

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор



А.И.Жук

2025 г.

Регистрационный № УД-25-03-17-2025/уч.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности:

6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия)

2025 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования, утвержденного 02.08.2023, рег. № 225 и учебного плана по специальности 6-05-0113-03 «Природоведческое образование (биология и химия)», утверждённого 23.02.2023, рег № 009–2023/У.

СОСТАВИТЕЛИ:

В.П.Егорова, доцент кафедры химии и методики преподавания химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат биологических наук, доцент;
Е.В.Васьковцев, старший преподаватель кафедры химии и методики преподавания химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра общей химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»;
А.В.Зураев, декан химического факультета Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой химии и методики преподавания химии
(протокол № 12 от 04.06.2025 г.)

Заведующий кафедрой



А.Л. Козлова-Козыревская

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»
(протокол № 5 от 17.06.2025 г.)

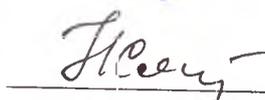
Оформление учебной программы и сопровождающих её материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует

Методист учебно-методического
отдела



Е.А.Кравченко

Директор библиотеки



Н.П.Сятковская

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Биологическая химия» предусмотрена образовательным стандартом и типовым учебным планом подготовки студентов по специальности 1-02 04 01 «Биология и химия» и относится к дисциплинам компонента учреждения высшего образования. Она является одной из важнейших фундаментальных дисциплин в системе биологического образования.

Учебная дисциплина «Биологическая химия» является базовой при изучении ряда учебных дисциплин химического и биологического профиля студентами педагогических специальностей учреждений высшего образования и способствует развитию их творческого мышления.

Учебная дисциплина «Биологическая химия» включает, прежде всего, данные о структуре, физико-химических свойствах и биологической активности всех основных классов соединений биологического происхождения, а также о строении и основных понятиях механизма действия ферментов («Статическая биохимия» или «Структурная биохимия»).

Вторая часть учебной дисциплины посвящена особенностям процессов метаболизма в живых организмах, включая реакции обмена углеводов, липидов, белков, нуклеиновых кислот, а также взаимосвязи метаболизма отдельных групп веществ и регуляции метаболических процессов («Динамическая биохимия» или «Метаболическая биохимия»).

Программа дисциплины «Биологическая химия» составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным дисциплинам химического и биологического профиля: «Общая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Основы химии полимеров» и «Физиология человека».

Целью изучения учебной дисциплины «Биологическая химия» является формирование у студентов целостной системы знаний о химическом составе живых организмов, физико-химических и функциональных свойствах соединений биологического происхождения, основных путях метаболизма, механизмах регуляции и взаимосвязи метаболических процессов.

К основным **задачам** учебной дисциплины относятся:

- создание целостного представления о химическом составе живых организмов;
- усвоение особенностей физико-химических и функциональных свойств соединений биологического происхождения;
- создание целостного представления об основных путях метаболизма, механизмах регуляции и взаимосвязи метаболических процессов;
- формирование навыков работы в лаборатории биологической химии.

Основными формами занятий являются лекции, лабораторные и практические занятия. Лекции должны носить проблемный характер, быть направленными на рассмотрение основных вопросов программы. Во время лабораторных занятий формируются навыки экспериментальной работы; связь с лекционным курсом осуществляется через систему коллоквиумов согласно тематике лабораторного практикума. Контроль усвоения знаний, навыков и

умений осуществляется в форме устного опроса (индивидуального и коллективного), письменная проверка (самостоятельная и контрольная работа), тест, практическая работа.

Данная учебная дисциплина опирается на знания, полученные по предметам: химии, биологии и физики средней школы, а также с дисциплиной «Анатомия человека», входящей в модуль «Анатомия человека и генетика».

Изучение учебной дисциплины «Биологическая химия» должно обеспечить формирование у студентов специализированной компетенции:

СК-7 – Владеть знаниями строения и свойств биомолекул, их метаболизма и его регуляции, объяснять важнейшие процессы жизнедеятельности организмов животных, растений, микробов и проводить эксперимент по изучению свойств биомолекул и их превращениям

В результате изучения учебной дисциплины «Биологическая химия» студент должен **знать**:

- теоретическую и практическую значимость биологической химии, взаимосвязь с другими естественными науками;
- строение и свойства изучаемых в курсе классов метаболитов;
- особенности метаболизма углеводов, липидов, белков;
- основные понятия о взаимосвязи процессов метаболизма отдельных групп соединений биологического происхождения и механизмах его регуляции;
- основные приемы работы в лаборатории биологической химии;
- основные физико-химические методы исследования биохимических компонентов живых организмов.

В результате изучения учебной дисциплины «Биологическая химия» студент должен **уметь**:

- использовать знания биохимии при объяснении важнейших процессов жизнедеятельности в органах и тканях животных, растений, клетках микроорганизмов;
- записывать уравнения метаболической трансформации изученных соединений;
- пользоваться основными способами изображения структуры и пространственного строения молекул соединений биологического происхождения;
- проводить эксперимент по изучению химических и физико-химических свойств соединений биологического происхождения, реакций их метаболического превращения;
- представлять итоги выполненной работы в виде отчетов, рефератов и докладов.

