

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.А. Здрок

«30» октября 2020 г.

Регистрационный № УД 2249уч.



**ОСНОВЫ БИОХИМИИ.
КЛЕТОЧНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 07-2013 и учебного плана УВО № G 31-143/уч. от 30.05.2013 г., G31и-179/уч. от 30.05.2013.

СОСТАВИТЕЛИ:

Е.И. Коваленко – доцент кафедры биофизики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

И.В. Горудко – доцент кафедры биофизики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Щербин Д.Г. – заведующий лабораторией нанобиотехнологий ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», доктор биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биофизики физического факультета Белорусского государственного университета (протокол №13 от 29.05.2020 г.);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета (протокол №11 от 04.06. 2020 г.).

Заведующий кафедрой биофизики
д.б.н., доцент

Г.Г. Мартинович

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины — ознакомление студентов с химическим строением биологических систем, основами физиологии клеток и современным состоянием клеточных технологий, способствовать формированию представлений о физических методах, применяемых для анализа качественного и количественного состава живых систем.

Задачи учебной дисциплины:

1. Ознакомить студентов с особенностями структурной организации основных органических соединений.
2. Сформировать представление о свойствах, функциях и значении биологических молекул, обеспечивающих процессы жизнедеятельности живых организмов.
3. Ознакомить студентов с основами физико-химических методов исследований, применяемых для анализа качественного и количественного состава живых организмов.
4. Сформировать у студентов представления об основах строения и функционирования прокариотических и эукариотических клеток, о физико-химических факторах и процессах, обуславливающих формирование определенных клеточных структур.
5. Ознакомить студентов с базовыми принципами регуляции функционирования клеток и их адаптации к внешним воздействиям.
6. Ознакомить студентов с особенностями физиологии стволовых, опухолевых, нейрональных и других клеток животных, растительных и бактериальных клеток.
7. Ознакомить студентов с методами получения клеток и их компонентов и современными направлениями использования их в нанобиотехнологиях.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к циклу дисциплин специализации компонента учреждения высшего образования.

Учебная дисциплина базируется на знаниях и представлениях, заложенных при изучении ряда физических дисциплин, в которых рассматриваются основы физических методов исследования конденсированных материалов. Программа дисциплины тесно связана с дисциплинами «Физика коллоидных систем» (6 семестр) и «Основы молекулярной биофизики» (6 семестр).

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Основы биохимии. Клеточная физиология» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

социально-личностные компетенции:

- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

- ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики наноматериалов и нанотехнологий, методов исследования физических объектов, методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы.
- ПК-2. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров функциональных наноматериалов и технологических процессов их получения.
- ПК-3. Пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.
- ПК-4. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать: молекулярные основы строения биологических систем; основные функциональные группы биомолекул; структурные формулы органических молекул (углеводов, липидов, аминокислот, нуклеотидов, витаминов); основы строения биополимеров (полисахаридов, белков, нуклеиновых кислот и других); структурные компоненты клеток; факторы, определяющие

развитие и функционирование клеток; общие проявления функционирования клеток; примеры использования клеток и их компонентов в нанотехнологиях.

уметь: использовать современную материально-техническую и методическую базу для физико-химической характеристики органических молекул, объяснять принципы структурно-функциональной организации клеток; анализировать фазы клеточного роста; составлять литературный обзор (реферат) о морфо-функциональных особенностях и способе получения специфического типа клеток.

владеть: основной терминологией структурной биохимии; основными способами поддержания активности клеток.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 5 семестре дневной формы получения высшего образования. Всего на изучение учебной дисциплины «Основы биохимии. Клеточная физиология» для очной формы получения высшего образования отведено:

– 82 часа, в том числе 54 аудиторных часа, из них: лекции – 46 часов, управляемая самостоятельная работа – 8 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основы биохимии

Тема 1.1. Химический состав и строение живых систем

Занятие 1.1.1. Биохимия: основные понятия. Химический состав организмов. Микро- и макроэлементы в организме человека. Важнейшие классы биомолекул. Структурная иерархия в молекулярной организации клеток. Функциональные группы биомолекул.

Занятие 1.1.2. Изомеры. Асимметрия биомолекул. Биохимические реакции.

Тема 1.2. Углеводы

Занятие 1.2.1. Биологическая роль и распространение в природе. Классификация и номенклатура углеводов. Особенности строения, изомерия, конформация и химические свойства моносахаридов.

Занятие 1.2.2. Производные моносахаридов: кислоты, гликозиды, аминосахара, фосфосахара. Олигосахариды. Характеристика основных природных дисахаридов.

