и произведенной работы, называют энтальпией и обозначают буквой <math>H</math>.</p> <p>Существует и другое определение энтальпии - это свойство вещества, указывающее количество энергии, которую можно преобразовать в теплоту, определяется как: <math>H =</math></p>

$U + PV$  где:  $P$  - давление,  $V$  - объем системы.

При постоянном давлении изменение энтальпии равно количеству теплоты, подведенной к системе, поэтому энтальпию часто называют тепловой функцией или теплосодержанием, т.е. это свойство системы, указывающее количество энергии, которую можно преобразовать в теплоту. В состоянии термодинамического равновесия энтальпия системы минимальна:  $\Delta H = \Delta U$ .

В живом организме работа совершается за счет изменения внутренней энергии, которое происходит благодаря различного рода биохимическим процессам. Живой организм не может работать по принципу тепловой машины за счет поступления тепла извне. В организме благодаря процессам биологического окисления органических молекул высвобождается химическая энергия, часть которой превращается в тепло, а часть затрачивается на обеспечение жизнедеятельности и процессов синтеза. Более 40% этой энергии запасается в макроэргических связях АТФ. При разрыве этих связей также высвобождается энергия, за счет которой совершается полезная работа и вновь выделяется тепло. Следовательно, первый закон термодинамики применим к биологическим системам.

Основное следствие первого начала термодинамики - закон Гесса: тепловой эффект химической реакции, развивающейся через ряд промежуточных стадий, не зависит от пути перехода, а определяется лишь разностью энтальпий конечных и исходных продуктов реакции.

Математическое выражение закона Гесса:

$$Q = \Delta H = \sum_i H_{i,k} - \sum_j H_{j,u},$$

где  $\sum_i H_{i,k}$  - сумма энтальпий всех продуктов реакции;  $\sum_j H_{j,u}$  - сумма энтальпий всех исходных веществ;  $\Delta H$  - изменение энтальпии химической реакции.

Изменение энтальпии соответствует величине поглощенной или выделенной теплоты, которую можно определить с помощью калориметра.

Энтальпия используется в вычислениях для определения разницы уровней энергии между двумя состояниями. Это необходимо для определения коэффициента полезного действия процесса. Энтальпия является предпочтительным выражением изменения энергии системы во многих биологических измерениях при постоянном давлении, так как это упрощает описание передачи энергии.

8	<p><i>Приложимость второго принципа термодинамики к биосистемам</i></p> <p><i>Второе начало термодинамики позволяет судить о направлении протекания процесса, дополняет первое начало термодинамики, и формулируется по-разному, в зависимости от той группы явлений, к которой оно прилагается.</i></p> <p><i>В биосистемах протекают процессы, при которых энергия в соответствии с этим принципом переходит с более высокого на более низкий уровень. Это, например, процесс дыхания. В ходе его богатые энергией соединения (углеводы) распадаются до простых низкоэнергетических веществ - воды и углекислоты, а выделившаяся свободная энергия используется для протекания других процессов (например, синтеза АТФ). Однако хорошо известно, что в живых системах осуществляются и такие процессы, в ходе которых энергия переходит с более низкого на более высокий уровень. Так, например, происходит при фотосинтезе. Здесь, как известно, из простых бедных энергией соединений углекислоты и воды при участии квантов света синтезируются вещества (например, углеводы), содержащие значительный запас свободной энергии. Можно назвать и другие процессы в биосистемах, протекание которых, казалось бы, не подчиняется второму принципу термодинамики. Это позволило некоторым ученым говорить о том, что данный принцип не действует в биосистемах. Но с учетом выбора системы для рассмотрения, необходимо рассматривать организм не изолированно от внешней среды, а во взаимодействии с ней. Как известно, в изолированной системе самопроизвольно протекающие процессы приводят ее к состоянию так называемого термодинамического равновесия. При этом состоянии градиенты энергии выровнены, работоспособность системы равна нулю, а ее энтропия максимальна. Однако хорошо известно, что биологические системы, пока они функционируют, никогда не достигают такого состояния. Они всегда обладают работоспособностью, а их энтропия не максимальна. Это связано с тем, что биосистемы являются не изолированными, а открытыми системами. Они постоянно обмениваются энергией с внешней средой. При этом свободная энергия поступает в организм в виде пищевых продуктов, различных излучений и т.д, а выделяется чаще всего в деградированной тепловой форме или в виде низкоэнергетических соединений. Поскольку приток свободной энергии способствует уменьшению энтропии системы (увеличиваются градиенты энергии, уменьшается количество деградированной формы энергии), то нередко говорят, что организм питается отрицательной энтропией и выделяет положительную энтропию. Поэтому для рассмотрения приложимости второго принципа термодинамики к биосистемам следует брать не организм как таковой, а организм вместе с участком среды, обеспечивающим его нормальное функционирование в течение определенного времени. Такая система получила название условно изолированной системы. К ней второй принцип термодинамики полностью приложим. В отдельных участках этой системы энтропия, казалось бы вопреки второму принципу термодинамики, может даже уменьшаться (например, в зеленом листе при фотосинтезе). Однако это уменьшение происходит за счет возрастания энтропии в другой части такой системы (например, в источнике света, от которого световая энергия поступает в лист). В результате общая энтропия такой системы в соответствии со вторым принципом термодинамики не уменьшается, а имеет тенденцию к увеличению. Таким образом, можно констатировать, что, так же как и к неживым объектам, второй принцип термодинамики приложим и к биосистемам. Протекание процессов в них идет в соответствии с этим принципом и энтропии здесь принадлежит важная роль. Особенностью биосистем является то, что они не просто открытые системы, а системы, находящиеся в стационарном стоянии. При стационарном состоянии приток и отток энтропии происходит с постоянной скоростью, поэтому общая энтропия системы не меняется во времени ) <math>dS/dt=0</math>)</i></p>
9	<p><b>Методы изучения биологических мембран, применяемые в биологических исследованиях.</b></p> <p><i>К биофизическим методам исследования структуры и функций биологических мембран относят ряд высокоинформативных, хорошо зарекомендовавших себя методов, позволяющих получать достоверные сведения о состоянии молекул, молекулярных комплексов, целой мембраны и изменении их физико-химических параметров в зависимости от функционального состояния мембран. К биофизическим методам относят:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>метод электронной микроскопии;</i></li> <li>• <i>метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) и использования спиновых меток;</i></li> <li>• <i>метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР);</i></li> <li>• <i>метод флуоресцентной спектроскопии (и использования флуоресцентных зондов);</i></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• метод определения дисперсии оптического вращения и кругового дихроизма;</li> <li>• метод дифференциальной сканирующей калориметрии;</li> <li>• метод рентгеновского рассеяния нейтронов;</li> <li>• метод моделирования;</li> <li>• метод искусственных мембран;</li> <li>• метод радиоактивных изотопов.</li> </ul>												
10	<p><b>Мембранные белки и липиды.</b></p> <p>Клеточная мембрана - это неотъемлемый компонент любой клетки. Ее роль в первую очередь состоит в том, чтобы отграничить внутреннее пространство клетки от внешней среды, а у эукариот, кроме того, разделить внутреннюю часть клетки на функционально значимые отсеки: ядро и митохондрии. Во внешней клеточной мембране (цитолеме) функционируют транспортные белки, рецепторы. Структурной основой всех мембран являются липиды, в частности фосфолипиды, представленные в основном двумя соединениями фосфодиацилглицеринами и сфингомиелинами. Фосфотидилглицерин - наиболее распространенный представитель фосфолипидов он присутствует в мембранах всех живых организмов и является производным <u>фосфатидной кислоты</u>. В основном это кислоты с длиной углеродной цепи 12-24 атома, либо полностью насыщенные либо имеющие одну или несколько несопряженных двойных связей. В структуре фосфолипидов заложена важная функциональная особенность: содержание длинной гидрофобной цепи и гидрофильной "головки" из фосфатидной кислоты. Сфингомиелины являются производными аминокислоты <u>сфингозина</u>. Они характерны только для мембран животных клеток.</p> <p><b>Холестерин</b> присутствует во внутриклеточных мембранах животных клеток (за исключением внутренней мембраны митохондрий). <b>Гликолипиды</b> входят в состав многих мембран (например, во внешний слой плазматических мембран). В состав гликолипидов входят углеводные функциональные группы, которые ориентируются в водную фазу. Липиды мембран представляют собой амфифильные молекулы с полярной гидрофильной головкой и неполярным липофильным хвостом. В водной среде они агрегируют за счет гидрофобных взаимодействий и вандерваальсовых сил.</p> <p>Наряду с этими компонентами мембраны содержат белки и связанные с ними углеводы. Мембранные белки (протеины, могут связываться с мембраной различным путем. Интегральные мембранные белки имеют трансмембранные спирализованные участки (домены), которые однократно или многократно пересекают липидный бислой. Такие белки прочно связаны с липидным окружением. Периферические мембранные белки удерживаются на мембране с помощью липидного «якоря» и связаны с другими компонентами мембраны; например, они часто бывают ассоциированы с интегральными мембранными белками. У интегральных мембранных белков фрагмент пептидной цепи, пересекающий липидный бислой, обычно состоит из 21-25 преимущественно гидрофобных аминокислот, которые образуют правую <math>\alpha</math>-спираль с 6 или 7 витками (трансмембранная спираль).</p>												
11	<p><b>Состояние живых систем. Понятие термодинамического равновесия и стационарного состояния</b></p> <p>Жизнь - это постоянная борьба против тенденции к возрастанию энтропии. Усложнение структуры клеток в процессе эволюции (прокариоты, эукариоты) и организации живых существ – мощные антиэнтропийные факторы. Термодинамическое равновесие - это состояние системы, при котором ее параметры не изменяются, и она не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией. Стационарное состояние системы характеризуется тем, что ее параметры также не изменяются во времени, но происходит обмен веществ и энергии с окружающей средой. Различие между системами, находящимися в термодинамическом равновесии и стационарном состоянии:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Термодинамическое равновесие</th> <th>Стационарное состояние</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Отсутствие обмена с окружающей средой веществом и энергией</td> <td>Непрерывный обмен с окружающей средой веществом и энергией</td> </tr> <tr> <td>Энтропия системы постоянна и соответствует максимально возможному в данных условиях значению</td> <td>Энтропия системы постоянна, но не равна максимально возможному в данных условиях значению</td> </tr> <tr> <td>Полное отсутствие в системе каких-либо градиентов</td> <td>Наличие постоянных по величине градиентов</td> </tr> <tr> <td>Не требуется затраты свободной энергии</td> <td>Необходимы постоянные затраты энергии</td> </tr> <tr> <td>Система не реакционноспособна и не совершает работу против внешних сил</td> <td>В системе совершаются необратимые реакции, ее работоспособность пост-</td> </tr> </tbody> </table>	Термодинамическое равновесие	Стационарное состояние	Отсутствие обмена с окружающей средой веществом и энергией	Непрерывный обмен с окружающей средой веществом и энергией	Энтропия системы постоянна и соответствует максимально возможному в данных условиях значению	Энтропия системы постоянна, но не равна максимально возможному в данных условиях значению	Полное отсутствие в системе каких-либо градиентов	Наличие постоянных по величине градиентов	Не требуется затраты свободной энергии	Необходимы постоянные затраты энергии	Система не реакционноспособна и не совершает работу против внешних сил	В системе совершаются необратимые реакции, ее работоспособность пост-
Термодинамическое равновесие	Стационарное состояние												
Отсутствие обмена с окружающей средой веществом и энергией	Непрерывный обмен с окружающей средой веществом и энергией												
Энтропия системы постоянна и соответствует максимально возможному в данных условиях значению	Энтропия системы постоянна, но не равна максимально возможному в данных условиях значению												
Полное отсутствие в системе каких-либо градиентов	Наличие постоянных по величине градиентов												
Не требуется затраты свободной энергии	Необходимы постоянные затраты энергии												
Система не реакционноспособна и не совершает работу против внешних сил	В системе совершаются необратимые реакции, ее работоспособность пост-												

