

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной
и воспитательной работе МГЭИ

им. А. Д. Сахарова БГУ

И. Э. Бученков

18.06. 2019 г.

Регистрационный № УД-

473-19/42 /уч.

Модуль «Химия-2». Общая биохимия

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальности:

1-80 02 01 Медико-биологическое дело

2019

УМВ
ОАК

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта высшего образования Республики Беларусь (ОСВО) и учебного плана 108-18/уч. специальности 1-33 80 05 Медико-биологическое дело

СОСТАВИТЕЛИ:

В. Э. Сяхович, старший преподаватель кафедры экологической химии и биохимии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета;

Н. В. Богданова, старший преподаватель кафедры экологической химии и биохимии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета;

Е. А. Докучаева, старший преподаватель кафедры экологической химии и биохимии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой экологической химии и биохимии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 28.05.2019г);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 18.06.2019).

Пояснительная записка

Общая биохимия относится к одной из важнейших научных дисциплин, необходимых для подготовки специалистов химического, медико-биологического профилей, а также специалистов, работающих в сфере экологического мониторинга и защиты окружающей среды от токсичных химических веществ и радиоактивных элементов. Изучение «Общей биохимии» позволяет формировать у студентов целостность системы представлений о её роли в области естественных наук, в научно-техническом прогрессе, а также в развитии современного индустриального общества. Изучение различных тем курса «Общая биохимия» позволяет показать общность химических процессов, протекающих в природе, а также выяснить механизмы химических и ферментативных реакций в бактериальных клетках и клетках животного и растительного происхождения.

Цель учебной дисциплины «Общая биохимия»: усвоение студентами базового уровня знаний по биохимии, включая понятия, вещества и общие закономерности химических основ жизни с последующим формированием целостной системы представлений об организации, регуляции и интеграции метаболизма в организме человека, о его молекулярно-метаболических взаимоотношениях с окружающей средой.

Изучение курса «Общая биохимия» необходимо для дальнейшего освоения студентами специальных дисциплин, связанных с медициной, биологией и актуальными проблемами экологии.

Задачи учебной дисциплины:

- систематически излагать основные понятия о сущности химических превращений в организме человека, лежащих в основе жизнедеятельности;
- сформировать правильное понимание о биохимических процессах для оценки процессов жизнедеятельности в норме и патологии;
- освоить основные методы биохимических исследований и приобрести навыки работы на приборах и оборудовании, используемых в биохимических лабораториях как научно-исследовательского, так и производственного профиля.

Изучая дисциплину «Общая биохимия», обучающийся должен овладеть следующими компетенциями: быть способным применять знания о механизмах важнейших органических реакций, биохимических принципах функционирования клеток, методах биохимического анализа для оценки процессов жизнедеятельности в норме и патологии / осуществлять химико-аналитическую деятельность.

В результате изучения курса «Общая биохимия» выпускники должны

знать:

- основные биохимические понятия и термины;
- основные пути синтеза и расщепления органических веществ в клетке;
- источники энергетического обеспечения метаболизма в живых системах;
- биохимические принципы функционирования клетки с целью оценки процессов жизнедеятельности в норме и при патологии;
- методы биохимического анализа для исследования взаимосвязи структуры и функции биологических объектов;

уметь:

- провести экспериментальные исследования состава и свойств основных биологических макромолекул и низкомолекулярных веществ;
- выполнить биохимические анализы с использованием общедоступного лабораторного оборудования;
- анализировать результаты биохимических экспериментов;

владеть:

- методами подготовки образцов для биохимического анализа;
- навыками определения качественного и количественного состава основных органических веществ клеток; методическими приемами анализа ферментов.

В соответствии с учебным планом программный материал по учебной дисциплине «Общая биохимия» модуля «Химия-2» рассчитан на 216 учебных часов, из них 134 ч аудиторных. Распределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 64 ч, семинарские занятия – 26 ч, лабораторные работы – 44 ч.

Форма текущей аттестации – экзамен в 4 семестре.

Форма получения высшего образования – дневная.

