

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Биологический факультет
Кафедра физиологии человека и животных



П.А. Машаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Укрупненная группа направлений
подготовки
Программа высшего образования
Направление подготовки
Магистерская программа
Квалификация
Форма обучения

06.00.00 Биологические науки

Программа магистратуры

06.04.01 Биология

Физиология человека и животных

Магистр

Очная, очно-заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Молекулярная физиология**» для обучающихся по направлению подготовки 06.04.01 Биология (Магистерская программа: Физиология человека и животных), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 11 августа 2020 г. № 934 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

доцент кафедры физиологии человека и животных
канд. биол. наук



Г.А. Балакирева

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры физиологии человека и животных.
Протокол от 26.03.2024 г. № 14а

Заведующий кафедрой



В.В. Труш

СОГЛАСОВАНО:

Декан биологического факультета
28.03.2024 г.



О.С. Горецкий

Учебно-методическая комиссия биологического факультета.
Протокол от 27.03.2024 г. № 7.

Председатель



Е. С. Сергеева

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
канд. мед. наук, доц.
26.03.2024 г.



В.В. Труш

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Молекулярная физиология» относится к медико-биологическим наукам и является обязательной практико-ориентированной дисциплиной профессионального блока.

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной: «Физиология человека и животных», «Биохимия», «Органическая химия», «Молекулярная эндокринология», «Физиология синапсов».

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Сенсорная физиология».

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	06.04.01 Биология (Магистерская программа: Физиология человека и животных)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ 7 Общепрофессиональный модуль
Часть образовательной программы	Дисциплина выбора
Количество зачетных единиц / всего часов	2 / 70,2

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы	всего	
Очная	2	3		13	13	44,2	70,2	экзамен
Очная, всего	2	3		13	13	44,2	70,2	экзамен
Очно-заочная, всего	2			4	4	64	72	экзамен

3. ЦЕЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование у студентов общей теоретической картины структурной организации и функционирования клетки и ее составляющих на молекулярном уровне; понимание механизмов работы системы мембранных рецепторов, биохимии процессов трансмембранного переноса веществ и молекулярных основ функционирования клетки.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

В результате освоения изучения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции:

ПК-5. Способен применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных медико-биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры), определять сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

4.2. Индикаторы компетенций:

ПК-5.1. Умение проводить анализ тенденций развития различных отраслей медико-биологических наук, определять гипотезу, цели и стратегии исследования; формировать информационно-ресурсную базу исследования; планировать и реализовывать полевые и лабораторные физиологические, медико-биологические, экологические исследования с использованием современных методических подходов и специализированного оборудования

ПК-5.2. Понимание механизмов физиологических изменений, возникающих вследствие блокирования мембранных рецепторов или дефектов в системе внутриклеточных мессенджеров в передаче внутриклеточного сигнала

4.3. Результаты обучения

ПК-5.1.1 – Знает результаты современных исследований в молекулярной физиологии

ПК-5.1.2 – Знает назначение приборов для изучения молекулярных реакций, происходящих на клеточном уровне

ПК-5.2.1 – Знает теоретические основы молекулярной рецепции и процессов передачи внутриклеточного сигнала

ПК-5.2.2 – Умеет оценить результаты нарушения функционирования мембранных рецепторов и блокирования активности внутриклеточных мессенджеров

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы
Раздел 1. Молекулярная физиология мембранных процессов и рецепции	
Тема 1. Строение и функции биологических мембран	Краткая характеристика мембран как составляющей части клетки. Липидный состав мембран. Фосфолипиды мембран, их характеристика и особенности строения молекул. Фосфоглицериды мембран: строение, характеристики. Сфингомиелины мембран: строение, характеристики. Особенности строения гликофосфинголипидов и их свойства. Стероиды мембран: строение, характеристики. Положение стероидов в мембране и их свойства. Амфифильная природа мембран. Строение молекулы липидов как структурного компонента мембран. Образование мицеллы мембранными липидами. Гидрофильный и гидрофобный слои мембран. Механизм транспорта веществ с различными свойствами, зависящие от структуры мембран. Белки мембран. Функции белков в мембранах. Аминокислотный состав белков. Интегральные и периферические белки. Асимметрия мембран. Самосборка мембран при добавлении в раствор детергента с мембранами. Углеводы мембран: строение и функции. Жидкостно-мозаичная модель строения мембран. Фазовые переходы мембран. Изменения в строении молекул липидов при понижении и повышении температуры. Изменения физических свойств мембран при фазовых переходах.
Тема 2. Общая характеристика транспортных систем мембран и их значение для клетки	Общая характеристика транспортных систем мембран и их значение для клетки. Типы переноса веществ через биологические мембраны. Часть 1. Молекулярные механизмы пассивного транспорта веществ. Понятие электрохимического потенциала. Энергия Гиббса. Диффузия через мембрану. Уравнение Фика. Коэффициент проницаемости через мембрану. Растворимость веществ в мембране, имеющих различную химическую природу. Транспорт гидратированных ионов через мембрану. Транспорт воды. Кинки. Аквапорины. Ионифоры. Факторы, определяющие процесс диффузии. Облегченная диффузия. Механизм облегченной диффузии на примере молекулы антибиотика валина,

