

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям
О.Г.Прохоренко

30 июня 2023 г.

Регистрационный № УД-14173/уч.



БИОХИМИЯ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для специальностей:

1-31 05 01 Химия (по направлениям)

1-31 05 01-03 (фармацевтическая деятельность)

1-31 05 02 Химия лекарственных соединений

1-31 05 03 Химия высоких энергий

1-31 05 04 Фундаментальная химия

2023 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 05 01-2021, ОСВО 1-31 05 02-2021, ОСВО 1-31 05 03-2021, ОСВО 1-31 05 04-2021, учебных планов специальностей G-31-1-007/уч, G-31-1-008/уч, G-31-1-009/уч, G-31-1-010/уч, утвержденных 25.05.2021 и G-31-1-233/уч, G-31-1-235/уч, G-31-1-236/уч, G-31-1-237/уч, утвержденных 22.03.2022.

СОСТАВИТЕЛИ:

Кукулянская Т.А., доцент кафедры биохимии биологического факультета Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Фалетров Я.В., доцент кафедры высокомолекулярных соединений химического факультета Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Яковец П.С., ассистент кафедры высокомолекулярных соединений химического факультета Белорусского государственного университета.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Янцевич А.В., директор Института биоорганической химии НАН Беларуси, кандидат химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой высокомолекулярных соединений химического факультета БГУ (протокол № 11 от 05.06.2023 г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 9 от 29.06.2023 г.)

Декан химического факультета БГУ

А.В.Зураев

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель учебной дисциплины «Биохимия» – приобретение фундаментальных знаний о химическом составе живых организмов, структурно-функциональной организации, физико-химических и биологических свойствах химических соединений, биополимеров, макромолекул и надмолекулярных структур, основных путях обмена веществ, механизмах регуляции и взаимосвязи метаболических процессов, а также освоение студентами ряда навыков физико-химического анализа таких соединений и их метаболитов.

Задачи учебной дисциплины:

1. сформировать структурированные знания о химической структуре основных классов биогенных соединений (аминокислот, пептидов и белков, нуклеиновых основаниях, нуклеозидах, нуклеиновых кислотах; сахара, липидах, витаминах и коферментах), принципах их классификации, а также их физико-химических свойствах и их биологических функциях; знания о методах выделения и анализа;

2. сформировать знания об основах ферментативного катализа, об особенностях структурной организации и классах ферментов, механизмах их действия и основах кинетики ферментативных процессов; о метаболических путях превращений биогенных соединений и об их регуляции;

3. привить базовые навыки разделения и очистки соединений биологического происхождения, определения их физико-химических свойств с использованием различных физико-химических методов.

Место учебной дисциплины. В системе подготовки специалиста с общим высшим образованием учебная дисциплина «Биохимия» относится к **модулю** «Биохимия» государственного компонента.

Связи с другими учебными дисциплинами:

Программа дисциплины составлена с учетом межпредметных связей и учебных программ по смежным дисциплинам «Органическая химия», «Высокомолекулярные соединения».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Биохимия» должно обеспечить формирование следующей специализированной компетенции:

Для специальности 1-31 05 04 Фундаментальная химия:

СК-9. Анализировать закономерности основных жизненных процессов и механизмов, характерных для функциональных и структурных систем организма, физико-химические свойства и пути метаболизма химических компонентов, входящих в состав живых организмов, механизмы регуляции и взаимосвязи метаболических процессов;

Для специальности 1-31 05 01 Химия (направление – фармацевтическая деятельность):

СК-10. Анализировать закономерности основных жизненных процессов и механизмов, характерных для функциональных и структурных систем организма, физико-химические свойства и пути метаболизма химических

компонентов, входящих в состав живых организмов, механизмы регуляции и взаимосвязи метаболических процессов;

Для специальности 1-31 05 03 Химия высоких энергий:

СК-12. Анализировать закономерности основных жизненных процессов и механизмов, характерных для функциональных и структурных систем организма, физико-химические свойства и пути метаболизма химических компонентов, входящих в состав живых организмов, механизмы регуляции и взаимосвязи метаболических процессов;

Для специальности 1-31 05 02 Химия лекарственных соединений:

БПК-12. Анализировать закономерности основных жизненных процессов и механизмов, характерных для функциональных и структурных систем организма, физико-химические свойства и пути метаболизма химических компонентов, входящих в состав живых организмов, механизмы регуляции и взаимосвязи метаболических процессов.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия биохимии;
- структуру и свойства белков, нуклеиновых кислот, углеводов, аминокислот, липидов, а также низкомолекулярных биорегуляторов;
- основные биосинтетические и метаболические пути;

уметь:

- использовать знания о закономерностях биосинтеза и метаболизма, о структуре и свойствах белков, нуклеиновых кислот, углеводов и низкомолекулярных биорегуляторов в научной, педагогической и производственной деятельности;

владеть:

- методами исследования структуры и функций белков, ферментов и низкомолекулярных биорегуляторов.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 8 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Биохимия» отведено – 204 часов, в том числе 100 аудиторных часов, из них: лекции – 40 часов, лабораторные занятия – 30 часов, семинары – 30 часов.

Из них лекции – 40 часов, лабораторные занятия – 30 часов, семинары – 24 часа, УСР – 4 часа, УСР (Д/О) – 2 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации – зачет и экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ

Тема 1.1. Предмет и задачи биохимии

Предмет и задачи биохимии. Объекты биохимических исследований. Разделы биохимии (биологической химии): статическая биохимия, динамическая биохимия, функциональная биохимия. Исторический очерк возникновения и развития биохимии. Химия природных (биогенных) соединений и физиологическая химия. Связь биохимии с молекулярной биологией, биоорганической и бионеорганической химией, биотехнологией, генетическая инженерия. Комплекс дисциплин физико-химической биологии.

Раздел 2. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И РАЗНООБРАЗИЕ АМИНОКИСЛОТ, ПЕПТИДОВ И БЕЛКОВ. МЕТАБОЛИЗМ БЕЛКОВ И АМИНОКИСЛОТ.

Тема 2.1. Аминокислоты и пептиды.

Характеристика протеиногенных генетически детерминированных аминокислот. Непротеиногенные аминокислоты. Классификация аминокислот. Химическая структура и физико-химические свойства аминокислот. Стереохимия, амфотерность, реакционная способность аминокислот. Кислотно-основные свойства аминокислоты, амфотерность, цвиттер-ионы, константы кислотности pK_a и изоэлектрическая точка pI . Производные аминокислот и модифицированные аминокислоты.