Содержание учебного материала

Наименование тем лекционных занятий, их содержание

№ п/п	Наименование тем	Содержание
1	Предмет биохимии	Биохимия в системе естественных наук (молекулярная биология, биофизика, биоорганическая химия, цитология, генетика, физиология). Роль биохимии в развитии медицины, ветеринарии и агрохимии
2	Аминокислоты: структура, свойства аминокислот и биологическая роль	Общие структурные свойства. α -аминокислоты. Stereoisomerism аминокислот. Классификация. Химические свойства. Разделение на группы по полярности (неполярные, полярные незаряженные, полярные заряженные, отрицательно-заряженные, положительнозаряженные). Алифатические и ароматические аминокислоты. Биологическая роль. Протеиногенные и непротеиногенные аминокислоты. Стандартные и нестандартные аминокислоты. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Методы исследования аминокислот
3	Метаболизм аминокислот. Метаболизм азота в организме	Катаболизм аминокислот. Окислительное расщепление аминокислот. Расщепление аминокислот с образованием ацетил-СoA. Расщепление аминокислот с образованием α -кетоглутарата. Расщепление с образованием сукцинил-СoA. Глюкогенные, кетогенные аминокислоты. Дезаминирование аминокислот. Окислительное дезаминирование аминокислот. Ферменты, участвующие в дезаминировании. Транспорт аммиака в организме. Роль глутамина в организме. Цикл мочевины. Мочевая кислота. Биосинтез аминокислот. Биосинтез заменимых аминокислот. Биосинтез глутамата, глутамина и пролина. Биосинтез аланина, аспартата и аспарагина. Биосинтез тирозина. Биосинтез цистеина. Биосинтез серина. Биосинтез незаменимых аминокислот. Аллостерическая регуляция биосинтеза аминокислот. Регуляция биосинтеза аминокислот путем изменения концентрации фермента. Производные аминокислот. Участие аминокислот в синтезе специализированных продуктов. Роль декарбоксилирования аминокислот в синтезе биологически активных веществ. Синтез гормонов, нейромедиаторов, регуляторов роста. Роль глицина в биосинтезе порфиринов
4	Белки: структура, функции. Важнейшие группы белков	Структура белков. Уровни организации белков. Первичная структура белков. Пептидная связь, ее строение и свойства. Строение пептидов. Химические

		свойства пептидов. Биологически активные пептиды: окситоцин, брадикинин, тиреолиберин, грамицидин С, энкефалины. Роль торсионных углов в формировании полипептидного остова белков. Карты Рамачандрана. Вторичная структура белков. Структурирующие силы, определяющие вторичную структуру. Упорядоченная и неупорядоченная вторичная структура. Вторичная структура в форме спиралей. α-Спираль. Вторичная структура в форме β-складчатого слоя. β-Изгиб, β-шпилька. Третичная структура белков. Структурирующие силы, определяющие третичную структуру. Денатурация и ренатурация белков. Фолдинг белка. Глобулярные белки. Миоглобин. Гистоны. Структура и функции фибриллярных белков на примере α-кератинов, β-кератинов, коллагена, эластина. Четвертичная структура белков. Понятия субъединица и протомер. Принципы формирования олигомерных белков. Структурирующие силы, определяющие четвертичную структуру. Гемоглобин. Гексакиназа дрожжей. Глутаминсинтетаза <i>E. coli</i>. Биологические функции белков. Классификация белков. Методы исследования белков. Использование методов ЯМР, рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии в установлении третичной и четвертичной структуры белков. Метаболизм белков. Расщепление белков в желудочно-кишечном тракте. Протеазы (пепсин, трипсин, химотрипсин, аминопептидазы, карбоксипептидазы), особенности функционирования сериновых протеаз. Проферменты. Активирование проферментов. Биологическая роль биосинтеза проферментов. Протеолитическая деградация белков в клетке. Убиквитин-зависимая и убиквитин-независимая деградация белков. Протеосомы
5	Ферменты: структура и биологическая роль. Кинетика ферментативных реакций. Регуляция ферментативной активности. Принципы и механизмы метаболической регуляции	Структура и биологическая роль ферментов. Принципы классификации и номенклатура ферментов. Основные представления о механизме и кинетике ферментативных реакций. Активность ферментов. Единицы измерения активности ферментов. Удельная активность. Число оборотов фермента. Регуляция ферментативной активности. Факторы, определяющие каталитическую эффективность ферментов. Активные центры ферментов. Активаторы и ингибиторы. Конкурентное, неконкурентное и бесконкурентное ингибирование ферментов. Изоферменты. Принципы и механизмы метаболической регуляции. Аллостерические ферменты. Кооперативность действия субъединиц ферментов. Субстратная

		специфичность. Константа Михаэлиса-Ментен. Принцип обратной связи. Регуляторная модификация ферментов. Уровни метаболической регуляции и метаболические каскады. Обобщенный механизм регуляции метаболизма внешними сигналами
6	Углеводы: структура и свойства. Биологическая роль углеводов	Классификация и номенклатура углеводов. Структура и свойства моносахаридов. Альдозы и кетозы. Изображение пространственной структуры сахаров. Проекционные формулы Фишера.стереоизомерия моносахаридов. L- и D-стерео-изомеры. Энантиомеры. Диастериоизомеры. Явление эпимерии. Право- и левовращающие оптические изомеры. Удельная величина вращения. Изменение оптической активности. Циклические структуры моносахаридов. Пиранозы и фуранозы. Перспективные формулы Хеуорса. Аномерные формы моносахаридов. Явление мутаротация. Методы анализа углеводов. Биологически важные углеводы. Глюкоза. Манноза. Галактоза. Фруктоза. Биологически важные пентозы. Рибоза. Дезоксирибоза. Производные моносахаридов. Аминосахара. Гликозиды. Структура и биологическая роль олигосахаридов. Дисахариды. Мальтоза. Целлобиоза. Лактоза. Сахароза. Стахиоза. Раффиноза. Олигосахариды молока. Биологически значимые полисахариды. Крахмал (амилоза, амилопектин). Гликоген. Целлюлоза. Пектин. Хитин. Структура и биологическая роль гликопротеинов и протеогликанов
7	Метаболизм углеводов. Клеточное дыхание	Катаболизм углеводов. Расщепление глюкозы и других моносахаридов путем анаэробного и аэробного гликолиза. Две стадии гликолиза. Ферментное обеспечение. Субстратное фосфорилирование. Вовлечение дисахаридов и гликогена в гликолитический путь расщепления. Баланс гликолиза. Регуляция гликолиза. Спиртовое, молочнокислое, уксуснокислое и маслянокислое брожения. Окисление пировиноградной кислоты. Пируватдегидрогеназный комплекс. Ферментное обеспечение процесса окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты. Роль коферментов. Регуляция процесса. Цикл лимонной кислоты и его биологическая роль. Ферментное обеспечение процесса. Стадии образования восстановительных эквивалентов. Роль коферментов. Регуляция процесса. Баланс цикла лимонной кислоты. Глиоксилатный цикл и его биологическая роль. Перенос электронов по дыхательной цепи на кислород. Окислительное фосфорилирование. Роль