Занятие 1.2.3. Полисахариды. Гомо- и гетерогликаны. Классификация, распространение и биологическая роль. Строение, свойства и значение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина. Гликозаминогликаны. Строение и биологическая роль гиалуроновой кислоты, хондроитина и гепарина. Протеогликаны. Гликопротеины и гликолипиды. Роль углеводов в информационных процессах в клетке. Лектины.

Тема 1.3. Липиды

Занятие 1.3.1. Строение, физико-химические свойства и функциональная роль липидов. Классификация и номенклатура жирных кислот. Строение и физико-химические свойства природных жирных кислот (насыщенных; моно- и полиеновых).

Занятие 1.3.2. Триацилглицериды: строение, физико-химические свойства, биологическая роль. Воски: строение, свойства и значение в природе.

Занятие 1.3.3. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды и сфингофосфолипиды. Химическое строение и функции фосфолипидов. Гликолипиды: цереброзиды и ганглиозиды.

Тема 1.4. Аминокислоты

Занятие 1.4.1. Классификация аминокислот. Химическая структура и физико-химические свойства аминокислот: кислотно-основные свойства, стереохимия, основные химические реакции.

Занятие 1.4.2. Характеристика пептидной связи. Принципы организации и биологическая роль пептидов (глутатион, пептидные гормоны, энкефалины, эндорфины и др.). Инсулин: структура, свойства и биологическая роль.

Тема 1.5. Белки

Занятие 1.5.1. Распространение в биообъектах, разнообразие, биологическая роль. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белка. Классификация белков. Простые белки. Сложные белки.

Занятие 1.5.2. Ферменты. Классификация и номенклатура ферментов. Единицы ферментативной активности. Особенности биокаталитических процессов. Принципы структурной организации ферментов. Активные и регуляторные центры. Роль коферментов и простетических групп в биокатализе.

Тема 1.6. Нуклеиновые кислоты

Занятие 1.6.1. Распространение и локализация в биообъектах, разнообразие, состав, биологическая роль. Компоненты нуклеиновых кислот. Азотистые основания: пуриновые и пиримидиновые, главные и минорные. Кислотно-основные свойства нуклеозидов и нуклеотидов. Углеводные компоненты. Химическое строение и функции нуклеозидов и нуклеотидов. Нуклеотидные коферменты. Фосфоэфирная и фосфоангидридная связь.

Занятие 1.6.2. Структурная организация нуклеиновых кислот и методы ее изучения. Характеристика первичной структуры ДНК. Правила Чаргаффа. Принцип комплементарности. Вторичная структура ДНК. Структура, свойства и функции матричных, рибосомальных и транспортных РНК.

Тема 1.7. Витамины

Классификация и номенклатура витаминов. Структура и свойства отдельных представителей водорастворимых и жирорастворимых витаминов, провитаминов.

Раздел 2. Клеточная физиология

Тема 2.1. Введение в клеточную физиологию

Объекты физиологии, классификация организмов и иерархия их структуры; предмет и разделы клеточной физиологии; современные направления исследований. Общие структурно-функциональные свойства живых систем; клетка как элементарная единица живого. Лимитирующие физико-химические факторы, определяющие функционирование клеток. Классификация организмов. Клетка и многоклеточный организм; понятия генотипа и фенотипа клеток, процессов пролиферации и дифференцировки. Типы клеток по дифференцировочному потенциалу.

Тема 2.2. Структуры, обеспечивающие изолированность и механическую прочность клеток

Занятие 2.2.1. Плазматическая мембрана как барьерная структура, препятствующая свободному перемещению веществ внутрь и наружу клетки. Строение плазматической мембраны клеток. Физические свойства липидных слоев и их избирательная проницаемость для веществ. Осмос, движущая сила осмоса, осмолярность, осмотическое давление. Изо-, гипо- и гипертонические среды; изменение клеток в неизотонических условиях.

Занятие 2.2.2. Строение и функциональные свойства клеточной стенки у клеток различных организмов. Получение, свойства, использование протопластов. Микоплазмы и L-формы бактерий. Механизмы действия антибиотиков и антимикотиков. Классификация одноклеточных организмов по осмотическим свойствам среды их существования. Роль цитоскелета у эукариотических клеток в обеспечении их механической прочности.

Тема 2.3. Регуляторная роль pH и буферных сред для функционирования клетки.

Понятие pH и pK; кислотность как регуляторный фактор, определяющий строение и функционирование молекулярных и надмолекулярных клеточных структур. Буферные системы и их свойства. Буферные свойства внутренней среды многоклеточного организма. Сбалансированные солевые буферные среды для поддержания жизнеспособности клеток животных *in vitro*. Классификация одноклеточных организмов по кислотным свойствам среды их существования.