Принципы структурной организации, физико-химические свойства, разнообразие и биологическая роль пептидов. Регуляторные пептиды: пептидные гормоны, нейропептиды. Пептидные антибиотики и иммунорегуляторы. Транспортные пептиды.

Тема 2.1. Структурная организация белков и их функции.

Принципы структурно-функциональной организации белков. Первичная структура белков. Характеристика пептидной связи. Методы определение аминокислотного состава и первичной структуры белков. Вторичная структура белков - α -спирали и β -структуры, неупорядоченные структуры полипептидной цепи. Надвторичная структура. Строение и функциональная роль доменов. Третичная структура. Природа связей и взаимодействий, образующих третичную структуру. Глобулярные и фибриллярные белки. Особенности строения мембранны-связанных белков. Топология белковых молекул. Фолдинг и посттрансляционная модификация белков. Конформационная стабильность и подвижность белка. Денатурация и ренатурация белка. Связь между первичным и другими уровнями организации белков. Четвертичная структура белков. Надмолекулярные белковые комплексы. Взаимодействие белков с низкомолекулярными лигандами.

Физико-химические свойства белков (растворимость, термочувствительность, амфотерность и др.). Ренатурация и денатурация белков. Особенности структурной организации и свойств гидрофильных и гидрофобных белков.

Структурная и функциональная классификация белков. Разнообразие белков. Простые и сложные белки. Строение, свойства и биологическая роль хромопротеинов (флавопротеины и гемопротеины), гликопротеинов, липопротеинов, металлопротеинов, фосфопротеинов и нуклеопротеинов.

Тема 2.3. Методы выделения и очистки белков. Методы изучения аминокислот, пептидов и белков.

Методы выделения и очистки белков (хроматографические и электрофоретические методы, изоэлектрофокусирование и др.). Получение высокоочищенных препаратов белков и критерии их гомогенности.

Методы определения первичной структуры белков и пептидов (пептидное картирование, идентификация N- и C-концевых аминокислотных остатков). Методы изучения структуры белков и надмолекулярных белковых комплексов (методы на основе рассеяния излучения, криоэлектронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, ЯМР, флуориметрические методы анализа и др.).

Тема 2.4. Структура и функции белков, обладающих катализитической активностью (ферментов). Особенности ферментативного катализа.

Биологические катализаторы: ферменты (энзимы). Особенности ферментативного катализа. Структурная организация ферментов. Активные и регуляторные центры. Роль коферментов и простетических групп в биокатализе. Участие металлов в ферментативных процессах.

Механизмы и эффекты, реализуемые в процессе ферментативного катализа. Фермент-субстратный комплекс. Кинетика ферментативных реакций. Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, от pH и температуры. Уравнение Михаэлиса-Ментен и константа Михаэлиса. Графические методы анализа ферментативных реакций. Активаторы и ингибиторы ферментов. Типы ингибирования ферментативных реакций.

Принципы регуляции ферментативных реакций. Аллостерическая регуляция. Регуляция активности путем ковалентной модификации ферментов (регуляция лигандами). Протеинкиназы и фосфатазы. Ограниченный протеолиз. Изоферменты и множественные формы ферментов.

Тема 2.5. Локализация и организация ферментов в клетках. Классификация ферментов.

Организация ферментов в клетках и тканях. Мультиферментные надмолекулярные комплексы. Ферменты и ферментные системы, ассоциированные с мембранами.

Классификация и номенклатура ферментов. Единицы ферментативной активности. Использование ферментов в медицине, промышленности и сельском хозяйстве.

Применение ферментов в промышленности и сельском хозяйстве. Иммобилизованные ферменты. Использование ферментов в медицине:

энзимодиагностика, энзимопатологии и энзимотерапия. Энзимозаместительная терапия.

Тема 2.6. Метаболизм белков и аминокислот.

Ферментативное гидролитическое расщепление белков и полипептидов. Транспорт и поступление аминокислот в клетку. Внутриклеточный протеолиз. Убиквитинирование белков. Структура протеасом и протеасомальная деградация белков.

Основные пути распада аминокислот. Механизм и биологическое значение переаминирования. Процессы дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Биогенные амины аминирование. Биосинтез мочевины. Метаболические превращения отдельных аминокислот: метионина, ароматических аминокислот, дикарбоновых аминокислот, гидроксиаминокислот.

Пути образования заменимых аминокислот. Механизмы включения аминогруппы в органические соединения. Биосинтез белков: локализация и биологическая роль. Структурная организация аппарата трансляции. Активация аминокислот, образование аминоацил-тРНК. Этапы процесса трансляции. Энергетическая характеристика синтеза белка. Посттрансляционная биохимическая модификация белков и пептидов в клетках. Регуляция процесса трансляции.

Раздел 3. СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ И МЕТАБОЛИЗМ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Тема 3.1. Структура и свойства азотистых оснований, нуклеозидов и нуклеотидов.

Пуриновые и пиридиновые азотистые основания. Структурно-функциональная характеристика нуклеозидов и нуклеотидов. Циклические нуклеотиды.

Тема 3.2. Структурно-функциональная характеристика нуклеиновых кислот.

Структурная организация олигонуклеотидов и полинуклеотидов (нуклеиновых кислот). Характеристика первичной структуры нуклеиновых кислот. Формы двойной спирали ДНК. Связи, стабилизирующие структуру ДНК. Принцип комплементарности. Одно- и двуцепочечные, кольцевые и линейные молекулы ДНК. Физико-химические свойства ДНК. Денатурация и ренатурация ДНК. Нуклеосомы и структурная организация хроматина.

Структурная организация, свойства и функции различных типов РНК: матричных, рибосомальных, транспортных, малых ядерных РНК и микро-РНК.

Тема 3.3. Методы выделения и очистки нуклеиновых кислот. Методы изучения нуклеиновых кислот.

Методы выделения, очистки и изучения нуклеиновых кислот (электрофоретические, хроматографические, спектральные и

флуориметрические методы анализы). Методы установления первичных последовательностей нуклеиновых кислот (секвенирование).

Тема 3.4. Метаболизм нуклеиновых кислот и нуклеотидов. Обмен азотистых оснований.

Ферментативное расщепление нуклеиновых кислот. Рестриктазы. Принципы распада и биосинтеза пуриновых и пиридиновых нуклеотидов. Катаболизм пуриновых и пиридиновых азотистых оснований. Биосинтез рибонуклеотидов. Образование дезоксирибонуклеотидов.