В результате изучения учебной дисциплины «Биологическая химия» студент должен **владеть**:

- основами номенклатуры и классификации соединений биологического происхождения;
- принципами построения биохимических компонентов клетки, их метаболизма и взаимосвязи;

– основными приемами физико-химических методов анализа биохимического материала;

– основами техники лабораторного эксперимента.

При преподавании учебной дисциплины целесообразно применять разнообразные сочетания элементов проблемного и развивающего обучения, индивидуально ориентированного подхода, модульной и проектной технологии, технологии ТСО, а также разные формы моделирования. При этом широко используются специфические для биологической химии методы обучения, а именно – химический эксперимент, моделирующий биологические процессы, и решение задач с химико-биологическим содержанием (целесообразно выполнение не менее трех контрольных работ в семестре).

В программе отражены современное состояние и пути развития химических и биологических наук. Это позволит будущему преподавателю в теоретическом плане быть более мобильным и отзывчивым к запросам времени.

Всего на изучение учебной дисциплины на дневной форме получения образования отводится 216 часов (6 з.е.), из них аудиторных – 110 часов (в том числе: 42 часа – лекций, 32 часов – лабораторных занятий, 18 часов – практических занятий, 18 часов – семинары).

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов составляет 106 ч.

Форма текущей аттестации – экзамен (3 семестр).

**Распределение бюджета учебного времени
дневная форма получения образования**

Название учебной дисциплины	Семестр	Количество часов учебных занятий						Самостоятельная (внеаудиторная) работа	Форма текущей аттестации	Количество зачетных единиц
		всего	аудиторных	лекции	практические	семинарские	лабораторные			
Биологическая химия	3	216	110	42	18	18	32	106	экзамен	6

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ВВЕДЕНИЕ. ПРЕДМЕТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ХИМИИ, ОБЪЕКТЫ ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ И СВЯЗЬ С ДРУГИМИ НАУКАМИ

Биохимия - наука о веществах, которые входят в состав живой природы, и превращениях, лежащих в основе разнообразных проявлений жизнедеятельности. Теоретическая и практическая значимость биохимии, связь другими естественными науками. Краткая история развития биохимии.

2. СТАТИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ

2.1. Аминокислоты, пептиды

Классификация аминокислот. Их химическая структура и физико-химические свойства, стереохимия, амфотерность, реакционная способность. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Характеристика пептидной связи. Принципы организации и биологическая роль пептидов.

2.2. Белки

Распространение в биообъектах, разнообразие, биологическая роль белков. Их физико-химические свойства. Методы очистки и идентификации белков. Принципы структурно-функциональной организации белковой молекулы. Методы изучения структуры белков. Характеристика связей, стабилизирующих структуру молекулы белка. Первичная структура белков. Гидролиз белков, определение аминокислотного состава. Вторичная структура белков: α -спирали, β -структуры, изгибы, неупорядоченный клубок. Строение и функциональная роль доменов. Третичная структура, фолдинг белков, шапероны. Глобулярные и фибриллярные белки. Четвертичная структура белков. Надмолекулярные белковые комплексы. Денатурация и ренатурация белков. Классификация белков, простые и сложные белки. Строение, свойства и биологическая роль хромопротеинов (флавопротеины и гемопроотеины), гликопротеинов, липопротеинов, металлопротеинов, фосфопротеинов и нуклеопротеинов.

2.3. Ферменты

Особенности биокаталитических процессов. Принципы структурной организации ферментов. Активные и регуляторные центры. Роль коферментов, простетических групп, кофакторов в биокатализе. Коферментные формы витаминов. Участие металлов в ферментативных процессах. Механизм действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Каталитические параметры. Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, от pH и температуры. Активация и ингибирование ферментов. Единицы ферментативной активности. Изоферменты и множественные формы ферментов. Принципы регуляции ферментативных реакций. Классификация и номенклатура ферментов.

2.4. Углеводы

Классификация и номенклатура. Биологическая роль и распространение в природе. Особенности строения, изомерии, конформации и биохимических свойств моносахаридов. Производные моносахаридов: кислоты, гликозиды, аминсахара, фосфосахара. Олигосахариды. Строение, свойства и биологическая роль основных представителей природных дисахаридов. Полисахариды: гомо- и гетерополисахариды. Строение, свойства и значение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина. Гетерополисахариды. Классификация, распространение и биологическая роль. Протеогликаны. Гликозаминогликаны.

2.5. Липиды

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). Ацилглицерины. Воски. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды и сфингомиелины. Гликолипиды: цереброзиды и ганглиозиды. Стероиды: структура, свойства и биологическая роль важнейших представителей. Особенности химического строения эйкозаноидов.

2.6. Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты

Распространение и локализация в биологических структурах, разнообразие, состав, биологическая роль. Азотистые основания. Углеводные компоненты. Химическое строение и функции природных и синтетических нуклеозидов и нуклеотидов (включая трифосфаты, циклические, флавиновые и пиридиновые). Структурная организация олигонуклеотидов, полинуклеотидов (нуклеиновых кислот). Характеристика первичной структуры ДНК. Формы двойной спирали ДНК. Связи, стабилизирующие структуру ДНК. Принцип комплементарности. Одно- и двуцепочечные, кольцевые и линейные молекулы ДНК. Структура, свойства и функции матричных (мРНК), рибосомальных (рРНК) и транспортных РНК (тРНК). Физико-химические свойства ДНК и РНК.