Тема 2.4. Клетка как открытая система. Потребление веществ, восприятие информационных сигналов и питание клеток

Занятие 2.4.1. Виды потребляемых веществ, необходимых клеткам для жизнедеятельности. Типы питания клеток различных организмов; гидролитические ферменты и их локализация в клетке. Понятие пассивного и активного трансмембранного переноса веществ. Виды систем трансмембранного транспорта и переносимых ими веществ. Формирование электрического потенциала на мембране клетки при работе систем трансмембранного транспорта. Восприятие информации в возбудимых клетках: молекулярные механизмы генерации потенциала действия и его распространения.

Занятие 2.4.2. Системы мембранного везикулярного транспорта и их роль в питании клеток и информационном обмене. Виды эндоцитоза. Строение и функции лизосом, эндоплазматического ретикулума, аппарата Гольджи. Клеточные компартменты синтеза белков, липидов, углеводов; модификация и транспорт данных веществ. Конститутивный и индуцируемый экзоцитоз. Секреция веществ, функционирование химического синапса. Экзосомы. Эктосомы. Участие белков цитоскелета и «линейных моторных» белков в обеспечении везикулярного транспорта.

Тема 2.5. Межклеточные контакты. Процессы перемещения клеток.

Внеклеточный матрикс у многоклеточных организмов. Межклеточные соединения и адгезия клеток на внеклеточный матрикс (плотные, щелевые и заякоренные контакты). Электрический синапс. Белки, обеспечивающие формирование адгезионных соединений и десмосом. Механизмы хемотаксиса и миграции клеток. Ламеллиподий, филоподии и стрессовые фибриллы как ключевые структуры прикрепления клеток к матриксу и перемещения. Роль хемотаксиса в регенерации тканей. Нарушение межклеточных соединений и прикрепления к матриксу при канцерогенезе. Хемотаксис нейритов как этап развития нейронных сетей. Структура и функционирование жгутика эукариот. Строение и механизм работы жгутиков прокариот. Межклеточные соединения у растительных клеток.

Тема 2.6. Клеточный метаболизм. Источники энергии в клетках

Метаболизм, катаболизм, анаболизм. Макроэргические соединения. Процесс клеточного дыхания, разновидности организмов по донорам и акцепторам электронов при клеточном дыхании. Виды анаэробного дыхания, строгие и факультативные анаэробы. Анаэробный гликолиз, лактатное брожение, локализация ферментов анаэробного гликолиза. Аэробное дыхание: общие схемы реакций, участие электрон-транспортных цепей и АТФ-синтазы, роль цикла Кребса. Митохондрии как ключевые энергетические структуры эукариотических клеток. Строение и функции митохондрий. Градиент электрохимического потенциала на внутренней мембране митохондрий. Митохондриальная ДНК и рибосомы. Переход от аэробного к анаэробному метаболизму в условиях гипоксии. Особенности метаболизма мышечных клеток, адипоцитов, гепатоцитов, нейронов, опухолевых клеток.

Хлоропласты как первичные преобразователи энергии фотосинтезирующих эукариот: строение и функции хлоропластов, базовые механизмы фотосинтеза, общие схемы реакций. Особенности бактериохлорофильного фотосинтеза у прокариот.

Понятие активных форм кислорода. Защитные системы клеток от окислительных повреждений при аэробном метаболизме. Строение и функции пероксисом.

Тема 2.7. Хранение, считывание и передача генетической информации. Клеточный цикл

Геном эукариот и прокариот. Строение и функции ядра эукариотических клеток. Эухроматин и гетерохроматин, роль ремоделирования хроматина в дифференцировке-пролиферации клеток. Роль ядерной оболочки в ядерно-цитоплазматическом обмене. Строение и функции рибосом. Общие схемы синтеза белка у эукариот и прокариот.

Жизненный цикл клетки. Фазы клеточного цикла. Рост и размножение прокариот, клеточный цикл у прокариот. Клеточный цикл у эукариот и его регуляция; подфазы интерфазы и митоза; кариокинез и цитокинез.

Морфология митотических хромосом. Участие белков цитоскелета в митозе. Нормальный и аномальный кариотип. Многоядерные клетки. Особенности процессов гибели клеток по пути апоптоза, некроза, нетоза, при аутофагии.