Биосинтез нуклеиновых кислот. Репликация ДНК: биохимические механизмы и биологическая роль. Структурная организация репликативного комплекса. Этапы и особенности репликации. Биохимические механизмы и биологическая роль транскрипции. Структура и функции РНК-полимеразы. Биохимические механизмы транскрипции и регуляция этого процесса. Посттранскрипционная модификация матричной РНК. Сплайсинг, участие рибозимов в этом процессе.

Раздел 4. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И РАЗНООБРАЗИЕ МОНО-, ОЛИГО- И ПОЛИСАХАРИДОВ. МЕТАБОЛИЗМ УГЛЕВОДОВ

Тема 4.1. Моносахариды и их производные. Олигосахариды.

Классификация и номенклатура, строение и изомерия моносахаридов. Биохимические свойства альдо- и кетосахаров. Производные моносахаридов: кислоты, гликозиды, амино-, фосфо- и дезоксисахара. Олигосахариды. Редуцирующие и нередуцирующие олигосахариды. Строение, свойства и биологическая роль основных природных дисахаридов.

Тема 4.2. Структурная организация и свойства полисахаридов.

Полисахариды: гомо- и гетерогликаны. Структурные и резервные гомогликаны. Строение, свойства и значение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина. Классификация, распространение и биологическая роль гетерогликанов. Структурная организация протеогликанов и гликолипидов. Строение и функциональная роль протеогликанового матрикса.

Тема 4.3. Метаболизм углеводов.

Гидролитическое расщепление углеводов в пищеварительном тракте. Гликозидазы. Фосфоролиз гликогена. Взаимопревращения моносахаридов. Анаэробный и аэробный дихотомический распад углеводов. Гликолиз и гликогенолиз. Субстратное фосфорилирование. Регуляция гликолиза. Молочнокислое и спиртовое брожение. Эффект Пастера. Альтернативный пентозомонофосфатный путь окисления глюкозы. Окислительные и неокислительные реакции, биологическая роль.

Анabolизм углеводов. Глюконеогенез. Цикл Кори. Синтез гликогена (гликогеногенез). Энергетическая характеристика процессов синтеза глюкозы и гликогена.

Тема 4.4. Обмен пировиноградной кислоты. Цикл трикарбоновых кислот.

Метаболизм пировиноградной кислоты в анаэробных и аэробных условиях. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Структурная организация и функционирование мультиферментного надмолекулярного пируватдегидрогеназного комплекса.

Амфиболический цикл трикарбоновых кислот. Ферменты цикла Кребса и последовательность протекания реакций, энергетический выход, регуляция цикла. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фазы углеводного обмена.

Раздел 5. СТРУКТУРА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ ЛИПИДОВ. МЕТАБОЛИЗМ ЛИПИДОВ.

Тема 5.1. Строение и свойства липидов и липидных мономеров.

Строение и физико-химические свойства природных насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот. Эйкозановые кислоты и эйкозаноиды. Нейтральные липиды: ацилглицерины, воски. Структурно-функциональная организация глицеро- и сфингофосфолипидов, гликолипидов. Мицеллы и липосомы. Структура, свойства важнейших представители стероидов (холестерол желчные кислоты, стероидные гормоны, витамины группы Д). Терпены (каротиноиды, ликопин, филлохинон, токоферолы и др.).

Тема 5.2. Структура и функции сложных липидов. Биологические мембранны.

Липидный состав мембран. Структурные особенности и гетерогенность фосфолипидов мембран. Роль холестерина в структуре мембран. Физико-химические свойства двухслойной фосфолипидной мембраны. Структурно-функциональная характеристика интегральных и периферических мембранных белков. Асимметрия биологических мембран. Избирательная проницаемость биологических мембран.

Тема 5.3. Обмен липидов.

Эмульгирование липидов в тонком кишечнике. Гидролитическое расщепление и всасывание липидов в желудочно-кишечном тракте. Транспорт жирных кислот, холестерола и других липидов в крови и лимфе. Структурная организация и состав транспортных липопротеинов.

Пути окисления жирных кислот. β -окисление жирных кислот: механизм, пластическая и энергетическая роль. Взаимосвязь процесса окисления жирных кислот с циклом трикарбоновых кислот. Особенности α - и ω -окисления жирных кислот. Образование и использование кетоновых тел.

Синтез жирных кислот. Структурная организация мультиферментного надмолекулярного комплекса синтазы жирных кислот. Особенности синтеза длинноцепочечных и ненасыщенных жирных кислот. Принципы биосинтеза ацилглицеринов и фосфолипидов.

Метаболизм стероидов. Синтез холестерола. Роль ГМГ-редуктазы в метаболизме холестерина. Образование производных холестерина (желчных кислот, стероидных гормонов и др.) и их биологические функции. Образование кетоновых тел и их роль в метаболизме.

Синтез эйкозаноидов. Циклооксигеназный и липооксигеназный пути. Ингибиторы образования эйкозаноидов.

Раздел 6. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.

Тема 6.1. Основные понятия биохимической термодинамики.

Классификация реакций биологического окисления. Макроэргические соединения. Механизмы фосфорилирования АДФ. Структура митохондрий и организация электрон-транспортной (дыхательной) цепи млекопитающих. Механизмы сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Трансмембранный потенциал протонов. Структурная организация и функционирование Н⁺-АТФ-синтазы. Механизмы термопродукции.

Тема 6.2. Свободное окисление.

Пути потребления кислорода в ферментативных реакциях. Монооксигеназное окисление. Структура и функции микросомальной системы окисления цитохрома Р450.

Активация кислорода. Активные формы кислорода. Перекисное окисление липидов (ПОЛ). Антиоксидантная система организма.

Раздел 7. РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ГОРМОНОВ.

Тема 7.1. Взаимосвязь и регуляция метаболических процессов.

Взаимосвязь метаболизма углеводов, липидов и аминокислот. Метаболические пути азотистого обмена. Ключевые пары метаболитов: НАД(Ф)+/НАД(Ф)Н; АТФ/АДФ; Ацетил-КоА/КоА; лактат/пируват; β-оксибутират/ацетоацетат.

Механизмы внутриклеточной регуляции метаболических процессов путем изменения активности ключевых ферментов. Каскадный принцип регулирования ферментов. Регуляция количества ферментов в клетке на уровне транскрипции.