Сходство термодинамического равновесия и стационарного состояния системы заключается в том, что стационарное состояние, так же как и термодинамическое равновесие, сохраняет все основные параметры неизменными.

Энтропия системы, находящейся в стационарном состоянии, имеет некоторую постоянную величину, не равную максимальной. Поэтому наиболее характерными свойствами стационарного состояния являются стремление системы к минимуму ежесекундного прироста энтропии и определенная внутренняя стабильность и упорядоченность. И. Пригожин на основе изучения открытых систем сформулировал основное свойство стационарного состояния (1946): в стационарном состоянии при фиксированных внешних параметрах скорость продукции энтропии в открытой системе, обусловленная протеканием необратимых процессов, постоянна во времени и минимальна по величине:  $diS/dt \rightarrow \min$ )

Таким образом, согласно теореме Пригожина стационарное состояние характеризуется минимальным рассеянием энергии. Условия стационарного процесса оказываются эквивалентными условиям минимума прироста энтропии. Это утверждение справедливо только для тех открытых систем, в которых выполняются линейные соотношения между величинами скоростей и движущих сил процессов. Кроме того, открытые системы должны находиться в частично-равновесном состоянии, при котором процессы их обмена с окружающей средой протекают равновесным образом.

12

### Этапы моделирования биологических систем, типы моделей

Моделирование - один из основных методов биофизики. Он используется на всех уровнях изучения живых систем, начиная от молекулярной биофизики, биофизики мембран, биофизики клетки и органов и заканчивая биофизикой сложных систем.

При изучении сложных систем исследуемый объект может быть заменен другим, более простым, но сохраняющим основные, наиболее существенные для данного исследования свойства. Такой более простой объект исследования называется моделью. Модель — это всегда некое упрощение объекта исследования и в смысле его структуры, и по сложности внутренних и внешних связей, но обязательно отражающее те основные свойства, которые интересуют исследователя. Практически в каждой теме курса биофизики рассматриваются разнообразные модели, например, жидкостно-мозаичная модель мембраны, модель формирования потенциала действия (модель Ходжкина-Хаксли), модель скользящих нитей при описании сокращения мышцы, модель кровеносной системы (модель Франка) и др.

Моделирование — это метод, при котором производится замена изучения некоторого сложного объекта (процесса, явления) исследованием его модели. На идее моделирования по существу базируется любой метод научного исследования как теоретический, так и экспериментальный.

В биофизике, биологии и медицине часто применяют физические, биологические, математические модели. Также распространено аналоговое моделирование. Основные виды моделей:

1) Физическая модель имеет физическую природу, часто ту же, что и исследуемый объект. Например, течение крови по сосудам моделируется движением жидкости по трубам (жестким или эластичным). При моделировании электрических процессов в сердце его рассматривают как электрический токовый диполь. Для изучения процессов проницаемости ионов через биологические мембраны реальная мембрана заменяется искусственной (например, липосомой). Физические устройства, временно заменяющие органы живого организма, также можно отнести к физическим моделям: искусственная почка – модель почки, кардиостимулятор - модель процессов в синусовом узле сердца, аппарат искусственного дыхания - модель легких;

2) Биологические модели представляют собой биологические объекты, удобные для экспериментальных исследований, на которых изучаются свойства, закономерности биофизических процессов в реальных сложных объектах. Например, закономерности возникновения и распространения потенциала действия в нервных волокнах были изучены только после нахождения такой удачной биологической модели, как гигантский аксон кальмара. Опыт Уссинга, доказывающий существование активного транспорта, был проведен на биологической модели – коже лягушки, которая моделировала свойство биологической мембраны осуществлять активный транспорт;

3) Математические модели – описание процессов в реальном объекте с помощью математических уравнений, как правило, дифференциальных. Для реализации математических моделей в настоящее время широко используются компьютеры. С помощью ЭВМ

	<p>проводят эксперименты по исследованию формирования патологии, развития эпидемий и т.д. Изменяя коэффициенты или вводя новые члены в дифференциальные уравнения, можно учитывать те или иные свойства моделируемого объекта или теоретически создавать объекты с новыми свойствами, так, например, получать лекарственные препараты более эффективного действия. С помощью ЭВМ можно решать сложные уравнения и прогнозировать поведение системы: течение заболевания, эффективность лечения, действие фармацевтического препарата.</p> <p>Если процессы в модели имеют другую физическую природу, чем оригинал, но описываются таким же математическим аппаратом (как правило, одинаковыми дифференциальными уравнениями), то такая модель называется аналоговой. Например, аналоговой моделью сосудистой системы является электрическая цепь из сопротивлений, емкостей и индуктивностей.</p> <p>Основные требования, которым должна отвечать модель.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Адекватность - соответствие модели объекту, то есть модель должна с заданной степенью точности воспроизводить закономерности изучаемых явлений.</li> <li>2. Должны быть установлены границы применимости модели, то есть четко заданы условия, при которых выбранная модель адекватна изучаемому объекту. Границы применимости определяются теми допущениями, которые делаются при составлении модели. Как правило, чем больше допущений, тем уже границы применимости. Так, например, липосома является адекватной моделью биологической мембраны, если изучается проницаемость липидного бислоя мембран для различных веществ. Если же цель исследования - электрогенез в клетках, то в этом случае липосома не адекватная модель, границы ее применимости не удовлетворяют целям исследования.</li> </ol> <p>Основные этапы моделирования можно свести к следующим:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Первичный сбор информации. Исследователь должен получить как можно больше информации о разнообразных характеристиках реального объекта: его свойствах, происходящих в нем процессах, закономерностях поведения при различных внешних условиях.</li> <li>2. Постановка задачи. Формулируется цель исследования, основные его задачи, определяется, какие новые знания в результате проведенного исследования хочет получить исследователь. Этот этап часто является одним из наиболее важных и трудоемких.</li> <li>3. Обоснование основных допущений. Другими словами, упрощается реальный объект, выделяются из его характеристик не существенные для целей исследования, которыми можно пренебречь.</li> <li>4. Создание модели, ее исследование.</li> <li>5. Проверка адекватности модели реальному объекту. Указание границ применимости модели.</li> </ol>
13	<p><b>Светопоглощение биосистемами</b></p> <p>Способность молекул поглощать свет лежит в основе спектрофотометрии, широко используемой в биологии и медицине для качественного и количественного анализа, для выяснения химической структуры и изучения химических реакций веществ. Поглощение света проявляется в ослаблении светового потока после прохождения через исследуемый объект, и оно тем больше, чем выше концентрация вещества (<math>c</math>, моль·л<sup>-1</sup>), толщина раствора (<math>l</math>, см), способность вещества к поглощению. Для монохроматического света эти закономерности выражаются законом Бугера — Ламберта — Бера:</p> $D = \lg(I_0/I) = \epsilon cl,$ <p>где <math>D</math> — так называемая оптическая плотность образца, <math>I_0</math> и <math>I</math> — интенсивности падающего и прошедшего через раствор вещества света. Величину <math>\epsilon</math> (моль<sup>-1</sup>·л·см<sup>-1</sup>) называют молярным коэффициентом экстинкции. Иногда используют параметр поперечное сечение поглощения <math>s</math>. Физический смысл <math>s</math> — эффективное сечение молекулы, при попадании в которое происходит поглощение фотона данной длины волны.</p> <p>Графики, выражающие зависимости оптической плотности <math>D</math>, коэффициента молярной экстинкции <math>\epsilon</math> или <math>s</math> от длины волны, называются спектрами поглощения.</p> <p>Наиболее информативными параметрами спектров поглощения и излучения являются длина волны перехода (положение спектра на шкале длин волн), которая отражает разность энергий участвующих в переходах состояний, и интенсивность, которая пропорциональна квадрату индуцированного светом дипольного момента (момента перехода). Окраску веществ связывают с их строением, считая, что цвет соединения обуславливается наличием ненасыщенных химических группировок — «хромофоров», поглощающие не только в видимой, но и в ультрафиолетовой области.</p>
14	<p><b>Количественный анализ биосистем по спектрам поглощения</b></p> <p>Электронные спектры поглощения возникают в результате переходов электронов в возбужденные состояния и наблюдаются в ультрафиолетовой, видимой и ближней ин-</p>