Тема 2.8. Основы культивирования клеток

Культивирование клеток. Штаммы и клоны. Посев и пересев клеток; первичные и вторичные культуры. Причины остановки роста клеток в культуре. Контаминация. Принцип асептики. Ламинары, изоляторы, стерильные комнаты, классы биобезопасности I, II, III. Кривые роста клеточной популяции и составляющие ее фазы при периодическом культивировании. Биореакторы, инкубаторы, культивирование с подпиткой, проточные системы, микрофлюидные ячейки. Суспензионные и адгезионные культуры. 2D и 3D системы, гели и покрытия поверхностей для культивирования адгезионных и суспензионных культур. Ростовые среды, роль сыворотки. Иммуортализация клеток млекопитающих, клеточные линии. Банки клеточных культур. Особенности эпителиальных, нервных, соединительных, мышечных, эмбриональных и опухолевых тканей и клеток. Использование клеток и их компонентов в нанобиотехнологиях. Факторы, влияющие на развитие клеток в культуре: действие гравитационного, электрического и магнитного полей, электромагнитного излучения, ионизирующей радиации, гидродинамических потоков, роль механического воздействия.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основы биохимии	30						
1.1	Химический состав и строение живых систем	4						устный опрос
1.1.1	Биохимия: основные понятия. Химический состав организмов. Функциональные группы биомолекул.	2						
1.1.2	Изомеры. Асимметрия биомолекул. Биохимические реакции.	2						
1.2	Углеводы	6					2	контрольная работа
1.2.1	Классификация и номенклатура углеводов. Особенности строения, изомерия, конформация и химические свойства моносахаридов.	2						
1.2.2	Производные моносахаридов: кислоты, гликозиды, аминосахара, фосфосахара. Олигосахариды. Характеристика основных природных дисахаридов.	2						
1.2.3	Полисахариды. Гомо- и	2						

	гетерогликаны. Классификация, распространение и биологическая роль.							
1.3	Липиды	6						устный опрос
1.3.1	Строение, физико-химические свойства и функциональная роль липидов. Классификация и номенклатура жирных кислот. Строение и физико-химические свойства природных жирных кислот	2						
1.3.2	Триацилглицериды: строение, физико-химические свойства, биологическая роль. Воски: строение, свойства и значение в природе.	2						
1.3.3	Фосфолипиды: глицерофосфолипиды и сфингофосфолипиды. Химическое строение и функции фосфолипидов. Гликолипиды: цереброзиды и ганглиозиды.	2						
1.4	Аминокислоты	4						
1.4.1	Занятие 1.4.1. Классификация аминокислот. Химическая структура и физико-химические свойства аминокислот: кислотно-основные свойства, стереохимия, основные химические реакции.	2						
1.4.2	Занятие 1.4.2. Характеристика пептидной связи. Принципы организации и биологическая роль	2						

	пептидов (глутатион, пептидные гормоны, энкефалины, эндорфины и др.). Инсулин: структура, свойства и биологическая роль.							
1.5	Белки	4					2	контрольная работа по темам 1.4, 1.5
1.5.1	Занятие 1.5.1. Распространение в биообъектах, разнообразие, биологическая роль. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белка. Классификация белков. Простые белки. Сложные белки.	2						
1.5.2	Занятие 1.5.2. Ферменты. Классификация и номенклатура ферментов. Единицы ферментативной активности. Особенности биокаталитических процессов. Принципы структурной организации ферментов. Активные и регуляторные центры. Роль коферментов и простетических групп в биокатализе.	2						
1.6	Нуклеиновые кислоты	4						решение (анализ) кейсов
1.6.1	Занятие 1.6.1. Распространение и локализация в биообъектах, разнообразие, состав, биологическая роль. Компоненты нуклеиновых кислот. Азотистые основания: пуриновые и пиримидиновые,	2						

	главные и минорные. Кислотно-основные свойства нуклеозидов и нуклеотидов. Углеводные компоненты. Химическое строение и функции нуклеозидов и нуклеотидов. Нуклеотидные коферменты. Фосфоэфирная и фосфоангидридная связь.							
1.6.2	Занятие 1.6.2. Структурная организация нуклеиновых кислот и методы ее изучения. Характеристика первичной структуры ДНК. Правила Чаргаффа. Принцип комплементарности. Вторичная структура ДНК. Структура, свойства и функции матричных, рибосомальных и транспортных РНК.	2						
1.7	Витамины	2						устный опрос
2	Клеточная физиология	18						
2.1	Введение в клеточную физиологию	2						
2.2	Структуры, обеспечивающие изолированность и механическую прочность клеток	4						
2.2.1	Плазматическая мембрана как барьерная структура, препятствующая свободному перемещению веществ внутрь и наружу клетки	2						устный опрос

2.2.2	Строение и функциональные свойства клеточной стенки у клеток различных организмов	2						устный опрос
2.3	Регуляторная роль рН и буферных сред для функционирования клетки						1	контрольная работа
2.4	Клетка как открытая система	3						
2.4.1	Виды потребляемых веществ, необходимых клеткам для жизнедеятельности. Понятие пассивного и активного трансмембранного переноса веществ	2						устный опрос
2.4.2	Системы мембранного везикулярного транспорта и их роль в питании клеток и информационном обмене	1					1	контрольная работа
2.5	Межклеточные контакты. Процессы перемещения клеток	2					1	контрольная работа
2.6	Клеточный метаболизм. Источники энергии в клетках	2						устный опрос
2.7	Хранение, считывание и передача генетической информации. Клеточный цикл	2						устный опрос
2.8	Основы культивирования клеток	1					1	реферат
	Всего часов	54					8	зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень рекомендуемой литературы по разделу 1 «Основы биохимии»