Тема 7.2. Гормональная регуляция.

Химическая природа и роль важнейших гормонов в регуляции обмена веществ и синтеза белков. Структурная организация и разнообразие гормональных рецепторов. Внутриклеточные посредники и их роль в проведении и усилении гормонального сигнала. Особенности механизмов действия стероидных и белковых гормонов. Гормональная регуляция метаболизма углеводов, липидов и аминокислот. Дивергенция и конвергенция внутриклеточных сигналов.

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	ВВЕДЕНИЕ	2						
1.1	Предмет и задачи биохимии. Объекты биохимических исследований.							
2	СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И РАЗНООБРАЗИЕ АМИНОКИСЛОТ, ПЕПТИДОВ И БЕЛКОВ. МЕТАБОЛИЗМ БЕЛКОВ И АМИНОКИСЛОТ.	2						
2.1 –	Аминокислоты и пептиды.	2						
2.2	Структурная организация белков и их функции.	2						
2.3	Методы выделения и очистки белков. Методы изучения аминокислот, пептидов и белков.	2						
2.4	Структура и функции белков, обладающих катализитической активностью (ферментов). Особенности ферментативного катализа.	2		4	6			
2.5	Локализация и организация ферментов в клетках.	2		4	6		2	
2.6.	Классификация ферментов.	2		4	6			
	Метаболизм белков и аминокислот.	2		4	6			
3	СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ И МЕТАБОЛИЗМ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ	2						
3.1	Структура и свойства азотистых оснований, нуклеозидов и нуклеотидов.	2						

3.2 -	Структурно-функциональная характеристика нуклеиновых кислот.	2			6			Тест, отчет по лабораторной работе
3.3	Методы выделения и очистки нуклеиновых кислот.							
3.4.	Методы изучения нуклеиновых кислот.							
	Метаболизм нуклеиновых кислот и нуклеотидов.	2		4				Устный опрос
	Обмен азотистых оснований.							
4	СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И РАЗНООБРАЗИЕ МОНО-, ОЛИГО- И ПОЛИСАХАРИДОВ. МЕТАБОЛИЗМ УГЛЕВОДОВ							
4.1	Моносахариды и их производные. Олигосахариды.	2						
4.2	Структурная организация и свойства полисахаридов.	2						
4.3	Метаболизм углеводов.	2						Устный опрос
4.4	Обмен пировиноградной кислоты. Цикл трикарбоновых кислот.	2		4			2	Контрольная работа
5	СТРУКТУРА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ ЛИПИДОВ. МЕТАБОЛИЗМ ЛИПИДОВ.							
5.1	Строение и свойства липидов и липидных мономеров.	2			6			Тест, отчет по лабораторной работе
5.2	Структура и функции сложных липидов.	2			6			Тест, отчет по лабораторной работе
5.3	Биологические мембранны.	2						
	Обмен липидов.							
6	БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОКИСЛЕНИЕ. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.							
6.1	Основные понятия биохимической термодинамики.	2						
6.2	Свободное окисление.	2						Тест
7	РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ГОРМОНОВ.							
7.1	Взаимосвязь и регуляция метаболических процессов.	2		4			2	Контрольная работа
	Гормональная регуляция.						(ДОТ)	

7.2		2						Устный опрос
		40		24	30			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. *Кольман, Я.* Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рем, Юрген В. / Пер. с англ. Т. В. Мосоловой – 7-е изд. – М : Лаборатория знаний, 2021. – 509 с.
2. *Комов, В.П.* Биохимия: учебник для вузов / В.П. Комов, В.Н. Шведова; под общей редакцией В.П. Комова. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2023. – 684 с.
3. *Нельсон, Д.* Основы биохимии Ленинджера (в 3-х томах) / Д. Нельсон, М. Кокс / Пер. с англ. Т. В. Мосоловой, под ред. Н. Б. Гусева. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Лаборатория знаний, 2022.

Перечень дополнительной литературы

1. *Белясова, Н.А.* Биохимия и молекулярная биология / Н.А. Белясова. Минск : Книжный дом, 2004.
2. Биохимия / Под ред. Северина Е.С. – 5-е изд. : испр. и доп./ М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 768 с.
3. Биохимические основы жизнедеятельности человека / Под ред. Филипповича Ю.Б., Коничева А.С.// М.: ВЛАДОС, 2005.
4. *Кнорре, Д.Г.* Биологическая химия / Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина. М.: Высш. школа, 2000.
5. *Комов, В. П.* Биохимия: учебник для академического бакалавриата (в 2 ч.) / В. П. Комов, В. Н. Шведова; под общей редакцией В. П. Комова. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2017.
6. *Коничев, А.С.* Биохимия и молекулярная биология. Словарь терминов / А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова. М.: Дрофа, 2008.
7. *Цыганов, А.Р.* Биохимия / А.Р. Цыганов, И.В. Сучкова, И.В. Ковалева. М.: ИВЦ Минфина, 2007.
8. *Шамин, А.Н.* История биологической химии. Формирование биохимии / А.Н. Шамин. – М.: КомКнига, 2006.

Рекомендуемые интернет-ресурсы

1. www.chemport.org - Научные издания в области биохимии, химии и смежных наук.
2. www.febs.org - Официальный сайт Федерации европейских биохимических обществ.
3. www.xumuk.ru - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте практической молекулярной биологии.
4. www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank и www.swissprot.com - База данных по всем первичным структурам белков в свободном доступе.
5. www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed - Лучшие обзорные статьи по биохимии в журнале “AnnualReviewofBiochemistry” можно найти на сайте.

6. www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed - Свободный доступ в крупнейшую базу научных данных в области биомедицинских наук MedLine, включая биохимию.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Объектом диагностики компетенций студентов являются знания, умения, полученные ими в результате изучения учебной дисциплины. Выявление учебных достижений студентов осуществляется с помощью мероприятий текущей и промежуточной аттестации.

Для диагностики компетенций могут использоваться следующие средства текущей аттестации:

- собеседование;
- тест;
- письменная контрольная работа;
- устный ответ на семинарских занятиях;
- отчет по практической работе.

Формами промежуточной аттестации по дисциплине «Биохимия» учебным планом предусмотрены **зачет и экзамен**.

Студент допускается к сдаче зачета по учебной дисциплине «Биохимия» в случае отработки всех лабораторных и семинарских занятий, получения положительных оценок по текущей успеваемости.

Студент допускается к сдаче экзамена по учебной дисциплине «Биохимия» в случае сдачи зачета.