	<p>транспортирующего ионы калия. Отличия простой диффузии от облегченной. Общие черты облегченной диффузии и активного транспорта через мембраны. Перенос веществ через мембрану по механизму «пинг-понг». Факторы, определяющие скорость облегченной диффузии. Влияние гормонов на работу механизма транспорта с помощью переносчиков. Осмос и его роль в жизни клетки. Процесс фильтрации как один из видов трансмембранного переноса веществ.</p> <p>Часть 2. Молекулярные механизмы активного транспорта веществ. Исследования Уисинга о наличии ионных насосов в коже лягушки. Виды ионных насосов. Na^+/K^+-АТФаза: биологическая роль. Строение Na^+/K^+-АТФазы. α- и β- субъединицы Na^+/K^+-насоса. Цикл работы Na^+/K^+-насоса. Конформационные изменения Na^+/K^+-насоса. Окклюзия ионов в процессе переноса ионов. Ионные центры Na^+/K^+-насоса. Механизм фиксации ионов Na^+ и K^+ атомами кислорода. Ca^{2+}-АТФаза: биологическая роль. Энергетика транспорта ионов кальция. Механизм переноса ионов кальция. Циклы работы Ca^{2+}-АТФазы. Перенос кальция через мембрану (транслокация). Структура Ca^{2+}-АТФазы. Роль ионов магния в работе кальциевого насоса. Функционирование и строение H^+-АТФазы. Вторичный активный транспорт: унипорт, симпорт и антипорт.</p> <p>Часть 3. Трансмембранный перенос макромолекул: молекулярные механизмы. Общая характеристика. Эндоцитоз. Необходимые условия для прохождения процесса эндоцитоза. Типы эндоцитоза. Краткая характеристика пиноцитоза. Процесс фагоцитоза. Рецепторно-опосредованный эндоцитоз. Роль клатрина. Экзоцитоз: основные характеристики. Типы экзоцитоза. Кальций-независимый конституционный экзоцитоз. Кальций-зависимый неконституционный экзоцитоз. Кальций-зависимый белковый комплекс SNARE. Составляющие комплекса SNARE: белок синтаксин-1, белок SNAP-25, белок синаптобревин. Этапы экзоцитоза.</p>
Тема 3. Рецепторы биологических мембран: строение и молекулярная физиология трансдукции сигнала	<p>Понятие о рецепторах биологических мембран. Формирование комплекса гормон-рецептор. Специфичность рецепторов мембран. Свойства рецепторов. Рецепторы-ионные каналы: общая характеристика. Ацетилхолиновые рецепторы: классификация и свойства. Никотиновые рецепторы ацетилхолина. Строение. Субъединицы N-рецепторов. Расположение молекулы N-рецептора в мембране. Механизм активации N-рецептора. Классификация N-рецепторов ацетилхолина. Рецепторы с тирозинкилазной активностью. Рецепторы для фактора роста. Общая характеристика. Структура рецепторов с тирозинкилазной активностью. Классификация рецепторов. Механизм функционирования рецепторов. Трансмембранная передача сигнала с помощью рецепторов с тирозинкилазной активностью. Этапы передачи сигнала с помощью рецепторов с тирозинкилазной активностью. Димеризация рецепторов и автофосфорилирование. Рецепторы, сопряженные с G-белком: общая характеристика. Строение рецепторов и их расположение в мембране. Физиологическая роль рецепторов, сопряженных с G-белком. Классификация рецепторов. Адреналиновые рецепторы. Мускариновые рецепторы. Механизм активации рецепторов, сопряженных с G-белком. G-белки: строение, классификация. Субъединицы G-белков. Усиление в каскадах передачи сигналов.</p>
Тема 4. Восприятие сигналов	<p>Общая характеристика процессов восприятия мембранами сигналов. Регуляция динамических свойств мембран в ответ на изменения осмотического давления и температуры окружающей среды. Текучесть и</p>

<p>биологическими мембранами: сенсорные белки и экспрессия генов</p>	<p>вязкость биологических мембран. Влияние повышения температуры на свойства мембраны. Влияние повышения осмотического давления на свойства мембраны. Десатурация липидов в клетке. Осмосенсор прокариот – гистидин-киназа KdpD. Оперон осмосенсора KdpFABCDE, его строение и регуляция его работы. Регуляция экспрессии оперона kdp. OpuA как осмосенсор и осморегулятор мембраны клеток. Строение и активация OpuA. Низкотемпературный стресс. Регуляция физического состояния мембран с помощью десатураз жирных кислот. Гипотетическая схема активации температурного сенсора – гистидин-киназы Hik33. Активация, строение и механизм действия гистидин-киназы Hik33. Белковый домен «лейциновая молния». Высокотемпературный стресс.</p>
<p>Тема 5. Молекулярные механизмы слияния и повреждения мембран</p>	<p>Общая характеристика процессов слияния и повреждения мембран и их роль в жизни клетки. Слияние мембран при экзоцитозе. Механизм слияния мембран. Формирование димплов. Метод пэтч-клемпа для изучения процесса слияния мембран. Электрические явления, зафиксированные методом пэтч-клемпа при слиянии мембран. Слияния плоских бислойных липидных мембран. Общая картина процесса. Конструкция камеры для изучения процесса слияния бислойных липидных мембран. Последовательность промежуточных состояний, которая наблюдается при слиянии два плоских липидных бислоев. Полуслияние мембран. Механизм полуслияния. Модель столкнов. Повреждение мембран. Повреждение клеток при недостатке кислорода. Роль фосфолипазы А при повреждении мембран. Набухание митохондрий. Механизм набухания митохондрий. Порочный круг в патологии клетки. Перекисное окисление липидов как причина повреждения мембран. Механизм перекисного окисления липидов. Причины нарушения барьерных свойств мембран в патологии. Электрический пробой мембран как универсальный механизм нарушения целостности мембран. Снижение электрической прочности искусственных фосфолипидных мембран при действии основных повреждающих факторов. Пробой мембран собственным мембранным потенциалом ("самопробой").</p>
<p>Тема 6. Миграция молекул в толщине мембраны</p>	<p>Движение молекул фосфолипидов в бислое: изменение ориентации полярных голов, латеральное движение, колебание ацильных цепей, образование кинков и их перемещение вдоль ацильных цепей (в поперечном направлении), ротационная подвижность (вращение вокруг длинной оси), переход с одной стороны бислоя на другой (по типу флип-флоп), выход из бислоя. Локализация и подвижность белков в мембране: монотопическая, битопическая и политопическая локализация белков в мембране; латеральная, вращательная белков в бислое, флип-флоп переход белковых молекул. Белок-липидные взаимодействия. Типы белок-липидных взаимодействий. Вызванная белком модификация бислоя.</p>
<p>Тема 7. Солюбилизация и реконструкция мембран</p>	<p>Методы солюбилизации мембран. Понятие о детергентах. Виды детергентов. Мицеллы. Виды мицелл. Процесс мицеллообразования. Критическая концентрация мицеллообразования. Число агрегации. Механизм солюбилизации мембран детергентами. Механизм реконструкции мембран. Методы очистки солюбилизанта от детергента.</p>
<p>Тема 8. Цитоплазмнно-ядерный транспорт</p>	<p>Строение и функции мембраны ядра. Строение ядерных пор. Последовательности ядерной локализации. Белки импортины: строение и функция. Схема транспорта белков из цитоплазмы в клеточное ядро с</p>