		пиридиновых нуклеотидов. Синтез АТФ. АТФ-синтетаза. Сопряжение переноса электронов с синтезом АТФ. Хемиосмотическая гипотеза. Транспортные системы митохондрий. Вторичные пути катаболизма глюкозы. Пентозомонофосфатный путь и его биологическая роль. Окислительная и неокислительная стадии пути. Ферментное обеспечение процесса. Баланс пентозомонофосфатного пути. Путь превращения глюкозы в глюкуроновую кислоту и аскорбиновую кислоту. Биосинтез углеводов в животных тканях. Глюконеогенез. Ферментное обеспечение процесса. Общие стадии с процессом гликолиза. Обходные пути глюконеогенеза. Энергетическое обеспечение глюконеогенеза. Реципрокная регуляция глюконеогенеза и гликолиза. Холостые циклы в углеводном обмене. Биосинтез гликогена. Ферментное обеспечение процесса. Роль уридинтрифосфата. Реципрокная регуляция гликоген-синтазы и гликоген-фосфорилазы
8	Липиды: структура и биологические функции	Биологические функции липидов. Общие свойства, классификация и номенклатура липидов. Методы исследования липидов. Жирные кислоты. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Строение и свойства нейтральных жиров. Воска. Строение и свойства фосфолипидов. Фосфоглицериды. Фосфатидная кислота. Фосфатидилхолин (лецитин). Фосфатидилэтаноламин (кефалин). Фосфатидилсерин. Фосфатидилинозитол. Кардиолипин. Лизофосфолипиды. Плазмалогены. Сфингомиелины. Сфингозин и дигидросфингозин. Церамиды. Строение и свойства гликолипидов. Галактоцереброзиды и глюкоцереброзиды. Ганглиозиды. Биологическая роль гликолипидов. Строение и свойства стероидов. Холестерол и его эфиры. Желчные кислоты. Эргостерин. Терпены. Каротиноиды. Их биологическая роль. Соединения липидов с другими макромолекулами. Липопротеины и их биологическая роль. Биологические мембраны. Образование мицелл, монослоев и бислоев. Липосомы и их применение для направленного транспорта веществ. Структура, свойства и функции биологических мембран. Жидкостно-мозаичная модель строения мембран. Асимметричность мембран. Лектины и их биологическая роль. Динамичность состава и свойств мембран. Синтез мембран, концепция направленного выведения
9	Метаболизм липидов	Катаболизм липидов. Окисление жирных кислот в

		тканях животных. Транспорт жирных кислот в митохондриях. Активирование жирных кислот. Роль кофермента А. Две стадии окисления жирных кислот в митохондриях. Ферментное обеспечение процесса. Уравнение окисления жирных кислот. Окисление ненасыщенных жирных кислот. Окисление жирных кислот с нечетным числом атомов углерода. Образование кетоновых тел в печени и их окисление в других органах. Регуляция окисления жирных кислот и образования кетоновых тел. Биосинтез липидов. Биосинтез жирных кислот. Структура синтазной системы для жирных кислот. Челночный механизм переноса ацильных групп из цитозоля в митохондриальный матрикс. Путь биосинтеза пальмитиновой кислоты и его ферментное обеспечение. Биосинтез других жирных кислот. Регуляция биосинтеза жирных кислот. Биосинтез триацилглицеролов и его регуляция. Биосинтез глицеролфосфатидов. Участие полярных липидов в образовании клеточных мембран. Биосинтез холестерина и других стероидов. Роль изопентенилпирофосфата
10	Структура и биологические функции нуклеиновых кислот	Структура нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Углеводные компоненты нуклеиновых кислот. Нуклеозиды. Нуклеозидфосфаты и их биологическая роль. АТФ и ее функция. Мононуклеотиды. Циклические нуклеотиды. Классификация нуклеиновых кислот. ДНК и РНК. Значение двухспирального строения ДНК. Принцип комплементарности. Типы РНК. Информационная РНК. Транспортная РНК. Рибосомальная РНК. Методы анализа нуклеиновых кислот
11	Метаболизм нуклеиновых кислот	Биосинтез пуриновых нуклеотидов. Синтез пуриновых оснований <i>de novo</i>. Регуляция биосинтеза пуриновых нуклеотидов. Биосинтез пиримидиновых нуклеотидов и его регуляция. Образование дезоксирибонуклеотидов. Катаболизм пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Образование инозина, гипоксантина, ксантина, мочевой кислоты. Разнообразие путей выведения мочевой кислоты у различных организмов. Реутилизация пуриновых оснований и ее биологическое значение
12	Репликация ДНК. Экспрессия генов	Репликация ДНК. Полуконсервативный способ репликации ДНК. Опыты М. Мезельсона и Ф. Сталя. Репликация ДНК бактерий. Особенности репликации эукариотической ДНК. Репликация ДНК вирусов по механизму «катыщегося кольца». ДНК-полимеразы. Дезоксирибонуклеозидтрифосфаты в репликации ДНК. Молекулярный механизм репликации ДНК. Репликация ведущей и отстающей цепи ДНК.