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- выполнение контрольных работ (по 10 балльной системе) по каждой из трех тем УСР – 50 %;

- устные ответы по методикам проведения лабораторных работ, ответы на семинарских занятиях, тестовый контроль теоретических знаний по теме лабораторного и семинарского занятия, качество выполнения лабораторных работ, правильность оформления отчетной документации (по 10 балльной системе) – 50 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине формируется исходя из 40 % за текущую аттестацию и 60 % – за экзамен, при условии получения экзаменационной оценки не ниже 4 баллов.

В случае пропуска лекции без уважительной причины студент должен подготовить реферат (конспект лекции) по теме пропущенного занятия объемом не менее 5 страниц рукописного текста с обязательным указанием списка использованной литературы (не менее 3 источников).

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

**Тема 2.4.-2.5. Особенности ферментативного катализа.
Классификация ферментов – 2 часа.**

Задание: ответить на тестовые вопросы различной степени сложности, выполнить упражнения, решить задачи (провести необходимые расчеты и дать пояснения).

Форма контроля – письменная контрольная работа.

Тема 4.4. Обмен пировиноградной кислоты. Цикл трикарбоновых кислот – 2 часа.

Задание: ответить на тестовые вопросы различной степени сложности, выполнить упражнения, решить задачи (провести необходимые расчеты и дать пояснения).

Форма контроля – письменная контрольная работа.

Тема 7.1. Взаимосвязь и регуляция метаболических процессов – 2 часа (ДОТ).

Задание: ответить на тестовые вопросы различной степени сложности, выполнить упражнения, решить задачи (провести необходимые расчеты и дать пояснения).

Форма контроля – контрольная работа на образовательном портале.

Примеры вопросов, тестов, упражнений, ситуационных и расчетных задач для подготовки к контрольным и УСР приведены в пособии Тесты, упражнения, задачи по биохимии: учебное пособие / Т.А.Кукулянская [и др.] – Минск: Издательский центр БГУ, 2014.

Примеры заданий для УСР по теме «Особенности ферментативного катализа. Классификация ферментов»

1. Класс ферментов указывает на:

A. конформацию фермента	C. тип химической реакции, катализируемой данным ферментом
B. тип кофермента	D. строение активного центра фермента
2. Составной частью коэнзима А является:

A. <i>n</i> -аминобензойная кислота	D. оротовая кислота
B. пиридоксин	E. пантотеновая кислота
C. карнитин	
3. К какому классу относится фермент пируватдегидрогеназа:

A. Трансферазы	D. Гидролазы
B. Лигазы	E. Лиазы
C. Оксидоредуктазы	F. Изомеразы
4. К кофакторам относятся:

5. Ингибирирование аллостерического фермента происходит в результате действия
A. субстрата
B. положительного эффектора
C. отрицательного эффектора
D. кофактора

6. В реакции фосфорилирования белков принимают участие (выберите правильные ответы)
A. протеиназа
B. пептидаза
C. протеинкиназа
D. АТФ
E. АМФ
F. H_3PO_4

7. Фермент, гидролизующий лактозу, называется:
A. лактаза;
B. лактолиаза;
C. лактогидратаза;
D. лактомутаза.

8. Как называется дополнительная группа фермента, легко диссоциирующая с его белковой частью:
A. Кофактор
B. Кофермент
C. Холофермент
D. Апофермент
E. Простетическая группа

9. Активация зимогенов происходит в результате:
A. Ограниченнего протеолиза
B. Действия протеинкиназ
C. Взаимодействия с белковыми ингибиторами
D. Индукции генов

10. Простые ферменты состоят из:
A. остатков аминокислот
B. остатков аминокислот и углеводов
C. остатков аминокислот и небелковых компонентов
D. липидов и углеводов

11. Ферменты:
A. катализируют реакции, сопровождающиеся увеличением свободной энергии
B. не смещают равновесие реакции
C. расходуются в ходе реакции
D. проявляют субстратную специфичность

12. Для ферментов обладающих абсолютной специфичностью характерно:
A. превращение одного единственного субстрата
B. превращение группы субстратов с одинаковым типом связей
C. превращение стереоизомеров одного типа

13. Удельная активность фермента это:
- A. число молекул субстрата, подвергающихся превращению одной молекулой фермента в минуту;
 - B. число единиц активности фермента, приходящихся на 1 мг белка;
 - C. количество фермента, способное вызывать превращение 1 моля субстрата в продукт за 1 секунду.
14. Скорость ферментативной реакции зависит от:
- A. концентрации фермента
 - B. молекулярной массы фермента
 - C. молекулярной массы субстрата
 - D. молекулярной гетерогенности фермента
15. Какие ферменты являются металлоферментами, а какие – активируемыми металлами? Приведите примеры.
16. Чем выше константа Михаэлиса, тем:
- A. выше сродство фермента к субстрату
 - B. ниже сродство фермента к субстрату
 - C. сродство фермента к субстрату остается неизменным
17. График построенный по уравнению Лайнувиера и Берка позволяет точно определить:
- A. Концентрацию фермента
 - B. Концентрацию субстрата
 - C. Скорость реакции
 - D. Максимальную скорость реакции
18. Выберите верные утверждения:
- A. Специфичность действия сложных ферментов определяется коферментом.
 - B. Активный центр фермента состоит из субстрат-связывающего и каталитического участков.
 - C. Активность фермента не зависит от концентрации субстрата.
19. Укажите класс фермента, катализирующего следующую реакцию:
ацетальдегид + НАДН(Н⁺) → этанол + НАД⁺

Примеры заданий для УСР по теме «Обмен пировиноградной кислоты. Цикл трикарбоновых кислот»

1. Сколько молекул АТФ образуется при гликолитическом расщеплении трех молекул глюкозы в анаэробных условиях:
- | | |
|------------|-------------|
| А – 9 АТФ; | В – 12 АТФ; |
| Б – 6 АТФ; | Г – 24 АТФ. |
2. В процессе реакции гликолитической оксиредукции происходит:
- А – восстановление НАД⁺ до НАДН(Н⁺);
 - Б – фосфорилированием АДФ до АТФ;
 - В – восстановлением пирувата до лактата.