	<p>фракрасной областях (120 – 1000 нм). Энергии переходов составляют 1000 – 120 кДж/моль (240 – 30 ккал/моль). При поглощении такой энергии одновременно происходит изменение в колебательных и вращательных состояниях, вследствие чего электронные спектры состоят из широких полос. Для установления связи электронных спектров со строением органических соединений необходимо сделать отнесения полос поглощения к определенным электронным переходам. Теория электронных спектров основывается на квантово–механических представлениях, однако полное решение задачи в настоящее время невозможно и поэтому пользуются различными степенями приближения. Спектр поглощения вещества зависит от химической природы вещества, его состояния, характера окружения, температуры. Химические превращения вещества, комплексообразование, изомеризация, изменение гидрофобности и т.д. – все это существенно сказывается на спектрах поглощения. Измерения электронных спектров поглощения позволяют делать заключение о характере исследуемого вещества, структуре и свойствах его молекул и т.д.</p>
15	<p><b>Типы клеточных рецепторов</b></p> <p>Биологические мембраны играют ключевую роль в процессах приема, переработки и передачи информации в клетке, обеспечивающих согласованное протекание множества биохимических реакций целостного организма. Внешний сигнальный агент, называемый первичным мессенджером (посредником), как правило, не проникает внутрь клетки, а специфически взаимодействует с клеточными рецепторами. В качестве первичных мессенджеров выступают различные химические соединения (гормоны, нейромедиаторы) или физические факторы (квант света).</p> <p>Гидрофобные стероидные и тиреоидные гормоны способны диффундировать через липидный бислой внутрь клетки и связываться с растворимыми (внутриклеточными) рецепторными белками.</p> <p>Гидрофильные вещества (первичные мессенджеры) внутрь клетки не проникают и поэтому имеют мембранные рецепторы. Если внешняя сигнальная молекула воздействует на рецепторы клеточной мембраны, то она активирует их, и они передают полученную информацию на систему белковых компонентов мембраны, называемую каскадом передачи сигнала. Мембранные белки каскада передачи сигнала подразделяют на белки-преобразователи, связанные с рецепторами, и ферменты-усилители, связанные с белками-преобразователями и активирующие вторичные внутриклеточные мессенджеры, переносящие информацию внутрь клетки. В роли вторичных мессенджеров выступают малые молекулы и ионы: сАМР, циклический гуанозин-3,5-монофосфат (сГМР), инозитол-1,4,5-трифосфат (IP<sub>3</sub>), диацилглицерол, арахидоновая кислота, ионы кальция и др.</p> <p>Вторичные мессенджеры характеризуются следующими свойствами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– имеют небольшую молекулярную массу;</li> <li>– с высокой скоростью диффундируют в цитоплазме;</li> <li>– быстро расщепляются и быстро удаляются из цитоплазмы (например, ионы кальция выкачиваются во внешнюю среду или поступают во внутриклеточные депо с помощью Ca<sup>2+</sup>-АТФаз). Это необходимо для того, чтобы сигнал первичного мессенджера был обратим, иначе произойдет нарушение метаболических реакций в клетке и возникновение патологических состояний организма.</li> </ul> <p>В плазматических мембранах про- и эукариотических клеток локализованы различные специализированные рецепторные системы, в процессе функционирования которых осуществляются следующие стадии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– связывание первичного мессенджера с рецептором;</li> <li>– передача информации о связывании внешнего сигнала с рецептором на мембранные белковые компоненты каскада;</li> <li>– образование вторичного мессенджера;</li> <li>– формирование клеточного ответа.</li> </ul>
16	<p><b>Механизм передачи сигнала в клетку</b></p> <p>Процесс передачи внешнего сигнала с помощью внутримембранных компонентов каскада представляет собой последовательные стадии изменения <b>конформационного</b> состояния и <b>функциональной</b> активности белков, связанных друг с другом непосредственно или опосредованно с участием других структурных элементов мембран.</p> <p>Большинство мембранных рецепторов представлены олигомерными белками - гликопротеинами. Для обеспечения рецепторной функции молекулы белков должны отвечать ряду требований:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) обладать высокой избирательностью к лиганду (атом, ион или молекула, связанные с другим атомом (акцептором) с помощью донорно-акцепторного взаимодействия);</li> <li>б) кинетика связывания лиганда должна описываться кривой с насыщением, соответ-</li> </ol>

	<p>ствующим состоянию полной занятости всех молекул рецепторов, число которых на мембране ограничено;</p> <p>в) рецепторы должны обладать тканевой специфичностью;</p> <p>г) связывание лиганда и его клеточный (физиологический) эффект должны быть обратимы, параметры сродства должны соответствовать физиологическим концентрациям лиганда;</p> <p>д) количество клеточных рецепторов динамично, то есть изменяется в зависимости от состояния клетки (например, при развитии ряда патологий, при действии некоторых лекарственных веществ).</p> <p>Лиганд-рецепторные взаимодействия реализуются при помощи слабых нековалентных сил: электростатических, ион-дипольных, ван-дер-ваальсовых и гидрофобных взаимодействий, водородных связей.</p> <p>Существуют три основных типа мембранных рецепторов: 1) рецепторы, сопряженные с G-белками; 2) рецепторы - ионные каналы; 3) рецепторы, обладающие ферментативной активностью.</p>
17	<p><b>Система регуляции факторов гомеостаза</b></p> <p>Все процессы жизнедеятельности у человека и животных находятся под контролем нервных клеток, которые секретируют в синаптическую щель нейромедиаторы, и эндокринных желез, которые выделяют в кровь гормоны. Гормоны и нейромедиаторы сообщают органам и тканям, что, когда и сколько они должны производить. Среди нейроэндокринных механизмов регуляции существует своя иерархия, тесно связанная со скоростями развития и гашения их сигналов, а также с молекулярными механизмами их действия.</p> <p>Отклонение от нормы того или иного процесса жизнедеятельности включает нервную систему регуляции, и нейромедиаторы, изменяя активность ионных каналов (являющихся одновременно рецепторами нейромедиаторов), вызывают гипер- или деполяризацию мембраны. Эта регуляция клеточной активности, происходящая за счет физических процессов (перемещение ионов через мембрану), развивается и гасится за доли секунды.</p> <p>Если нервная система не в состоянии вернуть тот или иной фактор гомеостаза к норме, подключаются гормоны (гидрофильные), действующие через мембранные рецепторы и системы вторичных мессенджеров. Эта регуляция, происходящая за счет химических процессов (синтез вторичных мессенджеров, химическая модификация белков-эффекторов) развивается и гасится за минуты.</p> <p>Если отклонения от нормы того или иного процесса достигают опасных для организма величин, или должны произойти фенотипические изменения клеток, подключаются стероидные и тиреоидные гормоны, имеющие внутриклеточные рецепторы. Гормон-рецепторный комплекс в этом случае связывается с ДНК и влияет на экспрессию генов, а, следовательно, на концентрацию определенных белков в клетке. Эта регуляция реализуется через 3–6 часов после появления гормона в крови, а гасится спустя 6–12 ч.</p> <p>Мембранные рецепторы, имеющие сродство к G-белкам, семь раз пронизывают липидный бислой мембраны (<math>\beta</math>-R - бета-адренергический рецептор, <math>M_2</math>-R - холинергический рецептор мускаринового типа). Связывание гидрофильного первичного мессенджера (гормона или нейромедиатора) с рецептором приводит к конформационным изменениям последнего, этот сигнал передается на G-белки: <math>G_s</math> - G-белок, стимулирующий, а <math>G_i</math> - G-белок, ингибирующий аденилатциклазу.</p> <p>Таким образом, эти белки регулируют образование циклического АМФ (цАМФ) в цитоплазме клетки. Циклический АМФ связывается с протеинкиназой и переводит ее из неактивного в активное состояние. Фосфорилирование ряда белков в клетке изменяет их свойства и тем самым вызывает биологический эффект данных гормонов. Гормональное влияние на клетку устраняется за счет разрушения гормонов извне клетки, что вызывает диссоциацию гормон-рецепторного комплекса. Кроме того, фосфодиэстераза (ФДЭ) гидролизует циклический АМФ до АМФ, а фосфопротеинфосфатаза дефосфорилирует, что приводит к полному гашению гормонального сигнала.</p>
18	<p><b>Качественные и количественные показатели поглощения света</b></p> <p>Различные методы исследований биологических структур основаны на способности биообъектов (клеток живых организмов, биологических молекул) поглощать свет. Поглощение света внешне проявляется в ослаблении светового потока после прохождения через исследуемый объект. С помощью приемника излучения (фотозлемент, фотомножитель) можно определить, во сколько раз интенсивность света, падающего на образец (<math>I_0</math>), больше интенсивности света, выходящего из образца (<math>I</math>).</p> <p>Для описания способности целого объекта поглощать свет используют следующие</p>