2.7. Витамины

Классификация и номенклатура витаминов. Источники витаминов. Понятие нормы потребления. Причины гипо-, гипер- и авитаминозов. Структура, свойства и биологическая роль отдельных водорастворимых (биохимический механизм действия) и жирорастворимых (физиологический механизм действия) витаминов. Провитамины, условия превращения в активные витамины.

2.8. Гормоны

Классификация гормонов. Химическая природа и роль важнейших гормонов в регуляции обмена веществ и синтеза белков. Особенности механизмов действия стероидных и белковых гормонов. Особенности функции простаноидов как местных гормонов. Функции циклических нуклеотидов и других внутриклеточных посредников в проведении и усилении гормонального сигнала.

3. ДИНАМИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ

3.1. Обмен углеводов

Превращение и всасывание углеводов в пищеварительном тракте. Принципы метаболизма олиго- и полисахаридов. Синтез и распад гликогена. Взаимопревращения моносахаридов. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Биохимия гликолиза. Различные типы брожения. Эффект Пастера эффект Кребтри. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Пируватдегидрогеназный комплекс. Цикл трикарбоновых кислот: ферменты цикла и последовательность протекания реакций. Восстановление НАД и ФАД, субстратное фосфорилирование. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фазы углеводного обмена. Гликогенолиз и синтез гликогена. Глюконеогенез. Характеристика обходных реакций гликолиза. Пентозофосфатный путь обмена углеводов. Окислительные и неокислительные реакции, их биологическая роль.

3.2. Обмен липидов

Расщепление и всасывание липидов в желудочно-кишечном тракте. Роль желчи. Транспорт жирных кислот в крови и лимфе, трансмембранный перенос. Пути окисления жирных кислот. β -окисление жирных кислот: механизм, пластическая и энергетическая роль. Синтез жирных кислот. Синтетаза жирных кислот. Принципы биосинтеза ацилглицеринов и фосфолипидов.

3.3. Обмен белков, пептидов, аминокислот

Азотистый баланс. Ферментативный тотальный гидролиз белков. Протеолитические ферменты. Ограниченный протеолиз белков и пептидов. Пути образования и распада аминокислот. Процессы дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Механизм и биологическое значение переаминирования. Образование и детоксикация аммиака. Восстановительное аминирование. Образование амидов аминокислот и его физиологическое значение. Биосинтез мочевины. Типы азотистого обмена: аммонийотелический, уреотелический и урикоотелический.

Биосинтез белков и пептидов: локализация и биологическая роль. Активация аминокислот, образование аминоацил-тРНК. Функции мРНК в синтезе белка. Рибосомы: структура и функции. Этапы процесса трансляции, их сущность. Посттрансляционная модификация белков и пептидов в клетках.

3.4. Обмен нуклеиновых кислот

Расщепление нуклеиновых кислот нуклеазами. Принципы распада и биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Биосинтез ДНК и РНК. Репликация ДНК: биохимические механизмы и биологическая роль. Биохимические основы полимеразной цепной реакции. Биохимические механизмы и биологическая роль транскрипции.

3.5. Энергетический обмен и биологическое окисление

Введение в обмен веществ и энергии. Макроэргические соединения. АТФ и другие нуклеозидтрифосфаты. Энергетический баланс процессов метаболизма. Основные понятия биохимической термодинамики. Классификация реакций

биологического окисления. Принципы структурно-функциональной организации электрон-транспортной (дыхательной) цепи митохондрий. НАД- и НАДФ-зависимые дегидрогеназы, флавиновые дегидрогеназы, убихинон, цитохромы и цитохромоксидаза. Механизмы сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Трансмембранный потенциал протонов и работа АТФ-синтетазы. Пути потребления кислорода в ферментативных реакциях. Активные формы кислорода. Перекисное окисление липидов. Регуляторы свободно-радикального окисления в клетках. Антиоксидантная система организма.

3.6. Интеграция и регуляция биохимических процессов

Важнейшие биохимические принципы метаболизма как совокупности реакций биосинтеза, превращений и распада биомолекул. Внутриклеточная локализация биохимических процессов. Принципы регуляции метаболизма в клетках и в организме. Взаимосвязь углеводного, липидного и белкового обменов. Ключевые реакции и метаболиты. Обмен веществ как единая система процессов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы, перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов	Методические пособия, средства обучения (оборудование и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные работы				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 семестр									
1	<p>Введение. Предмет биологической химии, объекты ее изучения и связь с другими науками</p> <p>Биохимия - наука о веществах, которые входят в состав живой природы, и превращениях, лежащих в основе разнообразных проявлений жизнедеятельности.</p> <p>Теоретическая и практическая значимость биохимии, связь другими естественными науками.</p> <p>Краткая история развития биохимии.</p>	2				4	Мультимедийная презентация	1–4	
2	Статическая биохимия								
2.1	<p>Аминокислоты, пептиды</p> <p>Классификация аминокислот.</p> <p>Их химическая структура и физико-химические свойства, стереохимия, амфотерность, реакционная способность.</p> <p>Заменимые и незаменимые аминокислоты.</p> <p>Характеристика пептидной связи.</p> <p>Принципы организации и биологическая роль пептидов.</p> <p>Л. р. Цветные реакции на аминокислоты и белки.</p>	2		2		8	Мультимедийная презентация. Оборудование, химреактивы, необходимы	1–4	Контрольная работа