		Фрагменты Оказаки. Роль РНК-затравки в репликации отстающей цепи. ДНК-лигазы и их роль в репликации ДНК. Участие белков в репликации ДНК. Транскрипция ДНК. Функции ДНК-зависимых РНК-полимераз. Избирательное ингибирование РНК-полимераз. Посттрансляционный процессинг транскриптов РНК. Регуляция транскрипции ДНК. Обратные транскриптазы. Основные этапы биосинтеза белка. Общие представления о структуре хроматина и гена. Генетический код. Рибосомы и их структура. Этапы процесса трансляции иРНК. Активация аминокислот. Инициация, элонгация и терминация синтеза полипептидов. Белковые факторы инициации, элонгации и терминации. Высвобождение полипептидов из рибосом. Сворачивание полипептидной цепи. Посттрансляционный процессинг белков. Транспорт белков в клетке. Регуляция трансляции. Ингибирование синтеза белка. Генная инженерия
13	Фотосинтез	Биосинтез углеводов в растительных тканях. Фотосинтез. Уравнения фотосинтеза. Световая фаза фотосинтеза. Хлорофиллы и вспомогательные пигменты. Фотосистемы I и II. Роль переносчиков электронов. Фотофосфорилирование. Темновая фаза фотосинтеза. Восстановление двуокиси углерода в цикле Кальвина. Ферментное обеспечение. Суммарная реакция цикла Кальвина. Регуляция темновых реакций. Путь Хэтча-Слэка и его биологическая роль. Фотодыхание

Лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	Наименование тем	Содержание
1	Аминокислоты. Методы обнаружения и идентификации аминокислот. Качественные реакции на аминокислоты, пептиды и белки	1. Поведение положительно и отрицательно заряженных аминокислот в водных растворах. 2. Реакции аминокислот с простыми сахарами. 3. Хроматографическое разделение смеси аминокислот на бумаге. 4. Приготовление раствора белка для проведения качественных реакций. 5. Идентификация аминокислот в составе белка (нингидриновая реакция, ксантопреновая реакция, реакция Фоля). 6. Качественные реакции на индивидуальные аминокислоты. а) определение триптофана по реакции с формальдегидом, реакции Адамкевича, реакции

		Гопкинса-Коле, реакции Шульце-Распайля; б) определение пролина по нингидриновой реакции; в) определение тирозина с реактивом Миллона; г) определение аргинина по реакции Сакагучи; д) идентификация гистидина по реакции Паули; е) реакция на метионин по Маккарти и Салливана; ж) определение глицина по реакции Циммермана. 7. Качественное определение пептидов и белков биуретовым методом
2	Простые белки. Физико-химические свойства белков	1. Определение изоэлектрической точки желатина и казеина. 2. Реакции осаждения белков: а) термическое осаждение белков; б) осаждение белков минеральными кислотами; в) осаждение белков органическими кислотами; г) влияние органических растворителей на устойчивость водных растворов белков; д) осаждение белков фенолом и формальдегидом. 3. Действие солей тяжелых металлов на растворы белков. 4. Фракционное осаждение белков методом высаливания: а) фракционирование глобулинов и альбуминов сульфатом аммония; б) фракционирование глобулинов и альбуминов хлористым натрием и сернокислым магнием; в) явление обратимости высаливания
3	Сложные белки. Методы выделения белков в гомогенном состоянии.	1. Бензидиновая проба на гемоглобин. 2. Выделение и кристаллизация гемоглобина. 3. Выделение казеина молока. 4. Идентификация фосфатных остатков в казеине
4	Методы количественного определения белка. Определение белка неизвестной концентрации	1. Методы количественного определения белка (биуретовый метод, метод Лоури, метод Брэдфорд). 2. Построение калибровочных графиков для количественного определения белка. 3. Определение концентрации белка в образцах по калибровочным графикам
5	I. Сравнение действия неорганических катализаторов и ферментов II. Количественный анализ каталитической активности ферментов. Анализ амилазной активности амилазы слюны	1. Приготовление ферментного препарата амилазы слюны. 2. Определение степени гидролиза крахмала под действием соляной кислоты с использованием раствора Люголя и реакции Троммера. 3. Определение гидролитического действия амилазы. 1. Оценка влияния концентрации фермента на скорость энзиматической реакции. 2. Изучение влияния pH на активность амилазы слюны. 3. Изучение зависимости скорости ферментативной реакции от температуры реакционной смеси.