	<p>характеристики:</p> <p>1) <b>оптическая плотность (<math>D</math>)</b> – десятичный логарифм отношения интенсивности света, падающего на образец (<math>I_0</math>), к интенсивности света, выходящего из образца (<math>I</math>):  <math>D = \lg I_0/I</math>;  как и любая логарифмическая величина, оптическая плотность не имеет размерности, измеряется в единицах оптической плотности;</p> <p>2) <b>коэффициент светопропускания (<math>T</math>)</b>, или просто светопропускание – отношение интенсивности света, вышедшего из образца, к интенсивности света, падающего на образец:  <math>T = I/I_0</math>,  измеряется в долях или процентах (<math>T = I/I_0 \cdot 100 \%</math>);</p> <p>3) <b>доля поглощенного светового потока (<math>\alpha</math>)</b>, или просто светопоглощение:  <math>\alpha = (I_0 - I)/I_0 = 1 - T</math>,  так же, как и <math>T</math>, светопоглощение измеряется в долях или процентах.</p> <p>4) <b>молярные (<math>\epsilon</math> и <math>\epsilon'</math>) и молекулярный (<math>s</math>) коэффициенты поглощения.</b></p>
19	<p><b>Метод рентгено - структурного анализа: принцип, использование</b></p> <p>Для исследования <b>структуры биополимеров</b> в кристаллическом состоянии используют метод рентгено-структурного анализа (РСА). РСА дает прямую информацию о расположении атомов в молекулах и кристаллах. В его основе лежит взаимодействие рентгеновского излучения с электронами вещества, в результате которого возникает дифракция рентгеновских лучей с длиной волны <math>\sim 0,1</math> нм. Последние рассеиваются на электронных оболочках атомов. Интерференция волн, рассеянных веществом, приводит к возникновению дифракционной картины (регистрируется рентгенограмма). Условие дифракции (отражения) дается формулой Брэгга - Вульфа:  <math>n\lambda = 2d \cdot \sin\theta</math>,  где <math>\lambda</math> - длина волны; <math>d</math> - расстояние между кристаллическими плоскостями; <math>\theta</math> - угол между направлением падающего луча и кристаллической плоскостью.</p> <p>Главная идея рентгеноструктурного анализа состоит в определении расстояний <math>d</math> на основании дифракционной картины, получаемой для рентгеновских лучей с известной <math>\lambda</math>. Подробные сведения о строении вещества можно получить только при изучении кристаллов, так как их атомы расположены периодически. Дифракционные максимумы характеризуются различными интенсивностями: их анализ позволяет установить распределение электронной плотности в кристалле.</p> <p><b>Бурную развитие молекулярной биофизики способствовало применение рентгеноструктурного анализа для исследований пространственной структуры белков и нуклеиновых кислот (ДНК).</b> В настоящее время рентгенография высокого разрешения осуществлена для многих белков. Расшифровка сложных рентгенограмм белков и нуклеиновых кислот - трудная и длительная работа, которую проводят с использованием компьютера.</p> <p>Для исследования структуры биополимеров в кристалле используют также метод нейтронографии. Принцип этого метода аналогичен РСА, но вместо рентгеновских лучей используют поток нейтронов.</p>
20	<p><b>Метод - ядерный магнитный резонанс: принцип, использование.</b></p> <p>Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) - резонансное поглощение электромагнитной энергии веществом, обусловленное переориентацией системы магнитных моментов атомных ядер в постоянном магнитном поле. ЯМР был открыт и объяснен Ф. Блохом и Э. Перселлом в 1946 г.</p> <p>ЯМР, как и ЭПР, - один из методов радиоспектроскопии, так как частота электромагнитных волн, вызывающих переходы между энергетическими состояниями при резонансе, соответствует радиодиапазону.</p> <p>ЯМР высокого разрешения представляет собой <b>стандартный метод изучения строения органических молекул, используемый также для исследования механизма и кинетики химических и биохимических реакций.</b></p> <p>Спектроскопия ЯМР находит все более широкое применение <b>в биофизике и в медицине.</b> Так, методы ЯМР были эффективно использованы при анализе конформационных свойств биополимеров, взаимодействий белков с фармакологическими веществами, взаимодействий белок - лиганд (гемопротейды), антиген - антитело. Очень часто методы ЯМР используют для определения природы химических групп, участвующих в образовании специфических комплексов (сывороточный альбумин - пенициллин, сывороточный альбумин - стрептомицин), а также природы вновь образующихся связей.</p> <p>Исследование методом ЯМР осуществляется без разрушения образца и поэтому его можно проводить на живых объектах. Такой метод называют ЯМР-интроскопией или</p>

	<p>магнито-резонансной томографией (МРТ). Он позволяет различать кости, сосуды, нормальные ткани и ткани со злокачественной патологией. ЯМР-интроскопия, например, отличает изображение серого вещества мозга от белого, опухолевых клеток от здоровых. Это эффективный метод диагностики заболеваний, которые связаны с изменением состояний органов и тканей.</p>
21	<p><b>Применение закона Бугера – Ламберта – Бера в биологических исследованиях</b>  <b>Закон применяется при исследовании структурных особенностей молекул.</b> Физический смысл закона можно сформулировать так: <b>при прохождении света через вещество его интенсивность уменьшается в результате поглощения энергии световой волны атомами или молекулами вещества.</b> Степень поглощения света зависит от толщины слоя вещества, длины волны света и вида поглощающего вещества. Формулой Бугера – Ламберта – Бера называют следующее выражение:  <math>I = I_0 \exp(-s \cdot n \cdot l)</math> (или <math>I = I_0 e^{-s \cdot n \cdot l}</math>).      Параметр <math>s</math> является поперечным сечением поглощения молекулы, другое его название – молекулярный показатель поглощения, размерность – <math>\text{см}^2/\text{молекула}</math>. Физический смысл <math>s</math> – эффективное сечение молекулы, при попадании в которое происходит поглощение кванта света данной длины волны.      Как правило, закон Бугера – Ламберта – Бера используют в иной форме:  <math>I = I_0 e^{-\epsilon \cdot c \cdot l}</math>      или <math>I = I_0 10^{-\epsilon \cdot c \cdot l}</math>,      где <math>c</math> – молярная концентрация вещества;  <math>\epsilon</math> – натуральный молярный коэффициент поглощения (экстинкции), его физический смысл – суммарное поперечное сечение поглощения всех молекул одного моля вещества;  <math>\epsilon</math> – молярный коэффициент поглощения.      Молярный коэффициент экстинкции характеризует способность молекул вещества поглощать свет определенной длины волны и <b>определяется структурными особенностями молекул данного вещества</b>; он соответствует величине оптической плотности раствора с концентрацией 1 моль/л при длине оптического пути 1 см.      Размерность <math>\epsilon</math> и <math>\epsilon</math> – л/(моль·см).      Отсюда <math>\epsilon = 0,43 \epsilon</math> (т.к. <math>e \approx 2,71 \approx 10^{0,43}</math>). Поперечное сечение поглощения молекулы связано с молярным коэффициентом экстинкции соотношением: <math>s = 3,8 \cdot 10^{21} \epsilon</math>.      Значения коэффициентов поглощения не зависят от условий измерения (<math>c</math>, <math>l</math> и др.), и характеризуют способность молекул данного вещества поглощать свет той или иной длины волны; для многих веществ они определены и внесены в соответствующие справочные издания.      Важнейшим следствием из закона Бугера-Ламберта-Бера является следующее положение: оптическая плотность прямо пропорциональна концентрации данного вещества:  <math>I/I_0 = 10^{-\epsilon \cdot c \cdot l}</math>,      прологарифмировав данное выражение, получаем  <math>\lg I/I_0 = -\epsilon \cdot c \cdot l</math>,      т.к. по определению <math>D = \lg I_0/I</math>, следовательно  <math>D = \epsilon c l</math>.</p> <p>Закон Бугера-Ламберта-Бера выведен для достаточно разбавленных растворов при использовании монохроматического света. Значительные отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера могут быть обусловлены:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) свойствами анализируемого образца – способностью молекул вещества при больших концентрациях образовывать агрегаты, что приводит к росту светорассеяния и кажущемуся повышению его оптической плотности. Поэтому фотометрируемый раствор должен оставаться истинно молекулярным во всем интервале исследуемых концентраций. Если это условие не соблюдается, необходимо перейти в область более низких концентраций или применять защитные коллоиды, препятствующие образованию твердой фазы, или изменить схему всего процесса измерения спектральных свойств образца;</li> <li>2) конструкцией прибора: при использовании немонахроматического пучка света (например, при работе на фотозлектроколориметрах), а также при работе в области, где погрешность прибора максимальна.</li> </ol>
22	<p><b>Спектр поглощения и спектр пропускания в молекулярной спектрометрии биомолекул</b>      В молекулярной спектрометрии взаимодействие светового излучения со сложными многоэлектронными системами, каковыми являются биомолекулы, описывают с помо-</p>

	<p>цию молекулярных спектров поглощения.</p> <p><b>Спектр поглощения</b> – это зависимость оптической плотности или коэффициента экстинкции (<math>\epsilon</math>, <math>\epsilon'</math> или <math>s</math>) вещества от длины волны света, падающего на объект. Спектр поглощения представляют в виде графика: по оси ординат откладывают величины <math>D</math> или <math>\epsilon</math>, а по оси абсцисс – длину волны света (<math>\lambda</math>).</p> <p>Поглощение света в видимой и УФ-области спектра обуславливает изменения в электронном состоянии молекулы, поэтому спектры поглощения в этих областях спектра получили название электронных.</p> <p>Спектр поглощения является индивидуальной характеристикой вещества, поэтому структурные особенности его находят отражение в спектрах поглощения. На основании изучения и интерпретации спектров поглощения можно проводить качественный и количественный анализ веществ.</p> <p>Свет поглощается не всей молекулой равномерно, а отдельными ее группами. Хромофоры – атомы или группы атомов, поглощающих кванты света.</p> <p>Поглощение атомами энергии фотона характеризуется отдельными линиями в спектре, отражающими только электронные переходы. При поглощении кванта света молекулой электрон переходит с основного уровня (связывающая орбиталь) на колебательные подуровни возбужденного состояния (разрыхляющая орбиталь) (см. рис. 4.1.2); так как возможен переход электрона на различные колебательные подуровни данного уровня, то спектр поглощения молекулы описывается не линией, как в атомах, а полосой («слепком» линий).</p> <p>Полоса поглощения в электронном спектре характеризуется тремя основными параметрами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- максимальным значением оптической плотности (<math>D_{max}</math>) или молярного коэффициента экстинкции (<math>\epsilon_{max}</math>) (максимум поглощения);</li> <li>- длиной волны максимального поглощения (<math>\lambda_{max}</math>, нм), соответствующей <math>\epsilon_{max}</math>;</li> <li>- эффективной шириной полосы поглощения <math>\Delta\lambda_{1/2}</math>, нм (или полушириной полосы поглощения), она соответствует расстоянию между двумя точками полосы поглощения, находящимися на высоте <math>1/2 D_{max}</math> данной полосы.</li> </ul> <p>Спектр пропускания – это график зависимости светопропускания (<math>T</math>) от длины волны света, падающего на образец.</p> <p>Изменение структурного состояния биомолекул вызывает соответствующие изменения спектральных свойств поглощающих систем. Эти изменения в электронных спектрах поглощения характеризуются либо увеличением поглощения (гиперхромный эффект), либо его уменьшением (гипсохромный эффект), смещением максимума поглощения в длинноволновую (батохромный сдвиг) или коротковолновую (гипсохромный сдвиг) области спектра. Но во всех случаях избирательное поглощение света в определенной области спектра обусловлено наличием определенных хромофорных групп.</p>
23	<p><b>Потенциал действия, его свойства. Биофизика нервного импульса</b></p> <p><u>Потенциалом действия (ПД) называется электрический импульс, обусловленный изменением ионной проницаемости мембраны и связанный с распространением по нервам и мышцам волны возбуждения. Опыты по исследованию потенциала действия проведены на гигантских аксонах кальмара методом микроэлектродов с использованием высокоомных измерителей напряжения, а также методом меченых атомов. Характерные свойства потенциала действия:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) наличие порогового значения деполяризующего потенциала;</li> <li>2) закон "все или ничего", то есть, если деполяризующий потенциал больше порогового, развивается потенциал действия, амплитуда которого не зависит от амплитуды возбуждающего импульса и нет потенциала действия, если амплитуда деполяризующего потенциала меньше пороговой;</li> <li>3) есть период рефрактерности, невозбудимости мембраны во время развития потенциала действия и остаточных явлений после снятия возбуждения;</li> <li>4) в момент возбуждения резко уменьшается сопротивление мембраны (у аксона кальмара от <math>0,1 \text{ Ом}\cdot\text{м}^2</math> в покое до <math>0,0025 \text{ Ом}\cdot\text{м}^2</math> при возбуждении).</li> </ol> <p>При развитии потенциала действия наряду с изменением проницаемости происходит кратковременное увеличение электропроводности мембраны.</p> <p>В первой фазе ПД - фазе деполяризации - усиленный поток ионов <math>\text{Na}^+</math>, направленный внутрь клетки, уравновешивает концентрационный градиент, и поступление в клетку натрия прекращается. Внутренняя поверхность мембраны заряжается положительно по отношению к наружной. В это время отношение коэффициентов проницаемости мембраны аксона кальмара составляет: <math>P_K:P_{\text{Na}}:P_{\text{Cl}}=1:20:0,45</math>, т. е. проницаемость мембраны для <math>\text{Na}^+</math> увеличивается в 500 раз за <math>0,5 - 1 \text{ мс}</math>.</p> <p>Затем возрастает проницаемость мембраны для ионов <math>\text{K}^+</math>, и усиливается диффузия</p>