Основная

1. Ленинджер А. Основы биохимии. М.: Мир, 1985, Т.1-3.
2. Чиркин А.А., Данченко Е.О. Биохимия. М.: Медицинская литература, 2010. 624 с.
3. Марри Р., Греннер Д., Мейс П., Родуэлл В. Биохимия человека. М.: Мир, 1993, Т.1-2.
4. Кольман Я., Юрген В., Рем К.-Г. Наглядная биохимия. М: Лаборатория знаний, 2019. 509 с.
5. Nelson D.L., Cox M. M. Lehninger Principles of Biochemistry, Freeman and Company, 2013. 1336 p.
6. Черенкевич С.Н., Мартинович Г.Г., Хмельницкий А.И.. Биологические мембраны: пособие. Минск: БГУ, 2009. 184 с.
7. Мартинович Г.Г., Сазанов Л.А., Черенкевич С.Н. Клеточная биоэнергетика: физико-химические и молекулярные основы. М.: URSS: ЛЕНАНД, 2017. 200 с.

Дополнительная

1. Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э., Хилл Р., Лимман И. Основы биохимии. М.: Мир, 1981, Т. 1-3.
2. Мецлер Д. Биохимия. М., 1980, Т. 1-3.
3. Страйер Л. Биохимия. М.: Мир, 1984. Т.1-3.
4. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии. М., 1999.
5. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рефф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки. М.: Мир, 1994, Т. 1-3.
6. Introduction to Experimental Biophysics / Jay L. Nadeau. CRC Press, 2017, 764 p.
7. Methods in Molecular Biophysics / N.R. Zaccai, Cambridge University Press, 2017, 702 p.

Перечень рекомендуемой литературы по разделу 2 «Клеточная физиология»

Основная

1. Альбертс Б., Брей Д. Молекулярная биология клетки.— М.: Мир, 2013.
2. Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика. – М. Бином, 2015.
3. Рубин А.Б. Биофизика. - М. «Кнорус». 2019.
4. Ченцов Ю.С. Цитология с элементами клеточной патологии. Учебное пособие. - М., «Медицинское информационное агентство», 2010.
5. Быков В.Л. Цитология и общая гистология (функциональная морфология клеток и тканей человека). - СПб.: СОТИС, 2002. – 254 с.

6. Кузнецов, В.В. Хлоропласты. Структура и экспрессия пластидного генома / В.В. Кузнецов // Физиология растений. 2018. Т.65, № 4. С.243–255.
7. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология М.: МГУ, 1992. – 448 с.

Дополнительная

1. Molecular Biology of the Cell /Bruce Alberts, Garland Science, 2017, 1464 p.
2. Cell Physiology Sourcebook: A Molecular Approach / N. Sperelakis, N. Sperelakis, Gulf Professional Publishing, 2001, 1235 p.
3. Cells and Tissues in Culture: Methods, Biology and Physiology/E. N. Willmer, Elsevier, 2015, 804 p.
4. Stem Cells / Eds. S. Sell. - Handbook Humana Press Inc. 2004. – 526 p.
5. Гилберт С. Биология развития. В 3-х т. - М.: Мир, 1999.
6. Проблемы и перспективы / Н.С.Егоров, А.В. Олескин, В.Д.Самуилов // Биотехнология. Учеб. Пособие для вузов. Под ред. Н.С. Егорова, В.Д.Самуилова – М.: Высш. шк., 1987.-159 с.
7. Клеточная инженерия / Р.Г. Бутенко, М.В. Гусев, А.Ф. Киркин и др. // Биотехнология. Учеб. Пособие для вузов. Под ред. Н.С.Егорова, В.Д.Самуилова – М.: Высш. шк., 1987.-127 с.
8. Культура животных клеток. Методы / Под ред. Р.Френши. – М.: Мир, 1989. – 333 с.
9. Бутенко Р.Г. Биология высших растений in vitro и биотехнологии на их основе: учеб. пособие. – М.: ФБК-Пресс, 1999. – 160 с.
10. Культура клеток, тканей и органов растений: Метод. рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов / Т.И. Дитченко – Минск: БГУ, 2007. – 46 с.
11. Пальцев М.А., Иванов А.А. Межклеточные взаимодействия. - М.: Медицина 1995. - 224 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать контрольные работы по разделам дисциплины, устные опросы, защиту реферативных работ.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Основы биохимии. Клеточная физиология» учебным планом предусмотрен зачет.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Оценка каждой из контрольных работ должна быть не ниже 4 баллов, оценка ниже 4 баллов считается неудовлетворительной. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и

с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Темы рефератов предлагаются максимально приближенными к теме курсовой работы. Реферат оформляется подобно обзору литературных данных в курсовой работе и должен включать около 10-15 страниц (включая титульный лист, оглавление, иллюстрации и список литературы). Защита реферативных работ проводится индивидуально, в устной форме. Оценка рефератов проводится по десятибалльной шкале.