	последовательностями ядерной локализации. Челночные сигналы и последовательности в переносе веществ из цитоплазмы к ядру и в обратном направлении. Регуляция процесса транспорта до ядра. Регуляция транскрипции и цитоплазмнно-ядерный транспорт.
Тема 9. Липосомы - модели клеточных мембран	Строение липосом и везикул. Мульти-, олиго- и моноламиллярные везикулы. Свойства липосом. Способы включения различных веществ в липосомы. Применение липосом и везикул в фундаментальных исследованиях. Применение липосом и везикул в фармакологии, медицине и косметологии.
Тема 10. Регуляция активности мембранных ферментов	Регуляция субстратом реакции. Метаболические цепи. Химическая модификация молекул фермента. Действие протеинкиназ. Роль и функции изоферментов. Краткосрочные и долгосрочные механизмы. Мономерные и олигомерные белки. Роль липидного окружения в регуляции мембранных ферментов.
Тема 11. Кальций как универсальный регулятор внутриклеточных процессов	Физико-химические свойства кальция. Структура иона кальция. Связывание Ca^{2+} и других катионов металлов с различными лигандами. Строение ганглиозидов, фосфатидилсерина, кардиолипина. Предполагаемая структура участка белка, связывающего кальций: спираль-петля-спираль. Ионофоры и индикаторы ионов кальция. Антибиотик кальцимицин и другие переносчики кальция. Методы регистрации изменений концентрации кальция в биологических экспериментах. Кальциевые каналы и переносчики кальция через биомембраны. Проницаемость мембран для кальция и других ионов. Кальциевые и кальцийзависимые каналы. Система Na/Ca -обмена в клеточных мембранах. Транспорт Ca^{2+} через митохондриальную мембрану. Системы АТФ-зависимого выведения Ca^{2+} из эритроцитов и мышечных клеток.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Раздел 1. Молекулярная физиология мембранных процессов и рецепции					
Тема 1. Строение и функции биологических мембран		1	1	6,2	8,2
Тема 2. Общая характеристика транспортных систем мембран и их значение для клетки		2	2	6	10
Тема 3. Рецепторы биологических мембран: строение и молекулярная физиология трансдукции сигнала		2	2	6	10
Тема 4. Восприятие сигналов биологическими мембранами: сенсорные белки и экспрессия генов		1	1	4	6
Тема 5. Молекулярные механизмы слияния и повреждения мембран		2	1	4	7
Тема 6. Миграция молекул в толщине мембраны			0,5	2	2,5
Тема 7. Солюбилизация и реконструкция мембран			0,5	4	4,5

Тема 8. Цитоплазмально-ядерный транспорт		1	0,5	2	3,5
Тема 9. Липосомы - модели клеточных мембран			0,5	2	2,5
Тема 10. Регуляция активности мембранных ферментов		2	2	4	8
Тема 11. Кальций как универсальный регулятор внутриклеточных процессов		2	2	4	8
Итого за семестр		13	13	44,2	70,2

6.2. Форма обучения – заочная, курс – 2

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Раздел 1. Молекулярная физиология мембранных процессов и рецепции					
Тема 1. Строение и функции биологических мембран			0,5	6	6,5
Тема 2. Общая характеристика транспортных систем мембран и их значение для клетки		0,6	0,5	8	9,1
Тема 3. Рецепторы биологических мембран: строение и молекулярная физиология трансдукции сигнала			0,2	8	8,2
Тема 4. Восприятие сигналов биологическими мембранами: сенсорные белки и экспрессия генов		0,2		6	6,2
Тема 5. Молекулярные механизмы слияния и повреждения мембран			0,2	6	6,2
Тема 6. Миграция молекул в толщине мембраны		0,2		4	4,2
Тема 7. Солюбилизация и реконструкция мембран		0,3		3	3,3
Тема 8. Цитоплазмально-ядерный транспорт			0,2	4	4,2
Тема 9. Липосомы - модели клеточных мембран		0,2		3	3,2
Тема 10. Регуляция активности мембранных ферментов		0,2	0,2	8	8,4
Тема 11. Кальций как универсальный регулятор внутриклеточных процессов		0,3	0,2	8	8,5
Итого за семестр		4	4	64	72

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень вопросов к коллоквиуму по теме «Молекулярная физиология мембранных процессов и рецепции»

1. Функции мембран. Липидный состав мембран. Положение стеролов в мембране и их свойства.
2. Белки мембран. Функции белков в мембранах. Углеводы мембран: строение и функции.
3. Жидкостно-мозаичная модель строения мембран. Фазовые переходы мембран. Изменения в строении молекул липидов при понижении и повышении температуры. Изменения физических свойств мембран при фазовых переходах.
4. Общая характеристика транспортных систем мембран и их значение для клетки. Типы переноса веществ через биологические мембраны.
5. Понятие электрохимического потенциала. Механизм пассивной диффузии.
6. Растворимость веществ в мембране, имеющих разную химическую природу. Транспорт гидратированных ионов через мембрану. Транспорт воды. Кинки. Аквапорин.
7. Механизм облегченной диффузии на примере молекулы антибиотика валина. Перенос веществ через мембрану по механизму «пинг-понг».
8. Отличия от простой облегченной диффузии. Общие черты облегченной диффузии и активного транспорта через мембраны. Механизм влияния гормонов на работу механизма транспорта с помощью переносчиков.
9. Осмос и его роль в жизни клетки. Процесс фильтрации как один из видов трансмембранного переноса веществ.
10. Понятие об ионных насосах. Исследования Уисинга о наличии ионных насосов в коже.
11. Строение Na⁺/K⁺-АТФазы. Реакционный цикл работы Na⁺/K⁺-насоса. Механизм фиксации Na⁺ и K⁺ атомами кислорода.
12. Ca²⁺-АТФаза: биологическая роль. Энергетика транспорта ионов кальция. Циклы работы Ca²⁺-АТФазы. Строение Ca²⁺-АТФазы. Роль ионов магния в работе кальциевого насоса.
13. Функционирование и строение H⁺-АТФазы. Вторичный активный транспорт: унипорт, симпорт и антипорт.
14. Трансмембранный перенос макромолекул. Кальций-зависимый белковый комплекс SNARE. Составляющие комплекса SNARE.
15. Необходимые условия для прохождения процесса эндоцитоза. Типы эндоцитоза. Краткая характеристика пиноцитоза.
16. Рецепторно-опосредованный эндоцитоз. Роль клатрина. Экзоцитоз: основные характеристики. Типы экзоцитоза.
17. Формирование комплекса гормон-рецептор. Специфичность рецепторов мембран. Свойства рецепторов.
18. Ацетилхолиновые рецепторы: классификация и свойства. Строение никотиновых рецепторов ацетилхолина. Расположение молекулы N-рецептора в мембране. Механизм активации N-рецептора.
19. Рецепторы для фактора роста. Структура рецепторов с тирозинкиназной активностью. Механизм функционирования рецепторов. Трансмембранная передача сигнала с помощью рецепторов с тирозинкиназной активностью.
20. Строение рецепторов, сопряженных с G-белками и их расположение в мембране. Классификация рецепторов, сопряженных с G-белками. Механизм активации рецепторов, связанных с G-белком.
21. G-белки: строение, классификация. Субъединицы G-белков.
22. Усиление в каскадах передачи сигналов
23. Общая характеристика процессов слияния и повреждения мембран и их роль в жизни клетки.
24. Механизм слияния мембран. Формирование димплов.