		4. Специфичность действия амилазы
6	Кинетика ферментативных реакций. Регуляция активности ферментов	1. Определение основных кинетических параметров ферментативной реакции, K_m и V_{max}, на примере гидролиза ацетилтиохолина под действием ацетилхолинэстеразы. 2. Графическое определение K_m и V_{max} методом двойных обратных величин. 3. Влияние активаторов и ингибиторов на кинетические параметры ферментативных реакций. 4. Расчет константы ингибирования реакции гидролиза ацетилтиохолина в присутствии ингибитора – ацетилхолина
7	Углеводы: строение и свойства. Методы разделения и идентификация углеводов	1. Химические свойства углеводов. 2. Идентификация альдегидных групп в моносахаридах и дисахаридах (реакция серебряного зеркала, проба Троммера, реакция Ниландера, метиленовая проба). 3. Доказательство образования циклических форм моносахаридов в растворе по реакции с фуксинсернистой кислотой. 4. Качественные реакции на моносахариды и полисахариды. 5. Хроматографическое разделение углеводов на бумаге
8	Гликопротеины и протеогликаны. Методы количественного определения углеводов	1. Выделение яичного альбумина. 2. Доказательство наличия углеводной компоненты в яичном альбумине. 3. Определение глюкозы в биологических жидкостях орто-толуидиновым методом. 4. Определение глюкозы в биологических жидкостях глюкозо-оксидазным методом
9	Нейтральные жиры. Стероиды	1. Свойства триацилглицеролов: а) эмульгирование и растворение жиров; б) омыление триацилглицеролов и определение свободных жирных кислот; в) доказательство присутствия непредельных высших жирных кислот в триацилглицеролах. 2. Качественные реакции на триацилглицеролы (реакции с акролеином, осмиевой кислотой и суданом III). 3. Количественное определение триацилглицеролов с диэтилдитиокарбоматом. 4. Качественные реакции на холестерол (реакции Шиффа, Сальковского и Либермана-Бурхарда). 5. Качественные реакции на желчные кислоты (реакции Гея и Петенкоффера). 6. Количественное определение холестерина по методу Илька
	Сложные липиды	1. Выделение фосфатидилхолина из яичного желтка. 2. Свойства фосфолипидов:

10		а) эмульгирование фосфолипидов; б) влияние хлористого кадмия на устойчивость эмульсии фосфатидилхолина. 3. Определение состава фосфолипидов: а) гидролиз фосфатидилхолина (обнаружение холина, жирных кислот, глицерола, фосфора)
11	I. Выделение нуклеопротеинов. Качественные реакции на присутствие компонентов нуклеопротеинов в растворе. Количественное определение нуклеиновых кислот II. Витамины: структура и свойства. Качественные реакции на водорастворимые и жирорастворимые витамины	1. Выделение фракции нуклеопротеидов из пекарских дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . 2. Качественное обнаружение компонентов нуклеопротеидных комплексов (полипептидов, пуриновых оснований, пентоз и фосфорной кислоты). 3. Количественное определение содержания нуклеиновых кислот: а) определение РНК орциновым методом; б) определение ДНК дифениламиновым методом. 1. Качественные реакции на жирорастворимые витамины (витамины А, D, Е, К). 2. Качественные реакции на водорастворимые витамины (определение витаминов В ₁ , В ₂ , В ₆ , Р, РР, С)

Практические и семинарские занятия, их содержание

№ п/п	Наименование тем	Содержание
1	Аминокислоты	Структура и свойства аминокислот. Метаболизм аминокислот. Деградация аминокислот
2	Белки	Уровни структурной организации белков. Катаболизм белков. Методы исследования первичной структуры белков
3	Ферменты: структура, биологическая роль, классификация	Структура и биологическая роль ферментов. Классы ферментов и основные принципы их функционирования
4	Регуляция ферментативной активности. Кинетика ферментативных реакций	Регуляция ферментативной активности. Зависимость ферментативной реакции от температуры и рН среды. Ингибиторы и активаторы ферментов. Аллостерическая регуляция. Кинетика ферментативных реакций.
5	Метаболизм углеводов и его регуляция: гликолиз. Клеточное дыхание	Анаэробный и аэробный гликолиз. Цикл лимонной кислоты. Окислительное фосфорилирование
6	Метаболизм углеводов и его регуляция: вторичные пути метаболизма углеводов	Глиоксилатный цикл. Пентозомонофосфатный цикл. Глюконеогенез. Гликогенез и гликогенолиз. Координированная регуляция биосинтеза и расщепления углеводов
7	Метаболизм липидов и его регуляция	Окисление жирных кислот. Биосинтез насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Биосинтез липидов.