- 9.** Активаторами окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты являются:
- А - АТФ;
Б - АДФ;
В - пируват;
Г - ацетил-КоА.
- 10.** Сколько молекул АТФ синтезируется (максимально) при полном аэробном окислении пировиноградной кислоты, образовавшейся в процессе гликолитического расщепления трех молекул глюкозы?
- 11.** Из перечисленных утверждений выберите правильное:
- А – Дегидрогеназа 3-фосфоглицеринового альдегида содержит в качестве простетической группы ФАД
Б – Гликоген в гепатоцитах легко гидролизуется до глюкозы
В – Образование глюкозо-6-fosфата является начальной стадией гликолиза
- 12.** Какие реакции гликолиза связаны с процессом субстратного фосфорилирования:
- А – Реакция преобразования 3-фосфоглицеринового альдегида в 3-фосфоглицериновую кислоту
Б – Реакция преобразования фосфоенолпирувата в пировиноградную кислоту
В – Реакция преобразования пирувата в лактат
- 13.** Сколько молекул макроэргических нуклеозидтрифосфатов образуется в цикле Кребса при передаче электронов в ЭТЦ путем окислительного фосфорилирования?
- 14.** Подберите к ключевым словам соответствующие смысловые пары (обозначенные буквами).
- Процесс: 1 – анаэробный гликолиз, 2 – аэробный гликолиз.
а – образовавшийся в реакции гликолитической оксиредукции НАДН(H^+) является донором \dot{e} для восстановления O_2 ;
б – образовавшийся в реакции гликолитической оксиредукции НАДН(H^+) является донором \dot{e} для восстановления пировиноградной кислоты.
- 15.** Напишите уравнение конденсации ацетил-КоА и оксалоацетата (ЩУК). Назовите фермент, катализирующий реакцию, и продукт реакции.
- 16.** Какой фермент обеспечивает способность печени и почек поставлять глюкозу в кровь:
- А – глюкозо-1-фосфатуридилтрансфераза
Б – пируваткиназа
В – фософруктокиназа
Г – фосфатаза глюкозо-6-фосфата
- 17.** Какие из нижеперечисленных веществ способны ингибиовать фософруктокиназу:
- А – ГТФ
Б – лактат и пируват
В – АТФ, цитрат

Г – 3-фосфоглицериновый альдегид

18. К какому эффекту приводит фосфорилирование глюкозы гексо- или глюкокиназой:

А – увеличению способности проходить через мембранны и, таким образом, к лучшему поступлению глюкозы в различные клетки

Б – снижению метаболической активности глюкозы и облегчению ее депонирования

В – снижению способности глюкозы проникать через цитоплазматические мембранны и, таким образом, задержке глюкозы внутри клетки

19. Какой фермент обладает большей активностью при низкой концентрации глюкозы:

А – гексокиназа

Б – глюкокиназа

20. Какой из ферментов гликолиза содержит НАД в качестве кофактора:

А – Гликогенфосфорилаза

Б – Фруктозо-1,6-бисфосфат альдолаза

В – Дегидрогеназа 3-фосфоглицеринового альдегида

Г – Енолаза

Д – Пируваткиназа

Примеры заданий для УСР по теме «Взаимосвязь и регуляция метаболических процессов»

Выберите верные утверждения:

1. а) Адреналин и норадреналин синтезируются путем ряда последовательных реакций из свободного тирозина; б) синтез гормонов щитовидной железы осуществляется путем иодирования остатков тирозина в молекуле тиреоглобулина; в) тиреоглобулин, как и иодтиронины, обладает гормональными свойствами; д) гормональными свойствами обладают иодтиронины, освобождающиеся при протеолизе тиреоглобулина.
2. а) Синтез тироксина и триiodтиронина катализируется тиреоидпероксидазой; б) катехоламины ингибируют фосфоролиз гликогена в печени и скелетных мышцах; в) особенность регуляторного действия катехоламинов заключается в том, что адреналин активирует, а норадреналин угнетает аденилатциклазу; д) адреналин и норадреналин обладают выраженным регуляторным действием на углеводный метаболизм, при отсутствии липидмобилизующей активности.
3. а) Катехоламины реализуют регуляторное действие после взаимодействия с рецепторами клеточной мембранны; б) тиреоидные гормоны связываются с внутриклеточными рецепторами и влияют на скорость синтеза белков на стадии транскрипции; в) инсулин проявляет свое действие, не проникая в клетку; д) стероидные гормоны поступают в клетку и в комплексе с цитоплазматическими белками-рецепторами связываются с ДНК.
4. Стероидные гормоны: а) синтезируются из холестерина; б) синтезируются, не секретируются в кровь сразу после биосинтеза, а накапливаются в небольших

количествах; в) для транспортировки в крови связываются со специфическими плазматическими белками-переносчиками; д) плохо растворимы в воде, поэтому переносятся кровью в составе хиломикронов.

5. а) Эстрадиол в реакциях биосинтеза является предшественником тестостерона; б) адренокортикотропин, тиреотропин, гонадотропин, соматотропин входят в группу гормонов передней доли гипофиза; в) инсулин, глюкагон, соматостатин, секретин, панкреатический полипептид синтезируются поджелудочной железой; г) тестостерон, эстрадиол, прогестерон, релаксин синтезируются половыми железами.
6. а) В норме в надпочечниках человека в течение суток альдостерона образуется меньше, чем кортикостерона; б) в мозговом слое надпочечников человека содержание адреналина больше содержания норадреналина; в) гормональный эффект левовращающего изомера адреналина равен гормональному эффекту его правовращающего изомера; г) число аминокислотных остатков в молекуле окситоцина больше, чем в молекуле вазопрессина.
7. а) Содержание иода в молекуле тироксина меньше, чем в молекуле иодтиронина; б) молекулярная масса соматотропина человека меньше, чем обезьяны; в) молекулы кортикостерона и альдостерона характеризуются одинаковым количеством гидроксильных групп; г) кортикостерон содержит на одну гидроксильную группу больше, чем кортизол.
8. Проследите процесс биосинтеза пептидного гормона до момента его созревания: а) прогормон; б) трансляция; в) мРНК; г) зрелый гормон; д) отщепление сигнального пептида; е) транскрипция; ж) ограниченный протеолиз (и другая модификация); з) ДНК; и) сплайсинг.
9. К каким в функциональном значении релизинг-факторам добавляется окончание либерин, а к каким – статин?
10. Рассчитайте суточную потребность человека в иоде, если известно, что в норме в среднем за сутки синтезируется 0,33 мг тироксина.