Текущий контроль по разделу 1 «Основы биохимии»(T_1 , максимум 10 баллов) включает 2 промежуточные письменные контрольные работы по различным темам раздела (K_1 , K_2 , максимум 10 баллов по каждой)

Оценка текущего контроля

$$T_1 = \frac{K_1 + K_2}{2}$$

Итоговый контроль по разделу 1 «Основы биохимии»: опрос в устной форме в соответствие со списком вопросов к зачету (I_1). Проводится только после выполнения студентом всех контрольных работ при $T_1 \geq 4$. При итоговой отметке $I_1 \geq 4$ материал по разделу 1 дисциплины считается зачтенным.

Текущий контроль по разделу 2 «Клеточная физиология»(T_2 , максимум 10 баллов) включает 2 промежуточные письменные контрольные работы по различным темам раздела (K_1 , K_2 , максимум 10 баллов по каждой) и реферат в письменном виде (P , максимум 10 баллов).

Оценка текущего контроля

$$T_2 = \frac{K_1 + K_2 + P}{3}$$

Итоговый контроль по разделу 2 «Клеточная физиология»: опрос в устной форме в соответствие со списком вопросов к зачету (I_2). Проводится только после выполнения студентом всех контрольных работ и защиты реферата при $T_2 \geq 4$. При итоговой отметке $I_2 \geq 4$ материал по разделу 2 дисциплины считается зачтенным.

Текущий контроль по дисциплине: на основе успешного итогового контроля по разделам 1 и 2 (оценки I_1 и I_2 не менее 4 баллов) по всей дисциплине в целом «зачтено» выставляется автоматически.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 1.2. Углеводы (2 часа)

Биологическая роль и распространение в природе. Классификация и номенклатура углеводов. Особенности строения, изомерия, конформация и химические свойства моносахаридов. Производные моносахаридов: кислоты, гликозиды, аминосахара, фосфосахара. Олигосахариды. Характеристика основных природных дисахаридов. Полисахариды. Гомо- и гетерогликаны.

Классификация, распространение и биологическая роль. Строение, свойства и значение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина. Гликозаминогликаны. Строение и биологическая роль гиалуроновой кислоты, хондроитина и гепарина. Протеогликаны. Гликопротеины и гликолипиды. Роль углеводов в информационных процессах в клетке. Лектины.

(Форма контроля – контрольная работа).

Тема 1.4. Аминокислоты и тема 1.5. Белки (2 часа)

Классификация аминокислот. Химическая структура и физико-химические свойства аминокислот: кислотнo-основные свойства, стереохимия, основные химические реакции. Характеристика пептидной связи. Принципы организации и биологическая роль пептидов (глутатион, пептидные гормоны, энкефалины, эндорфины и др.). Инсулин: структура, свойства и биологическая роль. Распространение в биообъектах, разнообразие, биологическая роль. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белка. Классификация белков. Простые белки. Сложные белки. Ферменты. Классификация и номенклатура ферментов. Единицы ферментативной активности. Особенности биокаталитических процессов. Принципы структурной организации ферментов. Активные и регуляторные центры. Роль коферментов и простетических групп в биокатализе.

(Форма контроля – контрольная работа).

Тема 2.3. Регуляторная роль pH и буферных сред для функционирования клетки (1 час)

Понятие pH и pK; кислотность как регуляторный фактор, определяющий строение и функционирование молекулярных и надмолекулярных клеточных структур. Буферные системы и их свойства. Буферные свойства внутренней среды многоклеточного организма. Сбалансированные солевые буферные среды для поддержания жизнеспособности клеток животных *in vitro*. Классификация одноклеточных организмов по кислотным свойствам среды их существования.

(Форма контроля – контрольная работа).

Тема 2.4. Клетка как открытая система (1 час)

Питание клеток и транспорт веществ. Участие систем пассивного и активного трансмембранного транспорта в генерации электрических потенциалов в невозбудимых и возбудимых клетках. Межклеточная передача информации. Рецепторы. Химический синапс. Экзосомы. Эктосомы.

(Форма контроля – контрольная работа).