25. Метод пэтч-клэмпа для изучения процесса слияния мембран. Электрические явления при слиянии мембран. Слияния плоских бислойных липидных мембран. Конструкция камеры для изучения процесса слияния бислойных липидных мембран.

26. Последовательность промежуточных состояний, которая наблюдается при слиянии два плоских липидных бислоев. Полуслияние мембран. Механизм полуслияния. Модель столкновений.

27. Повреждение клеток при недостатке кислорода. Роль фосфолипазы А при повреждении мембран. Механизм набухания митохондрий.

28. Порочный круг в патологии клетки. Перекисное окисление липидов как причина повреждения мембран. Причины нарушения барьерных свойств мембран в патологии.

29. Электрический пробой мембран как универсальный механизм нарушения. Пробой мембран собственным мембранным потенциалом ("самопробой").

30. Движение молекул фосфолипидов в бислое. Локализация белков в мембране. Подвижность компонентов биологических мембран. Белок-липидные взаимодействия. Типы белок-липидных взаимодействий. Вызванная белком модификация бислоя.

31. Регуляция динамических свойств мембран в ответ на изменения осмотического давления и температуры окружающей среды.

32. Текучесть и вязкость биологических мембран. Влияние повышения температуры на свойства мембраны. Влияние повышения осмотического давления на свойства мембраны. Десатурация липидов в клетке.

33. Осмосенсор прокариот – гистидин-киназа KdpD. Оперон осмосенсора KdpFABCDE, его строение и регуляция его работы. Регуляция экспрессии оперона kdp.

34. OpuA как осмосенсор и осморегулятор мембраны клеток. Строение и активация OpuA.

35. Гипотетическая схема активации температурного сенсора – гистидин-киназы Hik33. Активация, строение и механизм действия гистидин-киназы Hik33. Белковый домен «лейциновая молния».

36. Строение и функции мембраны ядра. Строение ядерных пор. Последовательности ядерной локализации. Белки импортины: строение и функция. Схема транспорта белков из цитоплазмы до клеточного ядра с последовательностями ядерной локализации.

37. Челночные сигналы и последовательности в переносе веществ из цитоплазмы к ядру и в обратном направлении. Регуляция процесса транспорта до ядра.

38. Понятие апоптоза и роль этого процесса в жизни клетки. Доменная структура белка p53. Причины невозможности запуска процесса апоптоза.

39. Структура и функция теломеры. Механизм работы теломеры. Фермент теломеразы и его функция.

40. Строение липосом и везикул. Мульти-, олиго- и моноамиллярные везикулы. Свойства липосом. Способы включения различных веществ в липосомы.

41. Применение липосом и везикул в фундаментальных исследованиях. Применение липосом и везикул в фармакологии, медицине и косметологии.

42. Мембрана клетки как первое звено в реакции на действие стресса. Механизм повышения вязкости цитоплазмы под действием на мембрану сигнала извне.

43. Структурные перестройки в мембранах при действии стресса. Роль ионов Ca^{2+} в реакции мембраны на неблагоприятные воздействия. Изменение проницаемости мембран под действием стресс-факторов.

44. Мембранная гипотеза старения. Изменение проницаемости клеточной мембраны как один из механизмов старения клетки.

45. Метаболические цепи. Роль липидного окружения в регуляции мембранных ферментов.

Перечень вопросов к экзамену

1. G-белки: строение, классификация. Субъединицы G-белков.
2. OpuA как осмосенсор и осморегулятор мембраны клеток. Строение и активация OpuA.
3. Ацетилхолиновые рецепторы: классификация и свойства. Строение никотиновых рецепторов ацетилхолина. Расположение молекулы N-рецептора в мембране. Механизм активации N-рецептора.
4. Белки мембран. Функции белков в мембранах. Углеводы мембран: строение и функции.
5. Гипотетическая схема активации температурного сенсора – гистидин-киназы Hik33. Активация, строение и механизм действия гистидин-киназы Hik33. Белковый домен «лейциновая молния».
6. Движение молекул фосфолипидов в бислое. Локализация белков в мембране. Подвижность компонентов биологических мембран. Белок-липидные взаимодействия. Типы белок-липидных взаимодействий. Вызванная белком модификация бислоя.
7. Жидкостно-мозаичная модель строения мембран. Фазовые переходы мембран. Изменения в строении молекул липидов при понижении и повышении температуры. Изменения физических свойств мембран при фазовых переходах.
8. Мембрана клетки как первое звено в реакции на действие стресса. Механизм повышения вязкости цитоплазмы под действием на мембрану сигнала извне.
9. Мембранная гипотеза старения. Изменение проницаемости клеточной мембраны как один из механизмов старения клетки.
10. Метаболические цепи. Роль липидного окружения в регуляции мембранных ферментов.
11. Метод пэгч-клэмп для изучения процесса слияния мембран. Электрические явления при слиянии мембран. Слияния плоских бислойных липидных мембран. Конструкция камеры для изучения процесса слияния бислойных липидных мембран.
12. Механизм облегченной диффузии на примере молекулы антибиотика валина. Перенос веществ через мембрану по механизму «пинг-понг».
13. Механизм слияния мембран. Формирование димплов.
14. Необходимые условия для прохождения процесса эндоцитоза. Типы эндоцитоза. Краткая характеристика пиноцитоза.
15. Общая характеристика процессов слияния и повреждения мембран и их роль в жизни клетки.
16. Общая характеристика транспортных систем мембран и их значение для клетки. Типы переноса веществ через биологические мембраны.
17. Осмос и его роль в жизни клетки. Процесс фильтрации как один из видов трансмембранного переноса веществ.
18. Осмосенсор прокариот – гистидин-киназа KdpD. Оперон осмосенсора KdpFABCDE, его строение и регуляция его работы. Регуляция экспрессии оперона kdp.
19. Отличия от простой облегченной диффузии. Общие черты облегченной диффузии и активного транспорта через мембраны. Механизм влияния гормонов на работу механизма транспорта с помощью переносчиков.
20. Повреждение клеток при недостатке кислорода. Роль фосфолипазы A при повреждении мембран. Механизм набухания митохондрий.
21. Понятие апоптоза и роль этого процесса в жизни клетки. Доменная структура белка p53. Причины невозможности запуска процесса апоптоза.
22. Понятие об ионных насосах. Исследования Уисинга о наличии ионных насосов в коже.
23. Понятие электрохимического потенциала. Механизм пассивной диффузии.
24. Порочный круг в патологии клетки. Перекисное окисление липидов как причина повреждения мембран. Причины нарушения барьерных свойств мембран в патологии.
25. Последовательность промежуточных состояний, которая наблюдается при слиянии двух плоских липидных бислоев. Полуслияние мембран. Механизм полуслияния. Модель столкновений.
26. Применение липосом и везикул в фундаментальных исследованиях. Применение липосом и везикул в фармакологии, медицине и косметологии.