							мые для выполнения лабораторной работы		Защита лабораторной работы
2.2	<p>Белки</p> <p>Распространение в биообъектах, разнообразие, биологическая роль белков. Методы очистки и идентификации белков.</p> <p>Принципы структурно-функциональной организации белковой молекулы. Характеристика связей, стабилизирующих структуру (конформацию) молекулы белка.</p> <p>Методы изучения структуры белков.</p> <p>Первичная структура белков. Гидролиз белков, определение аминокислотного состава.</p> <p>Вторичная структура белков: α-спирали, β-структуры, изгибы, неупорядоченный клубок. Строение и функциональная роль доменов.</p> <p>Третичная структура, фолдинг белков, шапероны. Глобулярные и фибриллярные белки. Четвертичная структура белков.</p> <p>Надмолекулярные белковые комплексы: мультиферментные системы, биомембраны, рибосомы, хромосомы.</p> <p>Физико-химические свойства белков: амфотерность, растворимость, денатурация и ренатурация белков. Методы очистки и идентификации белков.</p> <p>Классификация белков, простые и сложные белки. Строение, свойства и биологическая роль хромопротеинов (флавопротеины и гемопроотеины), гликопротеинов, липопротеинов, металлопротеинов, фосфопротеинов и нуклеопротеинов.</p> <p>Л. р. Физико-химические свойства белков.</p>	4	2	2	8	<p>Мультимедийная презентация.</p> <p>Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабораторной работы</p>	1–4	<p>Контрольная работа</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Защита лабораторной работы</p>	

2.3	<p>Ферменты Особенности биокаталитических процессов. Принципы структурной организации ферментов. Активные и регуляторные центры. Роль коэнзимов, простетических групп, кофакторов в биокатализе. Коферментные формы витаминов. Участие металлов в ферментативных процессах. Механизм действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Каталитические параметры. Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, от pH и температуры. Активация и ингибирование ферментов. Единицы ферментативной активности. Изоферменты и множественные формы ферментов. Принципы регуляции ферментативных реакций. Классификация и номенклатура ферментов. Л. р. Открытие действия ферментов класса оксидоредуктаз.</p>	4	2	2	4	8	Мультимедийная презентация. Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лаборатор. работы	1–4	Рейтинговая контрольная работа №1 Тесты Защита лабораторной работы
2.4	<p>Углеводы Классификация и номенклатура. Биологическая роль и распространение в природе. Особенности строения, изомерии, конформации и биохимических свойств моносахаридов. Производные моносахаридов: кислоты, гликозиды, аминсахара, фосфосахара. Олигосахариды. Строение, свойства и биологическая роль основных представителей природных дисахаридов. Полисахариды: гомо- и гетерополисахариды. Строение, свойства и значение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина. Гетерополисахариды. Классификация, распространение и биологическая роль. Протеогликаны. Гликозаминогликаны. Л. р. Качественные реакции на углеводы.</p>	2	2		4	6	Мультимедийная презентация. Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лаборатор. работы	1–4	Контрольная работа Защита лабораторной работы

2.5	<p>Липиды 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). Ацилглицерины. Воски. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды и сфингомиелины. Гликолипиды: цереброзиды и ганглиозиды. Стероиды: структура, свойства и биологическая роль важнейших представителей. Особенности химического строения эйкозаноидов. Л. р. Физико-химические свойства липидов.</p>	2		2	4	6	Мультимедийная презентация Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабораторной работы	1–4	Тест Защита лабораторной работы
2.6	<p>Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты Распространение и локализация в биологических структурах, разнообразие, состав, биологическая роль. Азотистые основания. Углеводные компоненты. Химическое строение и функции природных и синтетических нуклеозидов и нуклеотидов (включая трифосфаты, циклические, флавиновые и пиридиновые). Структурная организация олигонуклеотидов, полинуклеотидов (нуклеиновых кислот). Характеристика первичной структуры ДНК. Формы двойной спирали ДНК. Связи, стабилизирующие структуру ДНК. Принцип комплементарности. Одно- и двуцепочечные, кольцевые и линейные молекулы ДНК. Структура, свойства и функции матричных, рибосомальных и транспортных РНК. Физико-химические свойства ДНК и РНК. Л.р. Нуклеопротеиды. Гидролитическое расщепление и исследование продуктов гидролиза.</p>	2		2	4	6	Мультимедийная презентация Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабораторной работы	1–4	Устный опрос Защита лабораторной работы

