Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шитикова Александра Васильевна
Должность: И.о. директора института агробиотехнологии
Дата подписания: 09.04.2025 15:16:59
Уникальный программный ключ:
fcd01ee81fa76898ee51f245aa12e3f716ce658

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агробиотехнологии

Кафедра агрономической, биологической химии и радиологии

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института агробиотехнологии
Шитикова А.В.
“_____” _____2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.29 Биохимия

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление/специальность: 35.03.04 Агрономия
Направленности: Агробизнес
Генетика растений
Точное земледелие
Защита растений и фитосанитарный контроль
Селекция сельскохозяйственных культур

Курс 1
Семестр 1

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Москва, 2024

Разработчик (и): Глазунова Ольга Александровна, к.х.н.

«28» августа 2024г.

Рецензент: Моисеенко Константин Валерьевич, к.х.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

«28» августа 2024г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению/специальности подготовки 35.03.04 Агрономия.

Программа обсуждена на заседании кафедры агрономической, биологической химии и радиологии
протокол № 8 от «28» 08 2024г.

Зав. кафедрой Налиухин Алексей Николаевич, д.с.-х.н., профессор

«28» августа 2024г.

Согласовано:
Председатель учебно-методической
комиссии института агробиотехнологии:
Шитикова Александра Васильевна, д.с.-х.н., профессор

«28» августа 2024г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой
земледелия и методики опытного дела Завёрткин И.А., к.с.-х.н., доцент

«28» августа 2024г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой
генетики, селекции и семеноводства Вертикова Е.А., д.с.-х.н., профессор

«28» августа 2024г.

Заведующий выпускающей кафедрой
защиты растений Джалилов Ф.С.-У., д.б.н., профессор

«28» августа 2024г.

Заведующий выпускающей кафедрой
Растениеводства и луговых экосистем Шитикова А. В., д.с.-х.н., профессор

«28» августа 2024г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..... **4**

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ..... **5**

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ..... **5**

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... **7**

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ ..**Ошибка! Закладка не определена.**
по семестрам 7
4.2 Содержание дисциплины..... 7
4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия..... 10

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ..... **13**

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..... **14**

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности 14
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания 24

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ..... **24**

7.1 Основная литература 24
7.2 Дополнительная литература..... 24
7.3 Нормативные правовые акты .....**Ошибка! Закладка не определена.**
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям..... 25

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)..... **25**

9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ *(ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)*..... **25**

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)..... **26**

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ . **27**

Виды и формы отработки пропущенных занятий 27

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ..... **27**

АННОТАЦИЯ
рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.29 «Биохимия»
для подготовки бакалавра по направлению 35.03.04 Агрономия
направленностей Агробизнес, Генетика растений, Точное земледелие, Защита растений и фитосанитарный контроль, Селекция сельскохозяйственных культур

Цель освоения дисциплины: приобретение студентами теоретических и практических знаний, а также умений и навыков в области биохимии. В результате освоения учебной дисциплины обучающиеся должны знать структуру и свойства основных классов биологических молекул; биохимические основы процессов, протекающих в клетках; основы ферментативной кинетики; уметь анализировать информацию из доступных источников (в том числе электронных и web-ресурсов) и осуществлять выбор методов и подходов для решения типовых задач с профессиональной области и проведения экспериментальных исследований в агрономии, а также владеть навыками обработки и интерпретации информации в области биохимии и основными методами и подходами к изучению биохимических процессов и биологических макромолекул.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2.

Краткое содержание дисциплины: дисциплина «Биохимия» состоит из введения и двух разделов. Во введении описывается предмет и задачи биохимии, классы биологических молекул и необходимый минимум химических основ биохимии. В Разделе 1 подробно обсуждаются разные классы биологических молекул: углеводы, липиды, белки (включая ферменты), нуклеиновые кислоты, витамины. Рассматривается их структура, особенности функционирования и биологическая роль. Раздел 2 посвящен биоэнергетике и метаболическим процессам. Рассматривается обмен углеводов, липидов и азотсодержащих соединений, а также фотосинтез и дыхательная цепь переноса электронов.

Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка: 108/3 (часы/зач. ед.)