Тема 2.5. Межклеточные контакты. Процессы перемещения клеток (1 час)

Межклеточные соединения и адгезия клеток на внеклеточный матрикс. Электрический синапс. Роль хемотаксиса в регенерации тканей. Нарушение межклеточных соединений и прикрепления к матриксу при канцерогенезе. Хемотаксис нейритов как этап развития нейронных сетей.

(Форма контроля – контрольная работа).

Тема 2.8. Основы культивирования клеток (1 час)

Основы культивирования клеток. Факторы, влияющие на развитие клеток в культуре. Морфо-функциональные особенности эпителиальных, нервных, соединительных, мышечных, эмбриональных и опухолевых тканей и клеток, бактериальных и растительных клеток.

(Форма контроля – реферативная работа).

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **метод анализа конкретных ситуаций (кейс-метод)**, который предполагает:

- приобретения студентом знаний и умений для решения практических задач;
- анализ ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и иные источники.

При организации образовательного процесса также используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решение практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использование процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме курса;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- подготовка и написание рефератов на заданные темы.

Темы реферативных работ

1. Физиология и культивирование нейрональных клеток.
2. Физиология нейросетей. Механизмы формирования нейросетей.
3. Физиология нейронов и фидерных клеток. Механизмы их взаимодействия.
4. Особенности физиологии возбудимых клеток. Механизмы активации и регуляции функционирования потенциал-зависимых ионных каналов.
5. Физиология и культивирование мезенхимальных стволовых клеток.
6. Пролиферация и дифференцировка мезенхимальных стволовых клеток. Основы морфогенеза, регенеративная медицина с использованием мезенхимальных стволовых клеток.
7. Физиология и культивирование опухолевых клеток. Особенности метаболизма опухолевых клеток.
8. Физиология и культивирование стволовых клеток крови. Гемопоэз.
9. Физиология и культивирование моноклеарных клеток (костного мозга, крови, лимфоидных органов)
10. Характеристика клеток крови. Фракционирование и исследование функциональных реакций клеток крови.
11. Управление развитием клеточной популяции с использованием электрической стимуляции.
12. Роль межклеточных адгезионных взаимодействий при передаче информации.
13. Физиология и культивирование клеток растений.
14. Физиология и культивирование бактериальных клеток.
15. Биореакторы для выращивания бактериальных культур.
16. Физиология ризосферных бактерий. Механизмы симбиотических взаимодействий бактерий и растений.
17. Устройства для культивирования и исследования клеток животных.
18. Использование субклеточных структурных компонентов в качестве наноматериалов.
19. Механизмы взаимодействия клеток с наноматериалами (липосомами, дендримерами, нанокристаллами, нанотрубками и т.п.).

Примерный перечень вопросов к зачету по разделу 1 «Основы биохимии»

1. Химический состав организмов. Микро- и макроэлементы в организме человека.
2. Важнейшие классы биомолекул. Структурная иерархия в молекулярной организации клеток.
3. Функциональные группы биомолекул. Биохимические реакции.
4. Изомеры. Асимметрия биомолекул.
5. Биологическая роль и распространение в природе углеводов. Классификация и номенклатура углеводов.
6. Особенности строения, изомерия, конформация и химические свойства моносахаридов.

7. Производные моносахаридов: кислоты, гликозиды, аминосахара, фосфосахара.
8. Олигосахариды. Характеристика основных природных дисахаридов.
9. Полисахариды. Гомо- и гетерогликаны. Классификация, распространение и биологическая роль.
10. Строение, свойства и значение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина. Гликозоаминогликаны.
11. Строение, физико-химические свойства и функциональная роль липидов.
12. Классификация, номенклатура, строение и физико-химические свойства природных жирных кислот. Воски.
13. Триацилглицеролы: строение, физико-химические свойства, биологическая роль.
14. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды и сфингофосфолипиды.
15. Гликолипиды: цереброзиды и ганглиозиды.
16. Стероиды: стерины (стеролы) и стериды.
17. Классификация аминокислот. Химическая структура аминокислот.
18. Физико-химические свойства аминокислот: кислотно-основные свойства.
19. Принципы организации и биологическая роль пептидов (глутатион, пептидные гормоны, энкефалины, эндорфины и др.).
20. Распространение в биообъектах, разнообразие, биологическая роль белков. Принципы структурно-функциональной организации белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белка.
21. Классификация белков. Простые белки. Сложные белки. Строение, свойства и биологическая роль хромопротеинов, гликопротеинов, липопротеинов, металлопротеинов, фосфопротеинов и нуклеопротеинов.
22. Ферменты. Классификация и номенклатура ферментов. Единицы ферментативной активности.
23. Особенности биокаталитических процессов. Активные и регуляторные центры ферментов. Роль коферментов и простетических групп в биокатализе.
24. Азотистые основания: пуриновые и пиримидиновые, главные и минорные. Химическое строение и функции нуклеозидов и нуклеотидов.
25. Нуклеотидные коферменты. Фосфозфирная и фосфоангидридная связь. Характеристика первичной структуры ДНК.
26. Правила Чаргаффа. Принцип комплементарности. Вторичная структура ДНК.