2.7	<p>Витамины Классификация и номенклатура витаминов. Источники витаминов. Понятие нормы потребления. Причины гипо-, гипер- и авитаминозов.</p> <p>Структура, свойства и биологическая роль отдельных водорастворимых (биохимический механизм действия) и жирорастворимых (физиологический механизм действия) витаминов. Провитамины, условия превращения в активные витамины.</p> <p>Л. р. Качественные реакции на витамины.</p>	2	2		4	6	Мультимедийная презентация. Оборудование, химреактивы, необходимые для выполнения лабораторной работы	1–4	Мини-презентация Защита лабораторной работы
2.8	<p>Гормоны Классификация гормонов. Химическая природа и роль важнейших гормонов в регуляции обмена веществ и синтеза белков. Особенности механизмов действия стероидных и белковых гормонов. Особенности функции простаноидов как местных гормонов. Функции циклических нуклеотидов и других внутриклеточных посредников в проведении и усилении гормонального сигнала.</p>	2	2			8	Мультимедийная презентация.	1–4	Мини-реферат
Динамическая биохимия									
3.1	<p>Обмен углеводов Превращение и всасывание углеводов в пищеварительном тракте. Принципы метаболизма олиго- и полисахаридов. Взаимопревращения моносахаридов. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Биохимия гликолиза. Различные типы брожения. Эффект Пастера и эффект Кребтри. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Пируватдегидрогеназный комплекс. Цикл трикарбоновых кислот: энзимы цикла и последовательность протекания реакций.</p>	4	2		2	8	Мультимедийная презентация. Оборудование, химреактивы, необходимые	1–4	Рейтинговая контрольная работа № 2 Тесты

	<p>Восстановление НАД и ФАД, субстратное фосфорилирование. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фазы углеводного обмена.</p> <p>Гликогенолиз и синтез гликогена.</p> <p>Глюконеогенез. Характеристика обходных реакций гликолиза.</p> <p>Пентозофосфатный путь обмена углеводов. Окислительные и неокислительные реакции, их биологическая роль.</p> <p>Л.р. Влияние температуры на активность β-D-фруктофуранозидазы.</p>						4	мые для выполнения лабор. работы	Защита лабораторной работы	
3.2	<p>Обмен липидов</p> <p>Расщепление и всасывание липидов в желудочно-кишечном тракте. Роль желчи.</p> <p>Транспорт жирных кислот в крови и лимфе, трансмембранный перенос.</p> <p>Пути окисления жирных кислот. β-окисление жирных кислот: механизм, пластическая и энергетическая роль.</p> <p>Синтез жирных кислот. Синтетаза жирных кислот.</p> <p>Принципы биосинтеза ацилглицеринов и фосфолипидов.</p>	2	2			8	2	Мультимедийная презентация.	1–4	Индивидуальные задания Тесты
3.3	<p>Обмен белков, пептидов, аминокислот</p> <p>Азотистый баланс.</p> <p>Ферментативный тотальный гидролиз белков. Протеолитические энзимы. Ограниченный протеолиз белков и пептидов.</p> <p>Пути образования и распада аминокислот. Процессы дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Механизм и биологическое значение переаминирования.</p> <p>Образование и детоксикация аммиака. Восстановительное аминирование. Образование амидов аминокислот и его физиологическое значение. Биосинтез мочевины. Типы азотистого обмена: аммонийотелический, уреотелический и урикоотелический.</p> <p>Биосинтез белков и пептидов: локализация и биологическая роль. Активация аминокислот, образование аминоацил-tРНК. Функции мРНК в синтезе белка. Этапы процесса трансляции, их</p>	4				8	2	Мультимедийная презентация.	1–4	Контрольная работа

	сущность. Посттрансляционная модификация белков и пептидов в клетках.								
3.4	<p>Обмен нуклеиновых кислот</p> <p>Расщепление нуклеиновых кислот нуклеазами.</p> <p>Принципы распада и биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов.</p> <p>Биосинтез ДНК и РНК.</p> <p>Репликация ДНК: биохимические механизмы и биологическая роль. Биохимические основы полимеразной цепной реакции.</p> <p>Биохимические механизмы и биологическая роль транскрипции.</p>	4	2			8	Мультимедийная презентация.	1–4	Контрольная работа
3.5	<p>Энергетический обмен и биологическое окисление</p> <p>Введение в обмен веществ и энергии. Макроэргические соединения. АТФ и другие нуклеозидтрифосфаты.</p> <p>Энергетический баланс процессов метаболизма. Основные понятия биохимической термодинамики.</p> <p>Классификация реакций биологического окисления.</p> <p>Принципы структурно-функциональной организации электрон-транспортной (дыхательной) цепи митохондрий. НАД- и НАДФ-зависимые дегидрогеназы, флавиновые ферменты, убихинон, цитохромы и цитохромоксидаза.</p> <p>Механизмы сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Трансмембранный потенциал протонов и работа АТФ-синтетазы.</p> <p>Пути потребления кислорода в ферментативных реакциях. Активные формы кислорода. Перекисное окисление липидов.</p> <p>Регуляторы свободно-радикального окисления в клетках. Антиоксидантная система организма.</p>	4	2	2		8	Мультимедийная презентация.	1–4	<p>Рейтинговая контрольная работа № 3</p> <p>Коллоквиум</p>

3.6	<p>Интеграция и регуляция биохимических процессов</p> <p>Важнейшие биохимические принципы метаболизма как совокупности реакций биосинтеза, превращений и распада биомолекул.</p> <p>Внутриклеточная локализация биохимических процессов.</p> <p>Принципы регуляции метаболизма в клетках и в организме.</p> <p>Взаимосвязь углеводного, липидного и белкового обменов.</p> <p>Ключевые реакции и метаболиты. Обмен веществ как единая система процессов.</p>	2				6	Мультимедийная презентация.	1–4	Мини-реферат
Всего по дисциплине 110 аудиторных часов		42	18	18	32	106	Экзамен		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Егорова, В. П. Биологическая химия [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс для специальности 1-02 04 01 «Биология и химия» // Репозиторий БГПУ. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/42952>. – Дата доступа: 15.05.2022.