	<p>этих ионов из клетки. В результате происходит уменьшение мембранного потенциала, что, в свою очередь, снижает проницаемость мембраны для <math>\text{Na}^+</math>. Это продолжается до тех пор, пока потенциал покоя не восстановится. После этого проницаемость для ионов <math>\text{K}^+</math> падает до исходного уровня. Фаза, в течение которой мембранный потенциал возвращается к уровню потенциала покоя, называется <u>фазой реполяризации</u>. Она осуществляется не в результате обратного перемещения ионов <math>\text{Na}^+</math>, а вследствие выхода из клетки эквивалентного количества ионов <math>\text{K}^+</math>. <u>Фаза реполяризации всегда продолжительнее фазы деполяризации</u>. Следовательно, формирование ПД обусловлено двумя ионными потоками через биомембрану, которые приблизительно равны по величине, но сдвинуты во времени.</p> <p>Возбуждение мембраны описывается уравнением Ходжкина-Хаксли:</p> $I_m = C_m(d\phi_m/dt) + \sum I_i,$ <p>где <math>I_m</math> - ток через мембрану, <math>C_m</math> - емкость мембраны, <math>\sum I_i</math> - сумма ионных токов через мембрану.</p> <p>Электрический ток через мембрану складывается из ионных токов: ионов калия - <math>I_K</math>, натрия - <math>I_{\text{Na}}</math> и других ионов, в том числе <math>\text{Cl}^-</math>, так называемого тока утечки <math>I_{\text{ут}}</math>, а также емкостного тока. Емкостной ток обусловлен перезарядкой конденсатора, который представляет собой мембрана, перетеканием зарядов с одной ее поверхности на другую.</p> <p>Возбуждение по миелинизированному волокну распространяется скачкообразно (скачкообразно) от одного перехвата Ранвье (участка, свободного от миелиновой оболочки) до другого. Нервные импульсы проводятся по аксонам в какой-то степени аналогично тому, как передаются электрические сигналы по кабельно-релейной линии. Электрический импульс передается без затухания за счет его усиления на промежуточных релейных станциях, роль которых в аксонах выполняют участки возбудимой мембраны, в которых генерируются потенциалы действия.</p>
24	<p><b>Метод электронного парамагнитного резонанса: принцип, использование.</b></p> <p>Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) - резонансное поглощение энергии электромагнитных колебаний в сантиметровом или миллиметровом диапазоне длин волн веществами, содержащими парамагнитные частицы (молекулы, атомы, ионы, свободные радикалы, слабо связанные с атомом электроны). Явление ЭПР было открыто Е.К. Завойским в 1944 г. На основе этого явления был разработан один из методов радиоспектроскопии - метод ЭПР. Сущность этого метода подробно изложена в учебнике «Медицинская и биологическая физика» (А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко), поэтому в данном пособии мы не будем на этом останавливаться.</p> <p>Выделяют следующие основные направления применения ЭПР-спектроскопии в исследованиях биологически важных структур и процессов.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение механизмов появления свободных радикалов различной природы в ходе биохимических процессов; исследование процессов транспорта электронов в митохондриях, механизмов окисления и восстановления хинонов, флавинов, порфиринов, хлорофиллов, гемопротеидов и др.</li> <li>2. Радиобиологические исследования: идентифицированы свободные радикалы, возникающие в биосистемах под влиянием ионизирующего излучения в условиях различного микроокружения.</li> <li>3. Фотобиология и фотосинтез. Фотохимические процессы в биосистемах сопровождаются образованием свободных радикалов в качестве промежуточных продуктов. Свободные радикалы появляются и при реализации первичных актов фотосинтеза.</li> <li>4. Для изучения структуры биологических молекул был предложен метод спин-меток, сущность которого состоит в том, что с молекулой исследуемого объекта ковалентно связывают парамагнитное соединение с хорошо известной структурой. По спектрам ЭПР находят положение такой спин-метки в молекуле. Вводя «метки» в различные части молекул, можно установить расположение различных групп атомов, их взаимодействия, изучить молекулярное движение в веществе (системе).</li> <li>5. Используются также и спиновые зонды - парамагнитные частицы, которые нековалентно связаны с молекулами. Изменение ЭПР-спектра спиновых зондов дает информацию о состоянии окружающих его молекул. По форме спектра ЭПР можно определить вязкость ближайшего окружения спинового зонда. Так, в частности, определяют вязкость липидного слоя мембран, его изменение при развятии ряда патологий, влияние лекарственных препаратов на ПОЛ мембран</li> </ol> <p>С санитарно-гигиенической целью метод ЭПР используют для определения концентрации радикалов в воздушной среде.</p>

Проверка преподавателем

- оценка «отлично» выставляется студенту, проявившему всесторонние и глубокие знания программного материала и дополнительной литературы, обнаружившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании материала и справившемуся с кейс-заданием;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, проявившему полное знание программного материала, освоившему основную рекомендованную литературу, обнаружившему стабильный характер знаний и умений и способному к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности и частично справившемуся с кейс-заданием;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, проявившему знания основного программного материала в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, знакомому с основной рекомендованной литературой, допустившему неточности в ответе на экзамене, но обладающему необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора;
- оценки «неудовлетворительно» ставятся студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

### 3.2.1 Темы рефератов

**ОПК-2 - Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания**

№	Текст вопроса
25	Методы изучения биологических мембран, применяемые в биологических исследованиях.
26	Методы изучения динамики изменения параметров и функций мембран.
27	Мембранные белки и липиды: структура, функции
28	Фазовое состояние и фазовые переходы в мембранах
29	Механизмы поддержания стабильности и асимметрии мембран
30	Биофизические методы количественного определения белка и нуклеиновых кислот в биологическом материале
31	Методы получения искусственных мембран
32	Пассивный и активный транспорт веществ через мембрану
33	Термодинамика биологических процессов
34	Виды поляризации в веществе и ткани
35	Принципы работы кальциевого и калий-натриевого насосов
36	Известные виды дисперсии электропроводности
37	Импеданс биологической ткани и клеток
38	Фотохимические превращения биополимеров и мембран
39	Биофизические методы исследования белков и нуклеиновых кислот
40	Модельные липидные мембраны
41	Транспорт веществ через биологические мембраны.
42	Биоэлектрические потенциалы. Механизм формирования потенциала покоя
43	Потенциал действия, его свойства.
44	Биофизика нервного импульса
45	Биофизика рецепции. Типы клеточных рецепторов.
46	Механизм передачи сигнала в клетку
47	Индукцированное излучение. Принцип действия и применение гелий-неонового лазера
48	Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии науки. Новейшие достижения биофизики, их применение
49	Биофизика белка
50	Биофизика нуклеиновых кислот.
51	Физические процессы в биологических мембранах
52	Ионные насосы, молекулярный механизм их работы.

Критерии и шкалы оценки:

Отметка в системе

«неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, подготовлена презентация и доклад;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, допущены 1-2 ошибки в тексте, подготовлена презентация и доклад;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана; допущены 3-5 ошибки в тексте, не подготовлена презентация;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению.