Промежуточный контроль: зачет.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Биохимия» является приобретение студентами теоретических и практических знаний, а также умений и навыков в области биохимии. В результате освоения учебной дисциплины обучающиеся должны знать структуру и свойства основных классов биологических молекул; биохимические основы процессов, протекающих в клетках; основы ферментативной кинетики; уметь анализировать информацию из доступных источников (в том числе электронных и web-ресурсов) и осуществлять выбор методов и подходов для решения типовых задач с профессиональной области и проведения экспериментальных исследований в агрономии, а также владеть навыками обработки и интерпретации информации в области биохимии и основ-ными методами и подходами к изучению биохимических процессов и биологических макромолекул. Таким образом, у обучающихся формируются профессиональные компетенции, необходимых при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственных культур, оценке качества растительной продукции и применения химических средств в растениеводстве.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Биохимия» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.04 Агрономия.

Дисциплина «Биохимия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Физиология растений», «Микробиология с основами иммунологии», «Физиология животных», «Основы биоинформатики», «Общая генетика», «Основы молекулярной биологии», «Омиксные технологии», «Физиология микроорганизмов», «Основы иммунитета растений», «Биологические основы селекции и семеноводства «Система применения удобрений», «Интегрированная защита растений», «Биологические основы селекции и семеноводства», «Защита растений и токсикология пестицидов», «Болезни и вредители декоративных культур и газонов», «Луговодство и кормопроизводство», «Органическое растениеводство», «Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», «Плодоводство», «Овощеводство», «Лесоводство и агролесомелиорация», «Биохимические основы качества продукции растениеводства».

Особенностью дисциплины является формирование у студентов современных представлений о химическом составе растений и превращениях веществ и энергии в растительном организме, а также биохимических основах качества и безопасности растительной продукции, подготовка их к применению сведений о биохимических процессах и химическом составе растительной продукции в профессиональной деятельности. Кроме того, данная дисциплина является базовой для всех учебных дисциплин, использующих сведения о химическом составе и биохимических процессах растительных организмов. Сформированные у студентов цифровые компетенции позволят им осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации в области биохимии растений и применять системный подход для решения задач прогнозирования биохимических процессов, направленных на улучшение качества растительной продукции.

Рабочая программа дисциплины «Биохимия» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических, естественонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агрономии	Структуру и свойства основных классов биологических молекул; биохимические основы процессов, протекающих в клетках; основы ферментативной кинетики.	Анализировать информацию из учебной литературы по биохимии, осуществлять поиск информации, пользуясь электронными и web-ресурсами.	Навыками обработки и интерпретации информации в области биохимии с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.
2.			ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агрономии	Основные методы и подходы к изучению биохимических процессов и биологических макромолекул.	Анализировать информацию из доступных источников (в том числе электронных и web-ресурсов) и осуществлять выбор методов и подходов для решения поставленных задач.	Основными методами и подходами к изучению биохимических процессов и биологических макромолекул.
3.	ОПК-5	Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.2. Использует классические и современные методы исследования в агрономии	Теоретические основы классических и современных методов исследования биохимических процессов и биологических макромолекул, используемых для экспериментальных исследований в агрономии.	Анализировать информацию из доступных источников (в том числе электронных и web-ресурсов) и осуществлять выбор методов и подходов для проведения экспериментальных исследований в агрономии.	Основными классических и современными методами исследования биохимических процессов и биологических макромолекул, используемых для экспериментальных исследований в агрономии.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	Всего, час.	В т.ч. по семестрам
		№ 1
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	**108**	**108**
1. Контактная работа:	**68.25**	**68.25**
Аудиторная работа		
в том числе:		
лекции (Л)	34	34
практические занятия (ПЗ)	34	34
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0.25	0.25
2. Самостоятельная работа (СРС)	**39.75**	**39.75**
Проектная работа «Мультимедийная презентация»	10	10
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	5	5
контрольная работа	2	2
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	13,75	13,75
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачёт	

4.2 Содержание дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ЛР	ПКР	
Раздел 1. «Введение в биохимию»	10	4	4			2
Раздел 2. «Статическая биохимия»	44	14	14			16
Раздел 3. «Динамическая биохимия»	53,75	16	16			21,75
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25				0,25	
Всего за 1 семестр	108					
Итого по дисциплине	**108**					

Раздел 1. Введение в биохимию

Предмет биохимии. История развития биохимии, важнейшие открытия и достижения биохимиков XIX-XX вв. Основные концепции биохимии. Концепция биохимического единства жизни. Основные классы биологических молекул. Центральная догма молекулярной биологии. Вода как среда для биохимических процессов. Слабые взаимодействия в водных системах. Ионизация воды, слабые кислоты и слабые основания. Уравнение Гендерсона-Хассельбаха. Буферные растворы. Вода как реагент.