Дополнительная литература

1. Белясова, Н. А. Биохимия и молекулярная биология: учеб. пособие / Н. А. Белясова. – Минск : Книжный дом, 2004. – 416 с.

2. Березов, Т. Т. Биологическая химия / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – М. : Медицина, 2002. – 704 с.

3. Кольман, Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К. Г. Рём. – М. : Лаборатория знаний, 2019. – 509 с. : ил.

4. Комов, В. П. Биохимия : в 2 ч. / В. П. Комов, В. Н. Шведова. – М. : Юрайт, 2017. – 2. ч.

5. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. / Д. Нельсон, М. Кокс. – М. : Лаборатория знаний, 2015–2017. – 3 т.

6. Филиппович, Ю. Б. Биологическая химия / Ю. Б. Филиппович, Г. А. Севастьянова, Н. С. Ковалевская. – М. : Academia, 2009. – 256 с.

7. Чернов, Н. Н. Биохимия: практикум / Н. Н. Чернов. – РнД. : Феникс, 2017. – 205 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Для контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по учебной дисциплине «Биологическая химия» можно использовать следующие средства:

- устный опрос, при получении студентом разрешения к проведению лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- опрос по выяснению знаний по теме (коллоквиум);
- компетентностно-ориентированные тесты по отдельным разделам (темам) дисциплины;
- защита реферата;
- рейтинговые контрольные работы;
- экзамен.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Целью самостоятельной работы студентов является активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся; формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения, обобщения и применения знаний на практике, а также саморазвитие и самосовершенствование.

Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава (далее – преподаватель) и контролируется на определенном этапе обучения преподавателем.

Самостоятельная работа, как важная составная часть учебного процесса, обеспечивается мотивацией, доступностью и качеством научно-методического и материально-технического обеспечения образовательного процесса, сопровождается системой контроля и способствует усилению практической направленности обучения.

При выполнении самостоятельной работы должны быть созданы условия, обеспечивающие активную роль студентов в самостоятельном получении знаний и систематическом применении их на практике.

Научно-методическое обеспечение самостоятельной работы по учебной дисциплине включает:

- перечень заданий и контрольных мероприятий самостоятельной работы по учебной дисциплине;
- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;
- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;
- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;
- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций;

Время, отведенное на самостоятельную работу, используется студентами на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- выполнение типовых расчетов;
- решение задач;
- составление алгоритмов, схем;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;

- подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций;
- выполнение практических заданий;
- конспектирование учебной литературы;
- подготовку отчетов;
- составление обзора научной (научно-технической) литературы по заданной теме;
- выполнение патентно-информационного поиска;
- аналитическую обработку текста (аннотирование, реферирование, рецензирование, составление резюме);
- подготовку докладов;
- подготовку презентаций;
- составление тестов;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

Таким образом, задания для самостоятельной работы по учебной дисциплине рекомендуется делить на три модуля:

- задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания;
- задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения;
- задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний.

Каждый модуль заданий для самостоятельной работы включает в обязательном порядке задачи профессионально-направленного содержания.

Контроль самостоятельной работы может осуществляться в виде:

- рейтинговой контрольной работы;
- теста;
- коллоквиума;
- экспресс-опросов на аудиторных занятиях;
- экзамен.

Требования к выполнению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов на СРС	Задание	Форма выполнения
1	Отличительные особенности живой материи	4	Охарактеризовать особые признаки живых организмов, отличающих их от других материальных объектов	Компьютерная презентация по теме
2	Биологически активные пептиды	8	Охарактеризовать основные группы биологически активных пептидов	Мини-реферат и презентация по теме
3	Методы очистки и идентификации белков	8	Изучить методические аспекты хроматографии, электрофореза, седиментации и секвенирования белков.	Компьютерная презентация по теме
4	Регуляция активности ферментов	8	Изучить принципы и уровни регуляции активности ферментов	Мини-реферат и презентация по теме
5	Гетерополисахариды	6	Изучить структуру, свойства и биологическую роль протеогликанов и гликопротеинов.	Реферат по теме
6	Биомембраны. Транспорт веществ через мембраны	6	Изучить структуру, свойства и функции биомембран	Мини-реферат и презентация по теме
7	Нуклеопротеидные комплексы	6	Изучить структуру и функции хромосом и рибосом	Компьютерная презентация по теме
8	Коферменты витаминной природы	6	Изучить механизм действия ферментов класса оксидоредуктаз	Подготовить тестовые задания по теме
9	Механизм действия гормонов	8	Изучить механизм действия стероидных и белковых гормонов	Мини-реферат и презентация по теме
10	Обмен углеводов	8	Изучить реакции и ферменты гликогенолиза и глюконеогенеза.	Подготовить цепочки превращений по теме
11	Обмен липидов	8	Изучить молекулярные механизмы трансмембранного переноса жирных кислот	Реферат по теме
12	Обмен белков	8	Изучить посттрансляционную модификацию белков и пептидов в клетках	Компьютерная презентация по теме

13	Обмен нуклеиновых кислот	8	Изучить посттранскрипционный процессинг РНК	Мини-реферат и презентация по теме
14	Биологическое окисление	8	Изучить антиоксидантные системы организма	Реферат по теме
15	Узловые метаболиты в обмене веществ	6	Охарактеризовать узловые метаболиты и их роль в обмене веществ	Подготовить цепочки превращений
Всего по учебной дисциплине - 106 часов				