27. Растворимость веществ в мембране, имеющих разную химическую природу. Транспорт гидратированных ионов через мембрану. Транспорт воды. Кинки. Аквапорин.
28. Регуляция динамических свойств мембран в ответ на изменения осмотического давления и температуры окружающей среды.
29. Рецепторно-опосредований эндоцитоз. Роль клатрина. Экзоцитоз: основные характеристики. Типы экзоцитоза.
30. Рецепторы для фактора роста. Структура рецепторов с тирозинкилазной активностью. Механизм функционирования рецепторов. Трансмембранна передача сигнала с помощью рецепторов с тирозинкилазной активностью.
31. Ca^{2+} -АТФаза: биологическая роль. Энергетика транспорта ионов кальция. Циклы работы Ca^{2+} -АТФаза. Строение Ca^{2+} -АТФазы. Роль ионов магния в работе кальциевого насоса.
32. Строение $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$ -Атфазы. Реакционный цикл работы $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$ -насоса. Механизм фиксации Na^{+} и K^{+} атомами кислорода.
33. Строение и функции мембраны ядра. Строение ядерных пор. Последовательности ядерной локализации. Белки импортины: строение и функция. Схема транспорта белков из цитоплазмы до клеточного ядра с последовательностями ядерной локализации.
34. Строение липосом и везикул. Мульти-, олиго- и моноамилярные везикулы. Свойства липосом. Способы включения различных веществ в липосомы.
35. Строение рецепторов, сопряженных с G-белками и их расположение в мембране. Классификация рецепторов, сопряженных с G-белками. Механизм активации рецепторов, связанных с G-белком.
36. Структура и функция теломеры. Механизм работы теломеры. Фермент теломераза и его функция.
37. Структурные перестройки в мембранах при действии стресса. Роль ионов Ca^{2+} в реакции мембраны на неблагоприятные воздействия. Изменение проницаемости мембран под действием стресс-факторов.
38. Текучесть и вязкость биологических мембран. Влияние повышения температуры на свойства мембраны. Влияние повышения осмотического давления на свойства мембраны. Десатурация липидов в клетке.
39. Трансмембранный перенос макромолекул. Кальций-зависимый белковый комплекс SNARE. Составляющие комплекса SNARE.
40. Усиление в каскадах передачи сигналов
41. Формирование комплекса гормон-рецептор. Специфичность рецепторов мембран. Свойства рецепторов.
42. Функции мембран. Липидный состав мембран. Положение стеролов в мембране и их свойства.
43. Функционирование и строение H^{+} -АТФазы. Вторичный активный транспорт: унипорт, симпорт и антипорт.
44. Челночные сигналы и последовательности в переносе веществ из цитоплазмы к ядру и в обратном направлении. Регуляция процесса транспорта до ядра.
45. Электрический пробой мембран как универсальный механизм нарушения. Пробой мембран собственным мембранным потенциалом ("самопробой").

Тестовые задания по теме «Строение мембран и трансмембранный перенос молекул»

1. **Плазматическая мембрана:**
 - а образует замкнутый отсек
 - б не полностью покрывает клетку
 - в является прерывистой структурой
2. **Селективная проницаемость мембраны обусловлена:**
 - а наличием трансмембранных градиентов
 - б наличием рецепторов
 - в неодинаковой концентрацией ионов по обе стороны мембраны
 - г наличием ионных каналов и насосов
3. **В мембранах локализованы:**
 - а ферменты
 - б металлы
 - в глюкоза
 - г ионные насосы
 - д контактные белки
4. **В состав мембран входят следующие основные классы органических веществ:**
 - а сахара
 - б липиды
 - в металлы
 - г соли
 - д белки
 - е углеводы
5. **Мембранные липиды представлены:**
 - а фосфолипидами
 - б мышьяколипидами
 - в алилглицеридами
 - г гликосфинголипидами
 - д церамидами
 - е холестеролом
 - ж моноглицеридами
 - з оксипидами
6. **В состав гликосфинголипидов мембран входят:**
 - а остатки неорганических кислот
 - б остатки сахаров
 - в дисульфидные мостики
7. **Молекулы холестерина в мембране:**
 - а образуют связи и белками мембран
 - б встраиваются между двумя фосфолипидными молекулами
8. **Содержание холестерина в мембране:**
 - а увеличивается в направлении к наружной стороне мембраны
 - б увеличивается по направлению ко внутренней стороне мембраны
 - в крайне низкое во всем билипидном слое
9. **Основные липиды мембран являются:**
 - а гидрофобными
 - б гидрофильными
 - в амфифильными
 - г нейтральными
10. **Хвосты фосфолипидных молекул, имеющие изломы, являются:**