по разделу 2 «Клеточная физиология»

1. Отличительные свойства живых систем. Клетка как элементарная единица живого. Лимитирующие факторы, определяющие функционирование живых систем, клеток.
2. Строение плазматической мембраны и причины ее избирательной проницаемости для различных веществ.
3. Осмос. Осмолярность среды. Расчет осмолярности и осмотического давления. Изотонические и неизотонические среды.

4. Понятие кислоты и основания. Параметры рН и рК. Нейтральные, кислые, щелочные среды. рН как фактор, определяющий структуру и функционирование биологических молекулярных систем.
5. Работа буферной системы. Буферные системы у млекопитающих. Карбонатный буфер, фосфатный буфер.
6. Соли (ионы) как лимитирующие факторы. Сбалансированные солевые буферные растворы.
7. Подразделение организмов на литотрофы, органотрофы, анаэробы, аэробы. Питательные среды и условия для работы с различными типами клеток.
8. Пассивный и активный трансмембранный транспорт веществ. АТФ-азы. Ионные каналы.
9. Электрохимический потенциал. Уравнение Нернста. Возникновение электрического потенциала покоя (равновесного потенциала) на мембране.
10. Организация и функционирование химического синапса. Генерация возбуждающих и тормозящих постсинаптических потенциалов.
11. Цитоскелет у эукариот. Основные элементы цитоскелета. Функции цитоскелета.
12. Везикулярный транспорт веществ. Разновидности цитоза.
13. Строение и функции лизосом. Гидролазы. Обобщенная реакция гидролиза.
14. Строение и функции эндоплазматического ретикулума.
15. Строение и функции аппарата Гольджи.
16. Анаэробный гликолиз как источник АТФ. Место локализации ферментов гликолиза. Эффективность гликолиза
17. Строение и функционирование митохондрий. Аэробное дыхание как источник АТФ.
18. Устройство и предназначение различных типов межклеточных контактов.
19. Механизмы таксиса (хемотаксиса, гальванотаксиса) клеток, связь с адгезией.
20. Строение и функционирование хлоропластов, фотосинтез.
21. Строение и функции ядра эукариотических клеток. Эухроматин и гетерохроматин.
22. Строение и функции рибосом. Трансляция. Полисомы.
23. Общие схемы синтеза белка у прокариот и эукариот.
24. Жизненный цикл клетки. Фазы клеточного цикла.
25. Рост и размножение прокариот. Клеточный цикл у прокариот.
26. Клеточный цикл у эукариот. Подфазы интерфазы и митоза. Кариокинез и цитокинез.
27. Метафазные хромосомы. Центромера и кинетохоры. Участие белков цитоскелета в митозе. Пространственное расположение хромосом на различных стадиях клеточного цикла.
28. Многоядерные клетки. Патологии митозов. Особенности опухолевых клеток.

29. Процессы гибели клеток, различия некроза и апоптоза.
30. Особенности стволовых клеток. Понятия пролиферации и дифференцировки клеток. Генотип и фенотип.
31. «Ниша» развития клетки. Составляющие внеклеточного матрикса и их функции, функции матрикса в целом. Особенности фибробластов.
32. Особенности строения нейрональных клеток. Генерация потенциала действия в аксоне нейрона. Распространение спайка в немиелинизированных и миелинизированных волокнах.
33. Особенности строения и функционирования мышечного волокна.
34. Особенности строения и функционирования эпителиальных клеток и тканей.
35. Кривые роста клеточной популяции и составляющие ее фазы. Причины остановки роста клеток в культуре.
36. Культивирование клеток. Периодическое и непрерывное (с подпиткой) культивирование клеток млекопитающих. Первичные и вторичные культуры. Иммортализация клеток млекопитающих, клеточные линии.
37. Биореакторы, инкубаторы, проточные системы, микрофлюидные ячейки для культивирования клеток. Ламинары, изоляторы и стерильные комнаты, принцип асептики, классы биобезопасности.
38. Суспензионные и адгезионные культуры. 2D и 3D системы, гели и покрытия поверхностей для культивирования адгезионных и суспензионных культур.
39. Ростовые среды для культивирования клеток животных. Роль сыворотки.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Физика коллоидных систем	Кафедра биофизики	Нет	Изменение не требуется (протокол № 13 от 29.05.2020)
2. Основы молекулярной биофизики	Кафедра биофизики	Нет	Изменение не требуется (протокол № 13 от 29.05.2020)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