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Цветные реакции на аминокислоты и белки.
2. Физико-химические свойства белков.
3. Кислотный гидролиз белка.
4. Выделение казеиногена из молока и его гидролиз.
5. Открытие действия ферментов класса оксидоредуктаз.
6. Влияние температуры на активность β -D-фруктофуранозидазы.
7. Качественные реакции на углеводы.
8. Физико-химические свойства липидов.
9. Нуклеопротеины. Гидролитическое расщепление и исследование продуктов гидролиза.
10. Качественные реакции на витамины.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Предмет и задачи биохимии. Теоретическая и практическая значимость биохимии, связь с другими естественными науками. Объекты исследования
2. Аминокислоты, их классификация. Химическая структура и физико-химические свойства аминокислот.
3. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Реакционная способность аминокислот. Характеристика пептидной связи.
4. Образование пептидов и их биологическая роль.
5. Белки, их распространение в природе, разнообразие, биологическая роль. Физико-химические свойства белков. Денатурация и ренатурация белков.
6. Методы очистки и идентификации белков.
7. Принципы структурно-функциональной организации белков. Методы изучения структуры белков.
8. Первичная структура белков. Гидролиз белков, определение аминокислотного состава. Анализ N- и C-концевых аминокислот.
9. Вторичная структура белков: элементы вторичной структуры. Строение и функциональная роль доменов.
10. Третичная структура. Фолдинг белков. Шапероны. Глобулярные и фибриллярные белки.
11. Четвертичная структура белков. Надмолекулярные белковые комплексы. Характеристика связей, стабилизирующих структуру белков.
12. Классификация белков. Простые и сложные белки. Строение, свойства и биологическая роль сложных белков.
13. Особенности биокаталитических процессов. Сходство и различие химических и биологических катализаторов. Принципы структурной организации ферментов. Активные и регуляторные центры.
14. Роль коферментов и простетических групп в биокатализе. Коферментные формы витаминов. Участие металлов в ферментативных процессах.
15. Механизм действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Кинетические параметры ферментативных реакций. Единицы ферментативной активности.
16. Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, фермента, pH и температуры. Активация и ингибирование ферментов.
17. Изоферменты и множественные формы ферментов. Принципы регуляции ферментативных реакций.
18. Классификация и номенклатура ферментов. Использование ферментов в медицине, промышленности и сельском хозяйстве. Инженерная энзимология.

19. Нуклеиновые кислоты, их виды, распространение и локализация в биообъектах, химический состав, физико-химические свойства, биологическая роль.
20. Химический состав нуклеиновых кислот. Правила Чаргаффа. Химическое строение, функции и использование природных и синтетических нуклеозидов и нуклеотидов.
21. Структурная организация олигонуклеотидов, полинуклеотидов (нуклеиновых кислот). Характеристика первичной структуры ДНК.
22. Вторичная структура ДНК, формы двойной спирали. Связи, стабилизирующие структуру ДНК. Принцип комплементарности. Третичная структура ДНК.
23. Структура, свойства и функции матричных, рибосомальных и транспортных РНК.
24. Классификация и номенклатура углеводов. Биологическая роль и распространение в природе. Практическая значимость моносахаридов и их производных.
25. Особенности строения, изомерии, конформации и биохимических свойств моносахаридов.
26. Производные моносахаридов: кислоты, гликозиды, аминсахара, фосфосахара.
27. Олигосахариды. Строение, свойства и биологическая роль основных природных дисахаридов.
28. Полисахариды: гомо- и гетерогликаны. Строение, свойства и значение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина. Гетерогликаны. Классификация, распространение и биологическая роль.
29. Протеогликаны. Гликозаминогликаны. Практическое использование олиго- и полисахаридов.
30. Строение, физико-химические свойства и биологическая роль липидов. Классификация и номенклатура жирных кислот.
31. Строение и физико-химические свойства природных жирных кислот (насыщенных; моно- и полиеновых).
32. Простые липиды, их строение, свойства, биологическое значение.
33. Фосфолипиды: особенности строения и свойств глицерофосфолипидов и сфингомиелинов.
34. Строение и свойства гликолипидов.
35. Стероиды: структура, свойства важнейших представителей.
36. Общая характеристика витаминов, их классификация, биологическая роль. Провитамины. Антивитамины.
37. Структура, свойства, роль в обмене веществ и использование отдельных жирорастворимых витаминов.
38. Структура, свойства, роль в обмене веществ и использование водорастворимых витаминов.
39. Превращение и всасывание углеводов в пищеварительном тракте. Принципы метаболизма олиго- и полисахаридов. Синтез и распад гликогена.