Раздел 2. Статическая биохимия.

Тема 1. Углеводы.

Общая характеристика и классификация углеводов. Роль углеводов в жизнедеятельности организмов. Классификация моносахаридов по числу углеродных атомов и составу функциональных групп, их свойства и функции в организме. Оптическая изомерия моносахаридов. Образование циклических форм моносахаридов и особенности написания их циклических формул. Основные производные моносахаридов и их значение для растений, человека и животных. Альдоновые, альдаровые и уроновые кислоты. Спирты и гликозиды. Фосфорнокислые эфиры, дезокси- и аминопроизводные моносахаридов. Биохимическая характеристика олигосахаридов и полисахаридов. Строение, свойства и биологические функции сахарозы, мальтозы, целлобиозы, β-левулина, крахмала, полифруктозидов, целлюлозы, гемицеллюлоз, пектиновых веществ, камедей и слизей.

Тема 2. Липиды.

Основные разновидности липидов и их значение для растений, животных и человека. Строение и функции простых липидов – жира и воска. Их особенности по составу жирных кислот и спиртов. Понятие о незаменимых жирных кислотах. Числа жиров и их использование для оценки качества растительных масел. Процессы прогоркания и высыхания растительных жиров. Классификация растительных масел в зависимости от состава жирных кислот и по способности к высыханию. Состав, строение и функции основных групп фосфолипидов (фосфатидил-этаноламинов, фосфатидилхолинов, фосфатидилсеринов, фосфатидилглицеринов, фосфатидилинозитов) и гликолипидов. Важнейшие представители стероидных липидов и их роль в организмах. Роль липидов в образовании клеточных мембран.

Тема 3. Нуклеиновые кислоты.

Строение, свойства и функции нуклеотидов. Состав важнейших пуриновых и пиримидиновых рибонуклеотидов и дезоксирибонуклеотидов. Азотистые основания и нуклеозиды. Образование из нуклеотидов фосфорнокислых производных и коферментных группировок. Нуклеотиды как строительные блоки для ДНК и РНК. Строение и биологическая роль ДНК. Нуклеотидный состав ДНК и правила Чаргаффа. Химические связи в молекулах нуклеиновых кислот. Пространственная структура молекул ДНК и способ их упаковки в хромосомах. Основные типы РНК и их биологические функции. Нуклеотидный состав и строение молекул РНК.

Тема 4. Аминокислоты.

Строение, свойства и классификация аминокислот. Зависимость заряда аминокислот от pH раствора. Алифатические аминокислоты, ароматические аминокислоты, полярные незаряженные аминокислоты, заряженные аминокислоты. Нестандартные аминокислоты. Протеиногенные аминокислоты. Понятие о незаменимых аминокислотах.

Тема 5. Белки.

Пептидная связь. Пептиды. Примеры биологически активных пептидов. Основные свойства и функции белков. Первичная структура белков, вторичная структура белков, третичная структура белков, четвертичная структура белков. Варианты графического представления пространственной структуры белков. Взаимосвязь структуры и функции белков. Роль первичной структуры в образовании структур более высокого порядка. Глобулярные и фибриллярные белки. Денатурация и ренатурация белков. Фолдинг белков. Классификация белков по структурным мотивам. Рентгеноструктурный анализ белков. Гликопротеины и протеогликаны. Липопротеины.

Тема 6. Ферменты.

Классификация ферментов. Активный центр и субстрат-связывающий карман фермента. Коферменты и кофакторы. Принцип действия ферментов. Теория ключ-замок. Теория индуцированного соответствия. Ферментативная кинетика. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Физический смысл констант в уравнении Михаэлиса-Ментен. Основные параметры, влияющие на скорость ферментативной реакции. Типы ингибирования ферментов. Регуляция ферментов. Аллостерические ферменты. Регуляция по принципу обратной связи.

Тема 7. Витамины.

Роль витаминов в обмене веществ организмов и их значение в питании человека и кормлении сельскохозяйственных животных. Классификация витаминов. Биологическая роль витаминов – ретинола, кальциферола, токоферола, филлохинона, тиамина, рибофлавина, пиридоксина, кобаламина, никотиновой, пантотеновой, фолиевой, аскорбиновой кислот, биотина, цитрина, S-метилметионина. Понятие об антивитаминах. Механизм действия антивитаминов. Содержание витаминов в растительных продуктах.