Примерная тематика лабораторных занятий

Лабораторное занятие 1. Разделение и идентификация аминокислот методом тонкослойной хроматографии. Анализ состава неизвестной смеси. (6 часов)

Лабораторное занятие 2. Специфичность действия ферментов. Влияние внешних факторов на активность ферментов. Изучение кинетики действия фермента пероксидазы хрена. (6 часов)

Лабораторное занятие 3. Изучение пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Введение в биоинформатику: базовые инструменты, онлайн-сервисы и анализ данных. (6 часов)

Лабораторное занятие 4. Анализ жирорастворимых витаминов (производных стероидов и изопреноидов) методом газовой хроматографии с использованием метода добавок. (6 часов)

Лабораторное занятие 5. Изучение проницаемости мембран клеток дрожжей для красителей. Флуорогенные тесты. Оценка жизнеспособности клеток дрожжей. (6 часов)

Примерная тематика семинарских занятий

Семинарское занятие 1. Структурная организация ферментов. Механизм действия ферментов. (4 часа)

Семинарское занятие 2. Особенности ферментативного катализа. Регуляция активности ферментов. (4 часа)

Семинарское занятие 3. Ферментативное расщепление нуклеиновых кислот. Разнообразие и специфичность нуклеаз. Рестриктазы. Полимеразная цепная реакция. (4 часа)

Семинарское занятие 4. Метаболизм белков и аминокислот. Ограниченный протеолиз. Убиквитин-зависимая деградация белков. (4 часа)

Семинарское занятие 5. Полное аэробное окисление глюкозы и жирных кислот. Энергетическая характеристика этих процессов. Цикл трикарбоновых кислот. (4 часа)

Семинарское занятие 6. Гормональная регуляция метаболических процессов. Мембранны-опосредованный и цитозольный механизмы действия гормонов. (4 часа)

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

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

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

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Биохимия» предполагается использовать современные информационные ресурсы: разместить на образовательном портале комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к лабораторным занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к экзамену, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематику рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

При изучении дисциплины до сведения студентов вначале семестра доводится информация, которая включает: методы и формы контроля знаний и правила начисления баллов. Для активации работы студентов в семестре используется:

- организация непрерывного текущего контроля качества знаний студентов в течение всего срока изучения дисциплины, стимулирование работы студентов в течение семестра на основе использования накопительной рейтинговой системы;
- повышение значимости самостоятельной и индивидуальной работы путем разработки и выдачи студентам индивидуальных вариантов заданий, возможность получить консультацию и индивидуальную помощь при их выполнении;
- внесение элементов состязательности в обучение путем предоставления студентам возможности в любой момент времени получить информацию о рейтинге;
- дифференцированный подход к оценке знаний студентов, стимулирование высокого рейтинга по дисциплине.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Классификация аминокислот. Применение аминокислот в медицине и различных отраслях промышленности.
2. Физико-химические свойства, амфотерность и реакционная способность аминокислот.
3. Принципы организации, разнообразие и роль пептидов. Характеристика пептидной связи.
4. Функциональная классификация белков.
5. Физико-химические свойства белков. Денатурация и ренатурация белков.
6. Первая структура белков. Характеристика пептидной связи.

7. Вторичная структура белков – α - и β -структуры. Сверхвторичная структура белков.
8. Строение и функциональная роль доменов. Третичная структура.
9. Глобулярные и фибриллярные белки.
10. Четвертичная структура белков. Надмолекулярные белковые комплексы.
11. Структурная классификация белков. Характеристика и разнообразие простых белков.
12. Структурная классификация белков. Характеристика и разнообразие сложных белков.
13. Структурная организация нуклеозидов и нуклеотидов. Применение природных и синтетических нуклеозидов и нуклеотидов.
14. Структурная организация олигонуклеотидов, полинуклеотидов (нукleinовых кислот). Первичная структура нукleinовых кислот.
15. Вторичная структура ДНК. Формы двойной спирали ДНК. Связи, стабилизирующие структуру ДНК. Принцип комплементарности.
16. Структурная организация хроматина. Компактизация ДНК.
17. Структура, свойства и функции матричных, рибосомальных и транспортных РНК.
18. Классификация и номенклатура углеводов. Структура и свойства моносахаридов. Особенности строения и изомерии моносахаридов.
19. Производные моносахаридов: кислоты, гликозиды, аминосахара, фосфосахара. Структура и свойства.
20. Олигосахариды. Строение, свойства и биологическая роль основных природных дисахаридов. Редуцирующие и нередуцирующие олигосахариды.
21. Полисахариды: гомо- и гетерогликаны. Строение, свойства и значение основных резервных и структурных гомогликанов.
22. Гетерогликаны. Классификация, структурная организация и их распространение. Протеогликаны.
23. Классификация липидов. Строение, физико-химические свойства и функциональная роль липидов.
24. Классификация и номенклатура жирных кислот. Строение и физико-химические свойства природных жирных кислот (насыщенных;mono- и полиеновых). Эйказановые жирные кислоты.
25. Простые липиды: ацилглицерины, воски. Принципы структурной организации. Физико-химические свойства и биологическая роль.
26. Фосфолипиды: глициерофосфолипиды и сфингомиелины. Структурная организация, физико-химические свойства и биологическая роль.
27. Гликолипиды: цереброзиды и ганглиозиды. Структурная организация, физико-химические свойства и биологическая роль.
28. Стероиды: структура, физико-химические свойства и разнообразие. Характеристика важнейших представителей.
29. Ферменты. Характеристика ферментативного катализа. Классификация ферментов.