40. Анаэробный распад глюкозы, последовательность реакций, энергетический баланс. Гликогенолиз.
41. Глюконеогенез. Особенности метаболизма фруктозы и галактозы.
42. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Цикл трикарбоновых кислот. Энергетический баланс окислительного расщепления пирувата.
43. Брожение, его типы. Эффект Пастера.
44. Пентозофосфатный путь обмена углеводов, его окислительные и неокислительные звенья, биологическая роль.
45. Субстратное фосфорилирование.
46. Путь Энтнера-Дудорова. Глиоксилатный цикл.
47. Расщепление и всасывание липидов в желудочно-кишечном тракте. Роль желчи. Транспорт жирных кислот в крови и лимфе, трансмембранный перенос.
48. Пути окисления жирных кислот. β -окисление жирных кислот: механизм, пластическая и энергетическая роль.
49. Окисление непредельных жирных кислот и жирных кислот с нечетным числом атомов углерода.
50. Синтез жирных кислот. Синтетаза жирных кислот.
51. Биосинтез триглицеридов и фосфолипидов.
52. Образование и метаболизм кетоновых тел.
53. Общая характеристика обмена холестерина: биосинтез холестерина, пути его превращений.
54. Расщепление нуклеиновых кислот, нуклеотидов и нуклеозидов.
55. Образование и распад пуриновых оснований.
56. Образование и распад пиримидиновых оснований.
57. Репликация ДНК: биохимия процесса и биологическая роль.
58. Транскрипция: биохимия процесса и биологическая роль.
59. Расщепление белков в пищеварительном тракте и тканях. Всасывание аминокислот. Протеиназы. Тотальный и ограниченный протеолиз, их значение.
60. Азотистый баланс. Типы азотистого обмена.
61. Общие пути распада аминокислот. Виды дезаминирования.
62. Переаминирование и декарбоксилирование аминокислот, их механизм и биологическая роль.
63. Пути нейтрализации аммиака. Орнитиновый цикл.
64. Трансляция. Локализация процесса, стадии, необходимые условия. Активация аминокислот.
65. Инициация синтеза полипептидной цепи. Сущность и локализация процесса, условия.
66. Элонгация синтеза полипептидной цепи. Сущность и локализация процесса, условия.
67. Терминация синтеза полипептидной цепи. Сущность и локализация процесса, условия. Постсинтетическая модификация белков.

68. Энергетический обмен. Основные понятия биохимической термодинамики. Макроэргические соединения.
69. Принципы структурно-функциональной организации электрон-транспортной (дыхательной) цепи митохондрий.
70. Сопряжение окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Трансмембранный потенциал протонов и работа АТФ-синтетазы.
71. Классификация реакций биологического окисления. Пути потребления кислорода в ферментативных реакциях.
72. Микросомальное, свободнорадикальное окисление.
73. Активные формы кислорода. Перекисное окисление липидов. Их биологическая роль. Антиоксидантная система организма.
74. Уровни регуляции метаболизма. Гуморальная регуляция. Общие представления о гормонах, их классификация.
75. Гормоны гипоталамуса и гипофиза. Строение, пути образования, биологическая роль.
76. Эйкозаноиды. Строение, образование, биологическая роль.
77. Механизмы биологического действия гормонов. Рецепторы, внутриклеточные посредники.
78. Внутриклеточная топография биохимических процессов. Понятие о компартментализации, ее роль в регуляции внутриклеточного метаболизма.
79. Принципы регуляции метаболизма в клетках и в организме. Обмен веществ как единая система процессов. Взаимосвязь углеводного, липидного и белкового обменов. Центральная роль ацетилкофермента А в обмене веществ.
80. Общая характеристика, строение и функции биологических мембран.
81. Способы трансмембранного транспорта.
82. Обмен фенилаланина и тирозина.
83. Обмен глицина.
84. Реакции обмена серосодержащих аминокислот.
85. Роль воды в организме. Экзогенная и эндогенная вода. Водный баланс организма. Биохимические механизмы регуляции водного баланса.
86. Биологическое значение минеральных элементов для организма человека. Минеральный обмен и его регуляция.

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА

Баллы	Показатели оценки
1	2
1 (один)	Отсутствие знаний и компетентности в рамках образовательного стандарта.
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых и логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными и логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
4 (четыре)	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментами и приборами учебной дисциплины, умение их использовать в решении стандартных задач; умение ориентироваться в основных теориях, направлениях по изучаемой дисциплине; работа под руководством преподавателя на лабораторных занятиях.
5 (пять)	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;

	самостоятельная работа на лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.
6 (шесть)	Полные и систематические знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментами и приборами учебной дисциплины, способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.
7 (семь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные вывод и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
8 (восемь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы,

	<p>рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>9 (девять)</p>	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии; грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; умение делать обоснованные выводы и обобщения; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; систематическая, активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>10 (десять)</p>	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии; грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; полное усвоение основной и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине; способность самостоятельно решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>

Протокол согласования учебной программы

Название дисциплины, с которой требуется согласование рабочей программы	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Принятое решение кафедры, разработавшей программу (с указанием даты и номера протокола заседания кафедры)
Общая химия	Химии	Основные типы химического взаимодействия	Утвердить Пр.№ 11 от 12.05.2022 г.
Органическая химия	Химии	Особенности структуры и физико-химических свойств моносахаридов, нуклеозидов и нуклеотидов.	Утвердить Пр.№ 11 от 12.05.2022 г.
Физическая и коллоидная химия	Химии	Знакомство с основами химической термодинамики и химической кинетики.	Утвердить Пр.№ 11 от 12.05.2022 г.
Физиология человека и животных	Химии	Нейрогуморальная система регуляции метаболизма	Утвердить Пр.№ 11 от 12.05.2022 г.