### 3.3. Вопросы к лабораторным работам

**ОПК-2 - Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания**

№пп	Формулировка вопроса
53	<p><b>Как определить влияние температуры на оксигемоглобин?</b> Необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-приготовить раствор оксигемоглобина в концентрации <math>1 \cdot 10^{-5}</math> моль/л.</li><li>- измерить оптическую плотность исследуемого образца при длине волны 412—414 нм или при 542 и 578 нм.</li><li>- нагреть термостат до необходимой температуры и поместить в него растворы гемоглобина (варианты термостатирования: 35, 45 и 55 °С в течение 20 мин; 40 °С в течение 10, 15, 30, 45 мин; 50 °С в течение 5; 10; 15; 20 мин)</li><li>- измерить оптическую плотность термомодифицированных растворов белка.</li></ul> <p>Сделать выводы об оптических свойствах растворов гемоглобина, модифицированных воздействием различных температур; о связи оптических свойств и структуры молекулы биополимера.</p>
54	<p><b>Назовите основные характеристики светового излучения</b> <i>Свет или оптическое излучение представляет собой волны электромагнитного поля. Световые волны являются плоскоперпендикулярными, они распространяются перпендикулярно направлению электрического и магнитного полей.</i> <i>Основными характеристиками светового излучения являются:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>— частота колебаний — величина, равная числу полных колебаний напряженности электромагнитного поля, совершаемых в единицу времени (в 1 с);</li><li>— длина волны — расстояние, на которое распространяется в данной среде фронт монохроматической световой волны за один период световых колебаний;</li><li>— волновое число — величина, обратная длине волны.</li></ul> <p><i>Различают разные спектральные области оптического излучения: инфракрасная (ИК) — от 750 до 2500 нм, видимая (400— 750 нм) и ультрафиолетовая (2—400 нм). В УФ-области спектра выделяют следующие диапазоны: вакуумный (ВУФ) — 2—200 нм, коротковолновый (КУФ) — 200—280 нм, средневолновый (СУФ) — 280—315 нм и длинноволновый ультрафиолет (ДУФ) — 315—400 нм. В медицине принято разделение УФ-света на УФ-А-, УФ-В- и УФ-С-диапазоны (ДУФ, СУФ и КУФ соответственно).</i></p>
55	<p><b>Какие законы описывают взаимодействие света с веществом ?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Закон Гротгуса-Дрейпера: химически активным является излучение с такими длинами волн, которые поглощаются веществом. Этот закон не имеет исключений</li><li>- Закон Вант-Гоффа: количество химически модифицированного светом вещества прямо пропорционально количеству поглощенной веществом энергии света.</li></ul>

	<p>- Закон Бугера-Ламберта-Бера для монохроматического света: если интенсивность падающего светового потока равна <math>I_0</math>, то интенсивность света после поглощения слоем вещества будет равняться <math>I = I_0 e^{-\varepsilon c l}</math>,  где <math>\varepsilon</math> — молярный коэффициент экстинкции (поглощения); <math>c</math> — концентрация вещества (моль/л); <math>l</math> — длина оптического пути (толщина слоя вещества)</p>
56	<p><b>Какие оптические приборы используют в биологических исследованиях? Опишите принцип работы ФЭКа</b>  Чаще всего используются спектрофотометры (СФ) и фотоэлектроколориметры (ФЭК). Для выделения участка спектра или отдельных длин волн в фотоколориметрах используют, как правило, светофильтры; в спектрофотометрах свет разлагается в спектр с помощью призмы или дифракционной решетки, а затем на объект направляется луч света определенной длины волны.  Принципиальная схема современных фотоэлектроколориметров включает в себя следующие блоки:  -источник света, дающий излучение в видимой области спектра — лампа накаливания;  -оптическая система;  -светофильтр;  -куветное отделение;  -фотоэлемент (чаще всего используется селеновый фотоэлемент), преобразующий энергию светового потока в электрическую энергию;  -блок усилителя фототока;  -регистрирующее устройство (высокочувствительный микроамперметр или цифровой вольтметр; в современных ФЭК вычислительный блок с микропроцессорной системой).  Принцип действия колориметра основан на измерении светопропускания или оптической плотности исследуемого образца относительно контрольного раствора. При этом оптическую плотность контроля принимают равной нулю. Контроль, а затем опытный образец поочередно устанавливают на пути светового потока. Световые потоки фотоприемниками преобразуются в электрические сигналы</p>
57	<p><b>Какой свет называется естественным, поляризованным, частично поляризованным?</b>  По своей природе свет — это электромагнитная волна, которая распространяется вдоль вектора скорости <math>\rho</math>. Электромагнитная волна, испущенная отдельным атомом, характеризуется векторами напряжённости электрического <math>E</math> и магнитного <math>B\rho</math> полей. Эти векторы <math>\rho</math> взаимно перпендикулярны (рис.4). При облучении вещества светом наиболее существенное воздействие на него оказывает электрическая составляющая волны. Вектор её напряжённости называется световым вектором. Плоскость, проходящая через вектор <math>E</math> и направление распространения электромагнитной волны, называется плоскостью поляризации. В естественном свете существуют волны со всевозможными направлениями световых векторов (рис. 5а). Его называют неполяризованным. Однако из этого света можно выделить совокупность электромагнитных волн, у которых колебания световых векторов осуществляются в одной плоскости. Такой свет называется плоскополяризованным (рис. 5б). Если у электромагнитных волн имеется преимущественное (но не единственное) направление колебаний светового вектора, то такой свет называется частично поляризованным.</p>
58	<p><b>Какие устройства используют для получения плоско-поляризованного света?</b>  Для получения поляризованного света используют специальные устройства, называемые поляризаторами. Ими служат поляроидные пленки, призма Николя. Основой действия поляризаторов является двойное лучепреломление кристалла или пленки. Это значит, что луч, проходящий через поляризатор, делится на два плоскополяризованных луча. На пути этих лучей устанавливается анализатор — устройство, которое позволяет оценить степень поляризации света. Если поляризатор и анализатор расположить относительно друг друга так, чтобы плоскость колебаний лучей падающего света находилась под определенным углом к плоскости пропускания анализатора, через анализатор пройдет только один луч</p>
59	<p><b>Каково назначение поляризатора и анализатора в поляриметрах?</b>  Поляризатор и анализатор представляют собой две призмы Николя, изготовленные из исландского шпата. Каждая призма разрезана по диагонали и склеена специальным смолообразным веществом, добываемым из канадской пихты. (В настоящее время в качестве поляризатора чаще используется поляроид — пленка из ацетицеллюлозы, на которую наносятся мелкие кристаллики герпатита (сульфата йодистого хинина), обладающие сильным селективным поглощением). Эти призмы расположены относительно друг друга так, чтобы существовало полное внутреннее отражение падающего луча от прослойки между частями призмы. Боковая поверхность призмы покрашена в чёрный</p>

	<p>цвет, что обеспечивает поглощение этого луча. Таким образом, после прохождения луча через поляризатор и анализатор получается один пучок поляризованного света. Фазовая пластинка перекрывает половину пучка, чтобы создать границу света и тени и повысить точность измерений. Это объясняется тем, что человеческий глаз более точно сравнивает яркость двух полей, чем оценивает абсолютную яркость поля зрения</p>
60	<p><b>Приведите примеры право- и левовращающих веществ.</b>  В зависимости от направления вращения плоскости поляризации света все вещества делятся на правовращающие и левовращающие и называются стереоизомерами. Значения их удельного вращения <math>[\alpha]_D</math> имеют либо положительный, либо отрицательный знак. Например, правовращающие вещества – d-глюкоза, сахароза имеют удельное вращение +52,5 и +66,5 соответственно. Примером левовращающих веществ может быть фруктоза с удельным вращением – 92,2. В живых организмах органические вещества представлены только одной формой стереоизомера. Так, например, белки состоят только из L-аминокислот. Описанное явление лежит в основе работы поляриметра, предназначенного для исследований оптически анизотропных веществ. Методом поляриметрии пользуются в медицине для определения концентрации сахара в моче, измерения степени спиральности белков, исследования их переходов спираль-клубок, в фармацевции для определения чистоты лекарственных препаратов. Для этого используются приборы – поляриметры</p>
61	<p><b>Опишите принцип работы спектрофотометра</b>  Свет от источника падает на монохроматор, который выделяет из него определённый узкий участок излучения и направляет его на исследуемый образец. Интенсивность прошедшего через образец излучения фиксируется фотоприёмником, далее сигнал усиливается и регистрируется с помощью компьютера.  Чтобы снять спектр вещества на спектрофотометре и рассчитать его молярную концентрацию в растворе. Необходимо:  - включить спектрофотометр и соединённый с ним компьютер. Прибор готов к работе через 5 минут.  - на компьютере открыть нужную программу (FlashSoftPro).  - после прохождения автоматической инициализации программы снять спектр дистиллированной воды, относительно которого будет производиться измерение. Для этого надо поставить кювету с дистиллированной водой в гнездо спектрофотометра и нажать «Plag» (значок ↵).  - вынуть кювету из гнезда, освободить её от воды и промыть исследуемым раствором. Налить в кювету исследуемый раствор и нажать на приборе клавишу «Ok».  - после того как спектр будет снят, нажать значок «Cancel», а затем «Exit». В появившейся таблице будут отражены значения оптической плотности раствора при разных длинах волн.  - Зафиксировать оптическую плотность раствора при длине волны, характерной для исследуемого вещества. Рассчитать концентрацию вещества в растворе по закону Бугера-Ламберта-Бэра.</p>
62	<p><b>Как снять спектр спиртовой вытяжки зеленого листа и определить тип хлорофилла в данном образце?</b>  - приготовить спиртовую вытяжку пигментов зеленого листа. Для этого ножницами измельчить лист растения, поместить его в стаканчик и залить этанолом. При помощи стеклянной палочки давящими движениями размельчить лист. Размешать и добиться получения окрашенного раствора. Профильтровать раствор и фильтрат перенести в чистую кювету прибора.  - вставить кювету в кюветное отделение прибора и снять спектр, регистрируя его с помощью компьютера. Полученный спектр распечатать.  - по положению максимума определить, какой тип хлорофилла преобладает в образце. Для хлорофилла А максимум выражен при длине волны около 430 нм, для хлорофилла В – около 480 нм</p>
63	<p><b>Цель и задачи использования спектрофотометрии</b>  Одним из распространённых спектроскопических методов анализа является спектрофотометрия – регистрация и анализ спектров поглощения вещества в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях спектра. Электронные спектры поглощения представляют зависимость оптической плотности (A) от длины волны поглощаемого света. Длину волны, отвечающую максимальному поглощению излучения на спектральной кривой, называют максимумом полосы поглощения (<math>\lambda_{max}</math>) или характеристической длиной волны. Вид спектра и расположение максимумов при определённых длинах волн является индивидуальной характеристикой вещества и отражает его ка-</p>