30. Структурная организация ферментов. Простые и сложные ферменты. Структура активного центра.
31. Причины высокой катализитической активности ферментов. Теории ферментативного катализа.
32. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ (субстрата, фермента). Уравнение Михаэлиса-Ментен.
33. Активаторы и ингибиторы ферментов. Типы ингибирования.
34. Аллостерическая регуляция активности ферментов. Положительные и отрицательные аллостерические эффекторы.
35. Регуляция активности ферментов путем ковалентной модификации.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Ферментативное расщепление белков в желудочно-кишечном тракте. Активация пищеварительных протеолитических ферментов.
2. Внутриклеточный протеолиз. Убиквитинирование белков.
3. Основные пути катаболизма аминокислот. Декарбоксилирование аминокислот.
4. Основные пути катаболизма аминокислот. Пути образования амиака. Механизм окислительного дезаминирования.
5. Основные пути катаболизма аминокислот. Механизм и биологическое значение переаминирования.
6. Метаболизм метионина и роль продуктов его модификации.
7. Метаболизм ароматических аминокислот. Роль продуктов декарбоксилирования и модификации ароматических аминокислот.
8. Обезвреживание амиака в организме. Синтез амидов дикарбоновых аминокислот. Их роль в обмене веществ.
9. Орнитиновый цикл мочевинообразования. Роль синтеза мочевины.
10. Заменимые и незаменимые аминокислоты. Основные пути введения аминогруппы в органические соединения и образования аминокислот.
11. Биосинтез белка. Активация аминокислот. Этапы и механизм трансляции.
12. Энергетическая характеристика процесса трансляции. Посттрансляционная модификация белка.
13. Ферментативное расщепление нуклеиновых кислот, нуклеотидов и нуклеозидов.
14. Катаболизма пуриновых и пиримидиновых оснований. Продукты катаболизма азотистых оснований.
15. Биосинтез пуриновых и пиримидиновых рибонуклеотидов. Роль фосфорибозильного компонента. Образование дезоксирибонуклеотидов.
16. Биосинтез РНК. Этапы процесса транскрипции. Посттранскрипционная модификация мРНК. Биологическая роль транскрипции.
17. Репликация ДНК. Механизм репликации. Биологическая роль репликации.

18. Ферментативное расщепление олиго- и полисахаридов в желудочно-кишечном тракте. Внутриклеточное расщепление гликогена.
19. Дихотомический пути расщепления глюкозы в аэробных условиях (опишите химизм процесса). Ключевые метаболиты, регуляция процесса. Значение гликолиза.
20. Гликогенолиз. Регуляция гликогенолиза. Особенности расщепления гликогена в мышцах и печени.
21. Глюконеогенез, его значение. Обходные реакции глюконеогенеза (химизм).
22. Синтез гликогена. Функции гликогенина.
23. Пентозофосфатный путь обмена углеводов, его значение.
24. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Структурная организация и локализация мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса.
25. Амфиболический цикл трикарбоновых кислот. Локализация цикла, ключевые метаболиты и баланс энергии в ЦТК.
26. Химизм реакций цикла трикарбоновых кислот. Необратимые реакции цикла. Регуляция цикла.
27. Обмен пировиноградной кислоты в анаэробных и аэробных условиях. Энергетическая характеристика процессов.
28. Энергетическая характеристика полного аэробного окисления глюкозы и окисления глюкозы в анаэробных условиях.
29. Расщепление липидов в желудочно-кишечном тракте. Эмульгирование жиров. Желчные кислоты.
30. Всасывание липидов и продуктов их расщепления в кишечнике. Транспортные формы липидов (липопротеины). Особенности внутриклеточного липолиза.
31. β -окисление жирных кислот. Локализация и химизм этого процесса. Энергетический баланс этого процесса. α - и ω -окисление жирных кислот.
32. Взаимосвязь между β -окислением жирных кислот и циклом Кребса. Химизм и локализация процесса β -окислением жирных кислот. Особенности окисления ненасыщенных жирных кислот и жирных кислот с нечетным числом углеродных атомов.
33. Синтез жирных кислот. Химизм и локализация этого процесса. Мультиферментный комплекс синтазы жирных кислот.
34. Механизмы поступления ацетил-КоА в цитоплазму для синтеза жирных кислот. Особенности синтеза ненасыщенных жирных кислот и удлинение углеродной цепи.
35. Биосинтез стероидов. Роль фермента ГМГ-редуктазы.
36. Образование кетоновых тел. Их роль как источников энергии.
37. Биосинтез триацилглицеринов и глицирофосфолипидов. Роль фосфатидной кислоты в этих процессах.
38. Структурная организация дыхательной цепи митохондрий. Ступенчатый транспорт электронов от субстратов окисления кислороду.

39. Механизм сопряжения окисления и синтеза АТФ (fosфорилирования АДФ) в дыхательной цепи.

40. Взаимосвязь процессов метаболизма углеводов, липидов и белков. Пути регуляции метаболических процессов.

41. Гормональная регуляция метаболических процессов: регуляция активности или количества ферментов.

42. Структурное разнообразие гормонов и общая характеристика их действия. Строение гормональных рецепторов.

43. Гидрофобные гормоны. Цитозольный механизм действия гормонов.

44. Мемранопосредованный механизм действия гормонов. Роль внутриклеточных посредников в проведении и усилении гормонального сигнала.

45. Особенности гормональной регуляции углеводного, липидного и белкового обмена.

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)
Дисциплина не требует согласования			

Декан химического факультета БГУ
кандидат химических наук, доцент

А.В.Зураев

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**
«Биохимия»
 на 2024/2025 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	Примерная тематика семинарских занятий Занятие 1. Структура и свойства белков и пептидов (2 ч.) Занятие 2. Структура и механизм действия ферментов. (2 ч.). Занятие 3. Классификация ферментов. (2 ч.). Занятие 4. Метаболизм белков и аминокислот (2 ч.) Занятие 5. Нуклеиновые кислоты. Матричные синтезы (2 ч.) Занятие 6. Структура и физико-химические свойства углеводов (2 ч.) Занятие 7. Метаболизм углеводов (2 ч.) Занятие 8. Цикл трикарбоновых кислот (2 ч.) Занятие 9. Катаболизм липидов. (2 ч.) Занятие 10. Синтез липидов. (2 ч.) Занятие 11. Биоэнергетика. Субстратное и окислительное фосфорилирование АДФ (синтез АТФ) (2 ч.) Занятие 12. Гормоны. Гормональная регуляция метаболических процессов (2 ч.)	

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры высокомолекулярных соединений (протокол № 1 от 30.08.2024 г.)

Заведующий кафедрой

К.Х.Н.,

А.С.Боковец

УТВЕРЖДАЮ
 Декан химического
 факультета

А.В.Зураев

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**
«Биохимия»
 на 2025/2026 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	<p>Формирование отметки за текущую аттестацию:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение контрольных работ (по 10 балльной системе) по каждой из трех тем УСР – 50 %; - отчет о выполнении лабораторных работ и устные ответы по методикам проведения лабораторных работ – 25 %; - ответы и тестовый контроль на семинарских занятиях – 25 %. 	<p>ПОЛОЖЕНИЕ о модульно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине, модулю в Белорусском государственном университете</p>

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры высокомолекулярных соединений (протокол № 1 от 29.08.2025 г.)

Заведующий кафедрой
к.х.н.

А.С.Боковец

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического
факультета

А.В.Зураев