- а насыщенными
 - б нейтральными
 - в амфифильными
 - г ненасыщенными
- 11. Количество изломов хвостов липидов с текучестью:**
- а связаны прямопропорциональной зависимостью
 - б не связаны
 - в связаны обратной зависимостью
- 12. Укажите возможные формы, в которые фосфолипиды самоорганизуются в водных растворителях:**
- а мембрану
 - б мицеллу
 - в ионный канал
 - г кинки
- 13. Асимметрия мембран обусловлена в основном:**
- а неравномерным распределением липидов
 - б неравномерным распределением ионных каналов
 - в неравномерным распределением холестерина
 - г неравномерным распределением белков
 - д неравномерным распределением фосфолипидов
- 14. Поперечная асимметрия мембран связана с:**
- а неравномерным распределением липидов
 - б неравномерным распределением ионных каналов
 - в неравномерным распределением холестерина
 - г неравномерным распределением белков
 - д неравномерным распределением фосфолипидов
- 15. В интегральных мембранных белках те их участки, которые пересекают мембрану, по своим химическим свойствам являются:**
- а амфифильными
 - б гидрофобными
 - в гидрофильными
 - г глобулярными
 - д нитевидными
- 16. Транспортные явления мембран определяются:**
- а жидкой структурой мембран
 - б наличием специальных белков
 - в барьерными свойствами клеточных мембран
- 17. К процессам простой диффузии относятся:**
- а осмос
 - б фильтрация
 - в диффузия через липидный бислой
 - г диффузия через поры в липидном бислое
 - д диффузия через белковую пору
 - е диффузия с подвижным переносчиком
 - ж диффузия с фиксированным переносчиком
- 18. К процессам облегченной диффузии относятся:**
- а осмос
 - б фильтрация
 - в диффузия через липидный бислой
 - г диффузия через поры в липидном бислое

- д диффузия через белковую пору
- е диффузия с подвижным переносчиком
- ж диффузия с фиксированным переносчиком

19. Перемещение воды через мембрану осуществляется с помощью:

- а осмоса
- б фильтрации
- в диффузии через липидный бислой
- г диффузии через поры в липидном бислое
- д диффузии через белковую пору
- е диффузии с подвижным переносчиком
- ж диффузии с фиксированным переносчиком

20. Коэффициент проницаемости мембраны связан прямой зависимостью с:

- а коэффициентом диффузии
- б коэффициентом распределения вещества
- в толщиной мембраны
- г плотностью потока

21. Коэффициент проницаемости мембраны связан обратной зависимостью с:

- а коэффициентом диффузии
- б коэффициентом распределения вещества
- в толщиной мембраны
- г плотностью потока

22. Хорошо растворимы в липидной фазе мембраны:

- а органические кислоты
- б жирные кислоты
- в вода
- г неорганические соли
- д сахара
- е эфиры
- ж аминокислоты

23. Плохо проходят через липидный бислой:

- а органические кислоты
- б жирные кислоты
- в вода
- г неорганические соли
- д сахара
- е эфиры
- ж аминокислоты

24. Электролиты проходят через мембрану:

- а свободно
- б покрываясь водной оболочкой
- в не проходят

25. Кинки – это:

- а выросты внутренних мембран митохондрий
- б полости, образующиеся между хвостами фосфолипидных молекул
- в пузырьки аппарата Гольджи
- г особая структура фосфолипидов, образуемая в водных растворителях

26. С помощью молекул переносчиков происходит:

- а осмос
- б фильтрация
- в простая диффузия

- г облегченная диффузия
- 27. Осмос – движение через мембрану:**
- а ионов металлов
б солей
в стероидных веществ
г молекул воды
- 28. Специализированные структуры, предназначенные для транспорта воды через мембрану, носят название:**
- а H^+ -АТФаза
б потенциалзависимые каналы
в аквапорины
- 29. Благодаря наличию в составе аквапорина каких веществ, данные образования обладают высокой степенью селективности?**
- а медленных и быстрых ворот
б двух протонов
в активационных ворот
г инактивационных ворот
- 30. Движущей силой фильтрации является:**
- а электрохимический градиент
б градиент давления
в концентрационный градиент
- 31. Движущей силой осмоса является:**
- а электрохимический градиент
б градиент давления
в концентрационный градиент
- 32. Ионные насосы являются:**
- а периферическими белками
б интегральными белками
в сфинголипидами
г холестеролами
- 33. За счет активного транспорта создаются:**
- а разности концентраций
б сокращается трансмембранный градиент концентрации
в разности электрических потенциалов
г мембранные потенциалы
д разности давления
- 34. Na/K -АТФаза состоит из:**
- а одной полипептидной цепи
б двух полипептидных цепей
в трех полипептидных цепей
- 35. α -субъединица Na/K -АТФазы пересекает мембрану клетки:**
- а 5 раз
б 7 раз
в 3 раза
г 10 раз
- 36. β -субъединица Na/K -АТФазы пересекает мембрану клетки:**
- а 1 раз
б 2 раза
в 3 раза
г 4 раза

37. **Концы α -субъединицы Na/K-АТФазы обращены:**
- а в цитоплазму
 - б один в цитоплазму, другой – во внеклеточное пространство
 - в оба во внеклеточное пространство
38. **Центры связывания переносимых ионов Na/K-АТФазы расположены:**
- а в петле между 3 и 4-й спиралями, пронизывающими мембрану и обращены во внеклеточное пространство
 - б в петле между 3 и 4-й спиралями, пронизывающими мембрану и обращены внутрь клетки
 - в в петле между 2 и 3-й спиралями, пронизывающими мембрану и обращены во внеклеточное пространство
 - г в петле между 2 и 3-й спиралями, пронизывающими мембрану и обращены внутрь клетки
 - д на 2-м домене, пронизывающем мембрану
39. **β -субъединица Na/K-АТФазы осуществляет функцию:**
- а переноса ионов
 - б гидролиза АТФ
 - в правильной ориентации α -субъединицы в мембране
40. **В состоянии E_1 фермент Na/K-АТФазы способен взаимодействовать с:**
- а ионами K^+
 - б ионами Na^+
 - в ионами Mg^{2+}
 - г ионами Cl^-
 - д АТФ
41. **Для перехода фермента из состояния E_1 в состояние E_2 необходимы:**
- а гидролиз молекулы АТФ
 - б ионы K^+
 - в ионы Mg^{2+}
42. **Энергия АТФ при работе Na/K-АТФазы тратится на:**
- а присоединение ионов K^+ и Na^+ к активному центру фермента
 - б на переход фермента из состояния E_1 в состояние E_2
43. **Фиксирование переносимых ионов при работе Na/K-АТФазы происходит благодаря ионам:**
- а K^+
 - б Na^+
 - в O^{2-}
 - г Cl^-
44. **На одной молекуле Ca^{2+} -АТФазы находится:**
- а один центр связывания для ионов Ca^{2+}
 - б два центра связывания для ионов Ca^{2+}
45. **АТФ связывается Ca^{2+} -АТФазой со стороны:**
- а цитоплазмы
 - б внеклеточного пространства
46. **Процесс гидролиза АТФ на молекуле Ca^{2+} -АТФазы запускает:**
- а связывание Ca^{2+}
 - б присоединение АТФ
 - в связывание Mg^{2+}
47. **Ca^{2+} вытесняется из комплекса с ферментом Ca^{2+} -АТФазы:**
- а ионами Mg^{2+}