	<p>чественный состав. Величина оптической плотности этих максимумов пропорциональна концентрации вещества в данном образце. Любые изменения в составе или структуре молекулы вызывают смещение характерных полос поглощения. Если смещение произошло в длинноволновую область, считается, что произошёл батохромный сдвиг. Если же полоса смещается в коротковолновую сторону, сдвиг называется гипсохромным. Спектрофотометрия довольно широко применяется в биологии, медицине и фармации. С её помощью можно с высокой точностью определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– содержание различных элементов в объектах окружающей среды,</li> <li>– концентрацию действующих веществ в лекарственных препаратах,</li> <li>– концентрацию белков и нуклеиновых кислот,</li> <li>– степень оксигенации гемоглобина и кровоснабжения тканей,</li> <li>– динамику роста и развития популяций микроорганизмов по оптической плотности среды их обитания.</li> </ul> <p>При анализе сложной смеси двух или более компонентов спектрофотометрическим методом необходимо использовать принцип аддитивности оптической плотности:</p> $A_{см} = A_1 + A_2 + \dots + A_n \text{ или}$ $A_{см} = l(\epsilon_1 C_1 + \epsilon_2 C_2 + \dots + \epsilon_n C_n),$ <p>где <math>A_{см}</math> – оптическая плотность смеси; <math>A_1, \epsilon_1, C_1</math> – соответственно, оптическая плотность, коэффициент молярного светопоглощения и концентрация первого компонента смеси и т. д. Спектры веществ снимают на спектрофотометрах – приборах, позволяющих измерять зависимость оптической плотности (пропускания) раствора от длины волны падающего света (в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра)</p>
--	---

Критерии и шкалы оценки:

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он активно участвует в собеседовании и обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, предложил альтернативы, выслушивал мнения других;
- **оценка «не зачтено»**, если студент выполнял роль наблюдателя, не внес вклада в собеседование и обсуждение

### 3.5 Тест

**ОПК-2 - Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания**

**Вопросы с выбором одного или нескольких правильных ответов**

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
65	В процессе работы К-Na-насоса, куда АТФаза переносит ионы натрия? А. Внутрь мембраны клетки. Б. <b>Из клетки в межклеточную среду +</b> В. В клетку из межклеточной среды. Г. Все ответы верны
66	Электрическая активность органов отражает: А. Магнитную активность органов Б. <b>Функциональное состояние органов+</b> В. Механическую активность органов Г. Тепловую активность органов
67	Активный транспорт ионов через мембраны – это? А. Перенос молекул воды из области меньшей концентрации раствора в область большей концентрации раствора Б. <b>Перенос ионов из области меньшей концентрации в область большей концентрации с затратами энергии+</b> В. Перенос ионов калия и натрия с помощью молекулы переносчика валиномицина Г. Самопроизвольный перенос ионов из области большей
68	Фосфолипидные молекулы мембраны состоят из: А. <b>Полярной гидрофильной «головки» и неполярного гидрофобного хвоста+</b> Б. Полярной гидрофобной «головки» и полярного гидрофильного хвоста

	В. Неполлярной гидрофобной «головки» и полярного гидрофильного хвоста Г. Неполлярной гидрофильной «головки» и неполлярного гидрофобного хвоста
69	Для регистрации мембранного потенциала: А. Возможны любые варианты расположения микроэлектродов <b>Б. Один микроэлектрод помещают внутрь клетки, а другой – снаружи+.</b> В. Два микроэлектрода помещают внутрь клетки. Г. Два микроэлектрода помещают снаружи клетки.
70	При деполяризации мембраны в период формирования потенциала действия происходит: А. уменьшение мембранной разности потенциалов <b>Б. увеличение мембранной разности потенциалов+</b> В. достижение минимального значения мембранной разности потенциалов Г. достижение максимального значения мембранной разности потенциалов
71	Основными характеристиками ЭКГ являются: <b>А. Длительность интервалов+</b> <b>Б. Направление (полярность) зубцов+</b> <b>В. Последовательность зубцов+</b> <b>Г. Форма зубцов+</b> <b>Д. Высота зубцов+</b>
72	Биофизика - это... <b>А. Наука, изучающая наиболее общие и фундаментальные закономерности, определяющие структуру и эволюцию материального мира +</b> Б. Наука, изучающая физические и физико-химические процессы, протекающие в живых организмах, а также ультраструктуру биологических систем на всех уровнях организации живой материи - от субмолекулярного и молекулярного до клетки и целого организма В. Раздел вариационной статистики, с помощью методов которого производят обработку экспериментальных данных и наблюдений, а также планирование количественных экспериментов в биологических исследованиях Г. Комплекс биологических наук, изучающих механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации, строение и функции нерегулярных биополимеров
73	Выберите формулу для мембранного потенциала с учетом работы электрогенных ионных насосов (уравнение Томаса )  1. $\varphi_m = \varphi_{en} - \varphi_{нар}$ 2. $\varphi_m = -\frac{RT}{zF} \ln \frac{C_{en}}{C_{нар}}$ 3. $\varphi_m = -\frac{RT}{F} \ln \frac{P_K [K^+]_{en} + P_{Na} [Na^+]_{en} + P_{Cl} [Cl^-]_{нар}}{P_K [K^+]_{нар} + P_{Na} [Na^+]_{нар} + P_{Cl} [Cl^-]_{en}}$ 4. $\varphi_m = -\frac{RT}{F} \ln \frac{mP_K [K^+]_{en} + P_{Na} [Na^+]_{en}}{mP_K [K^+]_{нар} + P_{Na} [Na^+]_{нар}}$ 5. $\varphi_m = -\frac{u_+ - u_-}{u_+ + u_-} \frac{RT}{F} \ln \frac{C_{en}}{C_{нар}}$  <b>Ответ: 4</b>
74	Свойство потенциала действия таково, что он распространяется на другие участки волокна, находящиеся в состоянии: А. Покоя Б. Рефрактерности (невозбудимости) В. Реверсии <b>Г. Возбуждения+</b>
75	Электрография – это метод исследования работы органов, основанный на регистрации во времени: <b>А. Разности электрических потенциалов на поверхности тела+</b> Б. Разности температур в различных участках тела В. Разности давлений крови в разных участках кровеносной системы Г. Частоты сердечных сокращений
76	Общепринятой моделью биологической мембраны является: А. Модель бислойной липидной мембраны Б. Бутербродная модель (бислой липидов между слоями белков) В. Модель однослойной липидной мембраны <b>Г. Жидкостно-мозаичная модель+</b>
77	Балистокардиография - это...

	<p>А. Метод рентгенологического исследования, при котором изображение объекта получают на светящемся экране</p> <p>Б. Запись сокращений сердца</p> <p><b>В. Метод, при котором по импульсу одной части тела можно судить об импульсе другой части +</b></p> <p>Г. Метод рентгенологического исследования, при котором изображение объекта получают на пленке</p>
78	<p>Какой из этих механизмов не относится к пассивному транспорту веществ через мембрану?</p> <p>А. Транспорт с участием переносчиков</p> <p>Б. Транспорт с помощью АТФазы.</p> <p>В. Движение по ионным каналам липидного или белкового происхождения.</p> <p><b>Г. Простая диффузия через липидный бислой +</b></p>
79	<p>Сколько типов электрогенных ионных насосов, осуществляющих активный перенос ионов через мембрану, известно в настоящее время?</p> <p>А. Два (К-Na-насос, Са-насос).</p> <p><b>Б. Три (К-Na-насос, Са-насос, Н-насос) +</b></p> <p>В. Один (К-Na-насос).</p> <p>Г. (К-Na-насос, Са-насос, Н-насос, Cl-насос).</p>
80	<p>Какие основные ионы создают и поддерживают потенциал покоя клетки?</p> <p><b>А. ионы К, Na, Cl +</b></p> <p>Б. ионы H, Ca, Cl</p> <p>В. ионы OH, Fe, Na</p> <p>Г. Все ответы верны</p>
81	<p>Предметом биофизики являются?</p> <p>А. Биологическая система на всех уровнях дезорганизации</p> <p><b>Б. Биологическая система на всех уровнях структурной организации +</b></p> <p>В. Изучение биологической системы структурной организации</p> <p>Г. Изучение всех уровней структурной организации</p>
82	<p>Цель курса биофизики?</p> <p><b>А. Умение объяснить физические явления в биологических объектах +</b></p> <p>Б. Знание действия биологических факторов на системы</p> <p>В. Знание физических приборов, применяемых в биологических исследованиях</p> <p>Г. Умение объяснить биологические явления при исследованиях</p>
83	<p>Разновидностями пассивного транспорта ионов и молекул через мембрану являются:</p> <p>А. Диффузия с фиксированными переносчиками</p> <p><b>Б. Диффузия через фосфолипидный слой+</b></p> <p>В. Диффузия с подвижными переносчиками</p> <p><b>Г. Диффузия через белковые каналы +</b></p>
84	<p><i>Потенциал действия (распространяющееся возбуждение)</i></p> <p><b>А. Распространяется по нервным волокнам без затухания, амплитуда потенциала действия одинакова на любом расстоянии от места его возникновения+</b></p> <p>Б. Распространяется по нервным волокнам с затуханием, амплитуда потенциала действия одинакова на любом расстоянии от места его возникновения</p> <p>В. Распространяется по нервным волокнам без затухания, амплитуда потенциала действия увеличивается при увеличении расстояния от места его возникновения</p> <p>Г. Распространяется по нервным волокнам без затухания, амплитуда потенциала действия уменьшается при увеличении расстояния от места его возникновения</p>

Критерии и шкалы оценки:

Процентная шкала **0-100 %**; **отметка в системе**

**«неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»**

0-59,99% - неудовлетворительно;

60-74,99% - удовлетворительно;

75- 84,99% -хорошо;

85-100% - отлично.