		Регуляция метаболизма липидов
8	Метаболизм нуклеиновых кислот и его регуляция	Биосинтез нуклеотидов de novo и принципы его регуляции. Деградация и обновление нуклеотидов и нуклеозидов
9	Репликация ДНК. Экспрессия генов	Репликация ДНК. Транскрипция ДНК. Посттрансляционный процессинг транскриптов РНК. Основные этапы биосинтеза белка. Общие представления о структуре хроматина и гена. Генетический код. Рибосомы и их структура. Этапы процесса трансляции иРНК. Посттрансляционный процессинг белков. Транспорт белков в клетке
10	Фотосинтез	Световая и темновая фазы фотосинтеза. Цикл Кальвина. С ₃ и С ₄ -растения
11	Витамины. Минеральные соединения	Особенности структуры и функций водорастворимых и жирорастворимых витаминов. Роль витаминов в осуществлении ферментативных реакций. Неорганические элементы в живых организмах и их биологическая роль

Учебно-методическая карта дисциплины

Номер раздела, темы, занятия	Наименование раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов					Форма контроля знаний
		Лекции	семинарские занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8
	ОБЩАЯ БИОХИМИЯ (134 ч)	64	26	44	–	–	
1	Предмет биохимии (2 ч)	2	–	–	–	–	
1.1	Биохимия в системе естественных наук. Роль биохимии в развитии медицины, ветеринарии и агрохимии.	2	–	–	–	–	–
2	Аминокислоты: структура, свойства аминокислот и биологическая роль (8 ч)	4	–	4	–	–	
2.1	Общие структурные свойства аминокислот. Стереоизомерия аминокислот. Классификация аминокислот. Химические свойства.	2	–	2 № 1	–	–	1, 2, 4
2.2	Биологическая роль аминокислот.	2	–	2	–	–	1, 2, 4

	Протеиногенные и непротеиногенные аминокислоты. Методы исследования аминокислот.			№ 1			
3	Метаболизм аминокислот (8 ч)	6	2	–	–	–	
3.1	Катаболизм аминокислот. Окислительное расщепление аминокислот. Глюкогенные, кетогенные аминокислоты.	2	2	–	–	–	1, 2, 3
3.2	Дезаминирование аминокислот. Ферменты, участвующие в дезаминировании. Транспорт аммиака в организме. Цикл мочевины. Биосинтез аминокислот.	2		–	–	–	1, 2, 3
3.3	Биосинтез заменимых аминокислот. Биосинтез незаменимых аминокислот. Производные аминокислот. Участие аминокислот в синтезе специализированных продуктов.	2		–	–	–	1, 2, 3
4	Белки: структура, функции. Важнейшие группы белков (24 ч)	8	4	12	–	–	
4.1	Структура белков. Уровни организации белков. Первичная структура белков. Вторичная структура белков.	2	2	4 № 2	–	–	1, 2, 3, 4
4.2	Третичная структура белков. Фолдинг белка.	2			–	–	1, 2, 3, 4
4.3	Четвертичная структура белков. Биологические функции белков. Классификация белков. Методы исследования белков	2		4 № 3	–	–	1, 2, 3, 4
4.4	Метаболизм белков. Расщепление белков в желудочно-кишечном тракте. Протеолитическая деградация белков в клетке.	2	2	4 № 4	–	–	1, 2, 3, 4
5	Ферменты: структура и биологическая роль. Кинетика ферментативных реакций. Регуляция ферментативной активности. Принципы и механизмы метаболической регуляции (18 ч)	6	4	8	–	–	
5.1	Структура и биологическая роль ферментов. Принципы классификации и номенклатура ферментов. Основные представления о механизме и кинетике ферментативных реакций.	2	2	4 № 5	–	–	1, 2, 3, 4
5.2	Активность ферментов. Регуляция ферментативной активности. Активные центры ферментов.	2	2	4 № 6	–	–	1, 2, 3, 4

	Активаторы и ингибиторы.						
5.3	Принципы и механизмы метаболической регуляции. Аллостерические ферменты. Принцип обратной связи. Уровни метаболической регуляции и метаболические каскады. Обобщенный механизм регуляции метаболизма внешними сигналами.	2			–	–	1, 2, 3, 4
6	Углеводы: структура и свойства. Биологическая роль углеводов (12 ч)	4	–	8	–	–	
6.1	Классификация и номенклатура углеводов. Структура и свойства моносахаридов.	2	–	4 № 7	–	–	1, 2, 4
6.2	Биологически важные углеводы. Структура и биологическая роль олигосахаридов. Биологически значимые полисахариды. Методы анализа углеводов.	2	–	4 № 8	–	–	1, 2, 4
7	Метаболизм углеводов. Клеточное дыхание (18 ч)	12	6	–	–	–	
7.1	Катаболизм углеводов. Расщепление глюкозы и других моносахаридов путем анаэробного и аэробного гликолиза.	2	2	–	–	–	1, 2, 3
7.2	Брожение. Окисление пировиноградной кислоты.	2		–	–	–	1, 2, 3
7.3	Цикл лимонной кислоты и его биологическая роль. Глиоксилатный цикл и его биологическая роль.	2	2	–	–	–	1, 2, 3
7.4	Окислительное фосфорилирование. Транспортные системы митохондрий.	2		–	–	–	1, 2, 3
7.5	Вторичные пути катаболизма глюкозы. Пентозомонофосфатный путь и его биологическая роль.	2	2	–	–	–	1, 2, 3
7.6	Биосинтез углеводов в животных тканях. Глюконеогенез. Холостые циклы в углеводном обмене. Биосинтез и деградация гликогена.	2		–	–	–	1, 2, 3
8	Липиды: структура и биологические функции (12 ч)	4	–	8	–	–	
8.1	Биологические функции липидов. Общие свойства, классификация и номенклатура липидов. Методы исследования липидов. Жирные кислоты.	2	–	4 № 9	–	–	1, 2, 4