- б ионами H^+
в молекулами воды
48. В результате гидролиза фосфофермента Ca^{2+} -АТФазы происходит:
а отщепление неорганического фосфата
б синтез молекулы АТФ
в отщепление ионов Mg^{2+}
49. Молекула Ca^{2+} -АТФазы пронизывает мембрану:
а 5 раз
б 7 раз
в 10 раз
г 11 раз
д 13 раз
50. Связывание ионов Ca^{2+} Ca^{2+} -АТФазой происходит на участке:
а связывающем 1 и 2-й домены
б связывающем 2 и 3-й домены
в связывающем 3 и 4-й домены
51. Участок связывания ионов Ca^{2+} Ca^{2+} -АТФазой саркоплазматического ретикулума обращен:
а в цитоплазму клетки
б в пространство саркоплазматического ретикулума
52. Молекула H^+ -АТФазы пронизывает мембрану:
а 5 раз
б 7 раз
в 10 раз
г 13 раз
53. Молекула H^+ -АТФазы состоит из:
а 1 субъединицы
б 2 субъединиц
в 3 субъединиц
54. Истинные субстрат H^+ -АТФазы является:
а АТФ
б комплекс АТФ с Mg^{2+}
в комплекс АТФ с Mn^{2+}
55. Установите соответствие между типом вторичного активного транспорта и его сущностью:
- | | | |
|---|---|----------|
| а односторонний перенос иона в комплексе со специфическим переносчиком | 1 | антипорт |
| б встречный перенос ионов с участие односторонней молекулы-переносчика | 2 | симпорт |
| в совместный односторонний перенос ионов с участием двустороннего переносчика | 3 | унипорт |
56. Из предложенных вариантов выберите, что является необходимым для процесса эндоцитоза:
а энергия
б внеклеточный Ca^{2+}
в сократительные элементы в клетке
57. Установите соответствие между типом эндоцитоза и его сущностью:
- | | | |
|--|---|-----------|
| а поглощение крупных частиц с участием специализированных клеток | 1 | фагоцитоз |
|--|---|-----------|

- б эндоцитоз, при котором мембранные рецепторы связываются с молекулами поглощаемого вещества, или молекулами, находящимися на поверхности фагоцитируемого объекта – лигандами 2 пиноцитоз
- в избирательный процесс поглощения жидкости и растворенных в ней компонентов 3 рецепторно-опосредованный эндоцитоз

58. Из предложенных вариантов выберите те, которые характеризуют кальций-независимый экзоцитоз:

- а конститутивный экзоцитоз
- б неконститутивный экзоцитоз
- в необходим для построения внеклеточного матрикса
- г необходим для доставки белков на внешнюю клеточную мембрану
- д необходим для выделения нейромедиаторов

59. Из предложенных вариантов выберите те, которые характеризуют кальций-зависимый экзоцитоз:

- а конститутивный экзоцитоз
- б неконститутивный экзоцитоз
- в необходим для построения внеклеточного матрикса
- г необходим для доставки белков на внешнюю клеточную мембрану
- д необходим для выделения нейромедиаторов

60. Из перечисленных белков, осуществляющих процесс кальций-зависимого экзоцитоза, выберите тот, который является акцептором кальция:

- а синаптотагмин
- б синтаксин
- в синаптобревин
- г SNAP-25

Образец экзаменационного билета

Донецкий государственный университет
Факультет биологический
Кафедра физиологии человека и животных

Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	06.04.01 Биология
Магистерская программа	Физиология человека и животных
Форма обучения	Очная
Семестр	Третий
Дисциплина	Молекулярная физиология

Экзаменационный билет № 1

1. Характеристика липидов биологических мембран
 2. Механизмы активации рецепторов-ионных каналов
 3. Характеристика основных групп детергентов
- Утверждено на заседании кафедры физиологии человека и животных
Протокол № 14а от "26" марта 2024 г.

Зав. кафедрой
Экзаменатор

В.В. Труш
Г.А. Балакирева

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и лабораторных занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 3, очная форма обучения

Номера разделов	Вид работы	Баллы
1	Организационно-учебная работа обучающегося в аудитории	40
	Самостоятельная работа	10
	Итого	50
	Экзамен	50
	Общий итог	100

8.2. Заочная форма обучения

Форма контроля	Максимальное количество баллов	
	За одну работу	Всего
Текущий контроль:		
Коллоквиум по разделу 1	10	50
Экзамен	тестовые задания	50
Итого за семестр	100	

* в соответствии с утвержденными оценочными материалами по дисциплине

Соответствие баллов оценке

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по пятибалльной шкале
		экзамен, дифференцированный зачет
A	90-100	5 (отлично)
B	80-89	4 (хорошо)
C	75-79	4 (хорошо)
D	70-74	3 (удовлетворительно)
E	60-69	3 (удовлетворительно)
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной аттестации
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.

2) для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;

- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

- экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;

- в форме электронного документа;

2) для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа.

3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 10-м учебном корпусе университета (г. Донецк-050, ул. Щорса, 46). Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой доской, мультимедийным проектором и экраном, ноутбуком, комплектом учебной мебели для студентов, рабочим местом преподавателя. Выход в Интернет проводной или с использованием Wi-Fi.