### 3.6 Кейс-задания

#### 3.6.1. Шифр и наименование компетенции

**ОПК-2 - Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания**

№пп	Формулировка задания
85	<p>Имеется лекарственная форма: нистатина 50000 ЕД, глюкозы 0,2 г. Для анализа 0,1 г порошка растворили в 2 мл воды и отфильтровали. Показатель преломления раствора составил 1,3395; <math>n_{воды} = 1,333</math>; фактор показателя преломления раствора безводной глюкозы <math>F = 0,00142</math>; 1 ЕД нистатина имеет массу 0,000351 мг. Рассчитайте точное содержание глюкозы в этой лекарственной форме</p> <p><b>Решение:</b> Нистатин, в отличие от глюкозы, очень мало растворим в воде, поэтому полученный раствор содержит только глюкозу. Поэтому показатель преломления раствора определяется концентрацией глюкозы. Для расчёта массы глюкозы необходимо рассчитать массу лекарственной формы как сумму масс глюкозы и нистатина:</p> $P = 0,2 + \frac{0,000351 \times 50000}{1000} = 218\text{г}$ <p>Далее используем общую формулу <math>m = \frac{(n_i - n_0) \cdot V_x \cdot P}{F \cdot a \cdot 100}</math></p> <p>М глюкозы = <math>(1,3395 - 1,333) \cdot 2 \cdot 0,218 / (0,00142 \cdot 0,1 \cdot 100) = 0,2</math></p>
86	<p><b>Задача 1. Вычислить величину мембранного потенциала, если принять, что определение концентрации ионов проводилось на нервном волокне лягушки при 18°C, а полученные результаты показали: <math>K_{внутри}/K_{снаружи} = 30</math></b></p> <p><b>Решение:</b> Мембранный потенциал в основном создается за счет разности концентраций по обе стороны мембраны ионов <math>K^+</math>. Следовательно, в первом приближении, в тех случаях когда не требуется высокая точность расчетов, величину мембранного потенциала можно вычислить по уравнению Нернста, основываясь на концентрации калия: <math>FПД = \frac{RT}{nF} \lg \frac{K_{внутри}}{K_{снаружи}}</math></p> <p>Тогда, переходя на численные значения и десятичные логарифмы получаем:  <math>FПД = 0,058 \lg \frac{K_{внутри}}{K_{снаружи}}</math> (в вольтах) =  <math>58 \cdot \lg(30) = 58 \cdot 1,48 = 85,8 \text{ мВ}</math>.</p> <p>Следовательно, разность потенциалов между внутренней и наружной поверхностью мембраны одиночного мышечного волокна, или мембранный потенциал (потенциал покоя), при данном соотношении концентраций ионов <math>K^+</math> составляет 85,8 мВ.</p> <p>Потенциал берется со знаком минус, так как при внутриклеточном отведении он имеет отрицательный знак по отношению к наружной поверхности клетки и окружающим невозбуденным тканям.</p>
87	<p><b>Линейная скорость крови в аорте составляет 0,6 м/с. Какова объёмная скорость кровотока, если радиус просвета аорты равен 1,2 см?</b></p> <p><b>Решение</b> Объёмная (Q) и линейная (V) скорости движения крови связаны соотношением 4.7: <math>Q = V \cdot S</math>, где S площадь потока сечения жидкости. Площадь круга рассчитывается как <math>S = \pi r^2</math>.</p> <p>Следовательно, <math>Q = \pi r^2 \cdot V = 3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 60 = 27,1 \text{ см}^3 / \text{с}</math></p>

Проверка преподавателем

Уровни обученности:

- «первый уровень обученности», компетенция не освоена, недостаточный уровень освоения компетенции;
- «второй уровень обученности», компетенция освоена, базовый уровень освоения компетенции;
- «третий уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции;
- «четвертый уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень

освоения компетенции;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он продемонстрировал второй уровень обученности;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он продемонстрировал третий уровень обученности;
- оценка «отлично» выставляется студенту, если он продемонстрировал четвёртый уровень обученности;
- оценка «неудовлетворительно», выставляется студенту, если он продемонстрировал первый уровень обученности.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.01.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

Экзамен по дисциплине выставляется в зачетную ведомость по результатам работы в семестре после выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины (с отметкой «отлично, хорошо, удовлетворительно») и получении по результатам тестирования/собеседования по всем разделам дисциплины не менее 60 %.

## 5. Матрица соответствия результатов обучения, показателей, критерием и шкал оценки

Результаты обучения (на основе обобщённых компетенций)	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/незачтено)	Уровень освоения компетенции
<b>ОПК-2 - Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания</b>					
<b>Знает</b>	<p>Знание принципов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, структуру, функции и физико-химические свойства белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, биологически активных соединений, их роль в совершенствовании технологических процессов производства продукции различного назначения;</li> <li>- структурной и функциональной организации микробиологических и биологических объектов;</li> <li>- клеточной организации микробиологических и биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности, иммуноло-</li> </ul>	<p>Изложение принципов- функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, структуру, функции и физико-химические свойства белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, биологически активных соединений, их роль в совершенствовании технологических процессов производства продукции различного назначения;</p>	<p>Изложены все принципы функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, структуру, функции и физико-химические свойства белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, биологически активных соединений, их роль в совершенствовании технологических процессов производства продукции различного назначения. Реферат сдан и соответствует заявленной теме, приведен обширный список использованных источников информации (более 30)</p>	Отлично/ 85-100	Освоена (повышенный)
			<p>Изложены основные принципы функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, структуру, функции и физико-химические свойства белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, биологически активных соединений, их роль в совершенствовании технологических процессов производства продукции различного назначения, делает до 5 ошибок в ответе. Реферат сдан и соответствует заявленной теме, приведен обширный список использованных источников информации (более</p>	Хорошо/ 75-84,99	Освоена (повышенный)

	ектов;  - клеточной организации микробиологических и биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности, иммунологии	гии	20)		
			Изложены некоторые принципы функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, структуру, функции и физико-химические свойства белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, биологически активных соединений, их роль в совершенствовании технологических процессов производства продукции различного назначения, делает более 5 ошибок в ответе. Реферат сдан и соответствует заявленной теме, приведен список использованных источников информации (до 10)	удовлетворительно/  60-74,99	Освоена  (базовый)
			Не изложены принципы функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, структуру, функции и физико-химические свойства белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, биологически активных соединений, их роль в совершенствовании технологических процессов производства продукции различного назначения. Реферат сдан, но недостаточно соответствует заявленной теме, не приведен список использованных источников информации	неудовлетворительно/  0-59,99	Не освоена  (недостаточный)
<b>Умеет</b>	Собеседование по лабораторной работе, решение тестовых заданий	Применение современных методов и подходов в формировании концепций и решении проблем микробиологии, физиологии, цитологии, биохимии, биофизики,	Обучающийся самостоятельно выбрал современные методы исследований для проведения теоретической и экспериментальной научно-исследовательской работы, применил современные методы и подходы в формировании концепций и	Отлично/  85-100	Освоена  (повышенный)

		<p>иммунологии и применять физико-математический аппарат и современные методы исследований; методов исследования в области клеточной организации микробиологических и биологических объектов.</p> <p>Выявление связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды, распознавать внутриклеточные структуры и элементы строения тканей; описать стадии оогенеза и сперматогенеза, митоза и мейоза; раскрыть содержание процессов гликолиза, окислительного фосфорилирования, фотосинтеза, трансмембранного транспорта;</p>	<p>решении проблем биофизики</p> <p>Обучающийся самостоятельно выбрал современные методы исследований для проведения теоретической и экспериментальной научно-исследовательской работы, применил современные методы и подходы в формировании концепций и решении проблем биофизики, но допустил до 5 неточностей</p> <p>Обучающийся самостоятельно выбрал современные методы исследований для проведения теоретической и экспериментальной научно-исследовательской работы, применил современные методы и подходы в формировании концепций и решении проблем биофизики, но допустил много (более 5) неточностей</p> <p>Обучающийся не сумел выбрать современные методы исследований для проведения теоретической и экспериментальной научно-исследовательской работы, применил современные методы и подходы в формировании концепций и решении проблем биофизики</p>	<p>Хорошо/ 75-84,99</p> <p>удовлетворительно/ 60-74,99</p> <p>неудовлетворительно/ 0-59,99</p>	<p>Освоена (повышенный)</p> <p>Освоена (базовый)</p> <p>Не освоена (недостаточный)</p>
<b>Владеть</b>	Кейс-задача	<p>Выбор способов восприятия, хранения и передачи информации, современными методическими подходами, методами исследований, включая идентификацию и оценку свойств сырья и готовой продукции;</p> <p>Владение основными физио-</p>	<p>Выбраны эффективные методы исследования для решения поставленной конкретной задачи. Обучающийся самостоятельно ее решил на основе современных подходов в организации промышленного производства продуктов микробного синтеза. Выбрана и обоснована эффективная схема производства продуктов микробного синтеза. Оформил КР в соответствии с требованиями/Предложил не-</p>	<p>Отлично/ 85-100</p>	<p>Освоена (повышенный)</p>

		логическими методами анализа и оценки состояния живых систем; экспериментальными методами для решения профессиональных задач, навыками изучения клеточной организации биологических объектов; опытом определения типов окраски препаратов с учетом биохимических свойств ядра, цитоплазмы, органоидов и включений; навыками идентификации клеточных органоидов и отделов.	сколько способ решения кейс-задачи.		
			Выбраны методы исследования для решения поставленной конкретной задачи. Обучающийся самостоятельно ее решил на основе современных подходов в организации промышленного производства продуктов микробного синтеза. Выбрана и обоснована схема производства продуктов микробного синтеза. Оформил КР в соответствии с требованиями/Предложил эффективный способ решения кейс-задачи. Допущены некоторые неточности	Хорошо/ 75-84,99	Освоена (повышенный)
			Выбраны не эффективные методы исследования для решения поставленной конкретной задачи, решил её. Выбрана и обоснована схема производства продуктов микробного синтеза. Оформил КР в соответствии с требованиями/Предложил способ решения кейс-задачи. Допустил более 2 ошибок	удовлетворительно/ 60-74,99	Освоена (базовый)
			Не выбраны методы исследования. Обучающийся не разобрался в предложенной конкретной ситуации, не решил поставленную задачу, не выполнил КР.	неудовлетворительно/ 0-59,99	Не освоена (недостаточный)