	Строение и свойства нейтральных жиров. Воска. Строение и свойства фосфолипидов. Сфингомиелины. Строение и свойства гликолипидов.						
8.2	Строение и свойства стероидов. Терпены. Каротиноиды. Соединения липидов с другими макромолекулами. Липопротеины и их биологическая роль. Биологические мембраны.	2	–	4 № 10	–	–	1, 2, 4
9	Метаболизм липидов (8 ч)	6	2	–	–	–	
9.1	Катаболизм липидов. Окисление жирных кислот в тканях животных. Образование кетоновых тел в печени и их окисление в других органах.	2	2	–	–	–	1, 2, 3
9.2	Биосинтез липидов. Биосинтез жирных кислот.	2		–	–	–	1, 2, 3
9.3	Биосинтез триацилглицеролов и его регуляция. Биосинтез глицеролфосфатидов. Участие полярных липидов в образовании клеточных мембран. Биосинтез холестерина и других стероидов.	2		–	–	–	1, 2, 3
10	Структура и биологические функции нуклеиновых кислот (4 ч)	2	–	2	–	–	
10.1	Структура нуклеиновых кислот. Классификация нуклеиновых кислот. Методы анализа нуклеиновых кислот.	2	–	2 № 11	–	–	1, 2, 4
11	Метаболизм нуклеиновых кислот (6 ч)	4	2	–	–	–	
11.1	Биосинтез пуриновых нуклеотидов. Синтез пуриновых оснований <i>de novo</i> . Биосинтез пиримидиновых нуклеотидов.	2	2	–	–	–	1, 2, 3
11.2	Катаболизм пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Образование инозина, гипоксантина, ксантина, мочевой кислоты. Реутилизация пуриновых оснований и ее биологическое значение.	2		–	–	–	1, 2, 3
12	Репликация ДНК. Экспрессия генов (6 ч)	4	2	–	–	–	
12.1	Репликация ДНК. Общие представления о структуре хроматина и гена. Генетический код. Транскрипция ДНК.	2	2	–	–	–	1, 2
12.2	Основные этапы биосинтеза белка.	2		–	–	–	1, 2

	Рибосомы и их структура. Этапы процесса трансляции Посттрансляционный процессинг белков. Транспорт белков в клетке. Генная инженерия.						
13	Фотосинтез (4 ч.)	2	2	–	–	–	
13.1	Биосинтез углеводов в растительных тканях. Фотосинтез. Световая фаза фотосинтеза. Темновая фаза фотосинтеза. Восстановление двуокиси углерода в цикле Кальвина. Путь Хэтча-Слэка и его биологическая роль.	2	2	–	–	–	1, 2, 3, 4
14	Витамины. Минеральные соединения (4 ч.)	–	2	2	–	–	
14.1	Витамины. Минеральные соединения Особенности структуры и функций водорастворимых и жирорастворимых витаминов. Роль витаминов в осуществлении ферментативных реакций. Неорганические элементы в живых организмах и их биологическая роль.	–	2	2 № 11	–	–	3, 4

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплина «Общая биохимия»

При организации образовательного процесса используются:

1. эвристический подход, который предполагает:
 - осуществление студентами личностно-значимых открытий окружающего мира;
 - творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;
2. практико-ориентированный подход, который предполагает:
 - освоение содержания через решения практических задач;
 - приобретение навыков эффективного выполнения различных видов профессиональной деятельности;
3. методы и приемы развития критического мышления, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма; понимании информации как отправного, а не конечного пункта критического мышления.

Литература

Основная

1. Уайт, А. Основы биохимии: в 3 т. / А. Уайт, Ф. Хэндлер, Э. Смит, Р. Хилл, И. Леман. – М.: Мир, 1981.
2. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. / Д. Нельсон, М. Кокс. – М.: «Бином», 2014.
3. Страйер, Л. Биохимия: в 3 т. / Л. Страйер. – М.: Мир, 1984.
4. Альбертс, Б. Основы молекулярной биологии клетки / Б. Альбертс, Д. Брей, К. Хопкин, А. Джонсон, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, П. Уолтер. – М.: «Бином», 2015.
5. Березов, Т. Т. Биологическая химия / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 1990.
6. Николаев, А. Я. Биологическая химия. / А. Я. Николаев. – М.: Высшая школа, 1989.
7. Марри, Р. Биохимия человека / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл – М.: Мир 1993.
8. Кнорре, Д. Г. Биологическая химия / Д. Г. Кнорре, С.Д. Мызина. – М.: Высшая школа, 1998.
9. Овчинников, Ю. А. Биоорганическая химия. / Ю. А. Овчинников. – М.: «Просвещение», 1987.
10. Кольман, Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К. Рём. – М.: «Мир», 2000.
11. Чиркин, А.А. Практикум по биохимии. / А.А. Чиркин. – М.: «Новое знание», Минск, 2002.