Для лабораторных работ используются специализированные учебные лаборатории, оснащенные необходимым анатомическим оборудованием.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, материально-техническая база учебной аудитории кафедры физиологии человека и животных. При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

1. Учебные пособия по биохимии и молекулярной физиологии
2. Руководства по биохимии и молекулярной физиологии
3. Конспекты лекций (в электронном и распечатанном виде)
4. Методические указания для самостоятельной работы студентов

5. Методические указания к лабораторным занятиям
6. Учебные фильмы («Липидный состав мембран», «Функции белков мембран», «Трансдукция сигнала», «Рецепторы мембран», «Разрушение мембран», «Регуляция активности ферментов», «Ионные насосы: структура и цикл работы», «Транспорт макромолекул через мембрану», «Рецепторы, сопряженные с G-белком», «Липосомы и их использование в медицине»)
7. Презентации и слайды по всем темам курса
8. Таблицы
9. Мультимедийный проектор и экран.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Труш В.В. Физиология человека и животных [Электронный ресурс] (конспект лекций). – Донецк: ДонНУ, 2016. – 370 с. Размер файла: 24,8 Мб	-	+
2.	Соболев В. И. Основы физиологии возбудимых тканей [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. И. Соболев, В. В. Труш; Донецкий нац. ун-т, Каф. физиологии человека и животных. – Донецк: ДонНУ, 2013. – 277 с. Размер файла: 9,58 Мб	-	+
3.	Физиология человека и животных [Электронный ресурс]: (методические рекомендации к самостоятельной работе студентов) / В. В. Труш, В. И. Труш, Г. А. Фролова и др.; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет. – Донецк: ДонНУ, 2018. – 469 с. Размер файла: 23,9 Мб	-	+
4.	Смирнов В.М. Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков: Учеб. пособие для студентов дефектол. фак пед. вузов / В.М. Смирнов. – М.: ACADEMIA, 2000. – 396 с.	5	-
5.	Фролова Г.А. Физиология механочувствительности (кинестезия и осязание): учебное пособие к спецкурсу "Сенсорная физиология" / Г.А. Фролова; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Биологический факультет, Кафедра физиологии человека и животных. - Донецк: ГОУ ВПО "ДонНУ", 2017. - 104 с.	1	+
6.	Методические рекомендации к проведению практических занятий по курсу «Физиология анализаторов» [Электронный ресурс] / [сост. Г.А. Фролова]; Донецкий нац. ун-т. – Донецк: ДонНУ, 2014. – 1,05 Мб.	-	+
7.	Методические указания к проведению лабораторных занятий по курсу "Сенсорная физиология" [Электронный ресурс] / сост. Г.А. Фролова; Донецкий нац. ун-т, Каф. физиологии человека и животных. – Донецк: ДонНУ, 2016. – 1,1 Мб	-	+

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
8.	Труш В.В. Введение в молекулярную эндокринологию [Электронный ресурс]: (конспект лекций) / В.В. Труш; Донецкий нац. ун-т. – Донецк: ДонНУ, 2016. – 1,4 Мб.	-	+
9.	Труш В.В. Введение в молекулярную эндокринологию (методические рекомендации к проведению лабораторных работ и выполнению самостоятельной работы студентов) [Электронный ресурс] / В.В. Труш; Донецкий нац. ун-т. – Донецк: ДонНУ, 2016. – 864 Кб.	-	+
10.	Методические рекомендации для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов по курсу «Физиология биологических мембран» [Электронный ресурс] / [сост. Г.А. Фролова]; Донецкий нац. ун-т. – Донецк: ДонНУ, 2011. – 546 Кб	-	+
11.	Труш В.В. Физиология эндокринной системы с основами патологии [Электронный ресурс]: (учебное пособие) / В.В. Труш, В.И. Соболев; Донецкий нац. ун-т. – Донецк: ДонНУ, 2016. – 21,8 Мб	-	+
Дополнительная литература			
12.	Гайворонский И.В. Анатомия и физиология человека: учебник / И.В. Гайворонский, Г.И. Ничипорук, А. И. Гайворонский. – 5-е изд. – Москва: Академия, 2009. – 491 с.	1	-
13.	Методические указания к проведению малого практикума по физиологии человека и животных [Электронный ресурс] / сост. Г.А. Фролова; Донецкий нац. ун-т, Каф. физиологии человека и животных. – Донецк: ДонНУ, 2016.	-	+
14.	Вильдгрубе С.А. Методические рекомендации к изучению учебной дисциплины "Нейрофизиология" [Электронный ресурс] / С.А. Вильдгрубе; ГОУ ВПО "Донецкий нац. ун-т". – Донецк: ДонНУ, 2016. – 1,3 Мб.	-	+

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970433515.html>
- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970419199.html>
- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425947.html>
- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425954.html>
- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970415917.html>
- <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429525.html>
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- <http://meduniver.com>

- http://lib.khspu.ru/resource/r_6.php
- <http://www.medicinform.net/human/fisiology.htm>
- http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2493
- <http://kineziolog.bodhy.ru/content/literatura-po-fiziologii-neirona>

Образовательные сайты и порталы

- Система электронного обучения "Пегас": <http://pegas.bsu.edu.ru>
- Полезные ссылки и Интернет-разработки сотрудников Ярославской государственной академии: <http://www.yma.ac.ru/links.htm>

Электронные библиотеки

- E library: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Научная библиотека Донецкого национального медицинского университета: <http://katalog.dnmu.ru/search.php>
- Биология человека: <http://humbio.ru/humbio/default.htm>
- Бест-Мед-Бук: <http://www.medliter.com/>
- Виртуальная библиотека с полезными ссылками: <http://www.win.wplus.net/pp/MediaMedic/libr.htm>
- Крымская межвузовская библиотека: http://elib.crimea.edu/index.php?option=com_content&task=view&id=198&Itemid=57
- IQ-библиотека: <http://www.iqlib.ru/>
- Элементы: <http://elementy.ru/news?theme=116855>
- Электронные версии научных журналов: <http://www.maikonline.com/maik/showFreeProductsTitle.do>
- Библиотека ДонНУ: <http://www.donnu.edu.ua/library/ru/index.asp>
- Сетевая энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org>

Интерактивные обучающие программы

- Атлас мозга (англ.): <http://www.med.harvard.edu/AANLIB/home.html>
- Анатомия живого человека: <http://www.yma.ac.ru/books/anat/anatomy/home.htm>
- Знаете ли вы гистологию: <http://www.yma.ac.ru/books/hist/test.htm>
- Кровь: <http://www.yma.ac.ru/books/hist/blood/base.html>

Электронные книги, тесты

- Энциклопедия Трифонова Е.В.: <http://www.tryphonov.ru/tryphonov2/terms2/ostbst.htm>
- Морфология (сборник тестов): http://www.morphology.dp.ua/_quiz/
- Анатомия и физиология: http://www.tasmed.ru/the_general_data/anatomy_and_physiology/

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).