Дополнительная

1. Досон, Р. Справочник биохимика / Р. Досон, Д. Эллиот, У. Эллиот, К. Джонс. – М.: Мир, 1991.
2. Теппермен, Дж. Физиология обмена веществ и эндокринной системы / Дж. Теппермен, Х. Теппермен. – М.: Мир, 1989.
3. Келети, Т. Основы ферментативной кинетики. / Т. Келети. – М.: Мир, 1990.
4. Северин, Е.С. Роль фосфорилирования в регуляции клеточной активности / Е.С. Северин, М.Н. Кочеткова. – М.: Наука, 1985.
5. Хухо, Ф. Нейрохимия. Основы и принципы. / Ф. Хухо. – М.: Мир, 1990.
6. Альберт, А. Избирательная токсичность: 2 т. / А. Альберт. – М.: Мир, 1989.

Формы контроля знаний

№ п/п	Форма
1	Выборочный контроль на лекциях
2	Проверка конспектов лекций студентов
3	Проведение контрольных работ на семинарских занятиях
4	Собеседование при защите отчетов по лабораторным работам
5	Проведение экзамена по курсу

Перечень методических средств (наглядных и других пособий, методических указаний, специального программного обеспечения и т.п.)

№ п.п.	Наименование или назначение	Вид
1	Структура аминокислот	Схема
2	Стереоизомерия аминокислот	Схема
3	Классификация аминокислот по полярности	Схема
4	Кривая титрования аланина гидроксидом натрия	Схема
5	Цикл мочевины	Схема
6	Синтез глутамата и глутамина	Схема
7	Общая схема деградации скелетов аминокислот	Схема
8	Аминокислоты, деградирующие до α -кетоглутарата и оксалоацетата	Схема
9	Деградация треонина	Схема
10	Деградация лейцина, изолейцина и валина	Схема
11	Деградация пролина и аргинина	Схема
12	Деградация гистидина	Схема
13	Деградация цистеина	Схема
14	Кратная природа пептидной связи	Рисунок
15	<i>Транс</i> и <i>цис</i> -конформации пептидной связи	Рисунок
16	Торсионные углы в пептидах, нулевые значения углов	Рисунок
17	Карта Рамачандрана	Рисунок
18	Водородные связи в белках	Рисунок
19	Ван-дер-ваальсовы взаимодействия	Рисунок
20	Образование гидрофобного кора в белках	Рисунок
21	β -складчатость и ее виды	Рисунок
22	β -изгиб первого и второго рода	Рисунок
23	α -спираль	Рисунок
24	Схема образования различных видов спиралей	Рисунок
25	3_{10} -, π - и α -спирали	Рисунок
26	Элементы вторичной структуры белков на карте Рамачандрана	Рисунок
27	Примеры третичной структуры белков	Рисунок
28	Структура коллагена, фиброина, гемоглобина	Схема
29	Классификация ферментов	Схема
30	Структуры ферментов	Схема
31	Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата	Схема
32	Регуляции активности ферментов	Схема
33	Обобщенная схема структуры аллостерических ферментов	Схема
34	Регуляция по принципу обратной связи	Схема
35	Типы метаболической регуляции	Схема
36	Обобщенный механизм регуляции метаболизма внешними сигналами	Схема
37	Изомерные формы моносахаридов	Схема
38	Конформации моносахаридов	Схема
39	Структура биологически важных гексоз и пентоз	Схема
40	Структура производных моносахаридов	Схема

41	Строение гликопротеинов, гликозаминогликанов и протеогликанов	Схема
42	Аэробный и анаэробный гликолиз	Схема
43	Цикл лимонной кислоты	Схема
44	Окислительное фосфорилирование	Схема
45	Транспортная система митохондрий	Схема
46	Глиоксилатный цикл	Схема
47	Пентозомонофосфатный путь	Схема
48	Биосинтез глюкозы и гликогена	Схема
49	Строение нейтральных жиров и фосфолипидов	Схема
50	Строение гликолипидов	Схема
51	Строение стероидов	Схема
52	Строение биологической мембраны	Схема
53	Окисление жирных кислот	Схема
54	Биосинтез насыщенных жирных кислот	Схема
55	Биосинтез ненасыщенных жирных кислот	Схема
56	Структура пуриновых и пиримидиновых оснований	Схема
57	Строение нуклеозидов и нуклеотидов	Схема
58	Синтез азотистых оснований	Схема
59	Распад азотистых оснований	Схема
60	Синтез ДНК в репликативной вилке	Схема
61	Транскрипция РНК	Схема
62	Сплайсинг РНК	Схема
63	Трансляция РНК	Схема
64	Посттрансляционный процессинг полипептидов	Схема
65	Световые стадии фотосинтеза	Схема
66	Темновые стадии фотосинтеза	Схема
67	Путь Хэтча-Слэка	Схема
68	Фиксация молекулярного азота	Схема
69	Антиоксидантная система клеток	Схема

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу
1. Органическая химия	Экологической химии и биохимии		

Заведующий кафедрой ЭХ и БХ

С. Н. Шахаб

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОБЩАЯ БИОХИМИЯ»
на 2019-2020 учебный год

№№ п/п	Дополнения и изменения	Обоснование

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры биохимии и биофизики (протокол № от июня 20 г.)

Заведующий кафедрой ЭХ и БХ

С. Н. Шахаб

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ФЭМ

А. Г. Сыса