Раздел 3. Динамическая биохимия.

Тема 8. Введение в метаболизм.

Основные понятия в метаболизме. Анаболизм и катаболизм. Макроэргические соединения. Основные типы химических реакций в живой клетке. Роль окислительно-восстановительных реакций в метаболизме. Направление протекания химических реакций. Сопряженные процессы. Перенос фосфатных групп и АТФ.

Тема 9. Метаболизм углеводов.

Гликолиз, глюкнеогенез и пентозофосфатный путь. Регуляция метаболических путей на примере гликолиза и глюконеогенеза. Фотосинтез, световая и темновая фазы. Пигментные комплексы и фотосистемы. Механизмы фотохимических реакций и процесса фотофосфорилирования. Особенности ассимиляции диоксида углерода у C_3- и C_4- растений. Реакции цикла Кальвина и первичный синтез углеводов в растении. Биохимические превращения, лежащие в ос-

нове фотодыхания. Биохимический механизм дыхательных реакций и цикла Кребса. Реакции окислительного фосфорилирования и их значение в энергетике организмов. Понятие о хемосинтезе.

Синтез и превращения моносахаридов (глюкозы, фруктозы, маннозы, галактозы, рибозы, ксилозы, арабинозы, эритрозы, глицеринового альдегида). Механизмы образования олиго- и полисахаридов. Синтез и распад сахарозы, крахмала, полифруктозидов, целлюлозы, гемицеллюлоз, пектиновых веществ. Роль нуклеозиддифосфатпроизводных моносахаридов в биосинтезе олиго- и полисахаридов. Взаимопревращения крахмала и сахарозы в растениях.

Тема 10. Метаболизм липидов.

Механизмы образования глицерина, насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Синтез и распад жиров, фосфолипидов, гликолипидов, стероидных липидов. Окисление глицерина и его использование для синтеза углеводов. Механизмы α-окисления и β-окисления жирных кислот. Глиоксилатный цикл и его биологическая роль. Образование углеводов из продуктов глиоксилатного цикла. Характеристика ферментов, катализирующих синтез и превращения липидов. Особенности биодеградации жирных кислот с разветвлённой углеродной цепью и их экологические последствия. Энергетика обмена липидов.

Тема 11. Метаболизм азотистых соединений.

Пути образования аминокислот в растительных клетках. Механизмы реакций восстановительного аминирования и переаминирования. Характеристика катализирующих эти реакции ферментов. Распад и превращения аминокислот в ходе реакций дезаминирования и декарбоксилирования. Превращения кетокислот и окисление аминов. Ассимиляция растениями нитратного азота и причины накопления нитратов в растительной продукции. Особенности действия нитратредуктазы и нитритредуктазы. Возможные пути снижения концентрации нитратов в растительных продуктах. Биохимические механизмы связывания избыточного аммонийного азота. Механизмы образования амидов и реакции орнитинового цикла. Биохимические реакции включения в синтез аминокислот молекулярного азота в процессе азотфиксации.

4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

Содержание лекций и практических занятий, контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	**Раздел 1. Введение биохимию**				
	Введение	Лекция №1. Введение в биохимию.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		2
		Практическая работа № 1. Предмет и задачи биохимии, основные классы биологических молекул.		Устный опрос	2
		Лекция №2. Вода как среда для биохимических процес-	ОПК-1.1, ОПК-1.2		2

		сов.	ОПК-5.2		
		Практическая работа № 2. Расчет буферных систем.		Устный опрос	2
2	**Раздел 2. Статическая биохимия.**				
	Тема 1. Углеводы.	Лекция №3. Углеводы: строение, свойства, функции.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2		2
		Практическая работа № 3. Углеводы: строение, свойства, функции.		Устный опрос	2
	Тема 2. Липиды.	Лекция №4. Липиды: строение, свойства, функции	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2		2
		Практическая работа № 4. Липиды: строение, свойства, функции.		Устный опрос	2
	Тема 3. Нуклеиновые кислоты.	Лекция №5. Нуклеиновые кислоты: строение, свойства, функции.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2		2
		Практическая работа № 5. Нуклеиновые кислоты: строение, свойства, функции		Устный опрос	2
	Тема 4. Аминокислоты.	Лекция № 6. Аминокислоты: строение, свойства, функции.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2		2
		Практическая работа № 6. Аминокислоты: строение, свойства, функции.		Устный опрос	2
	Тема 5. Белки.	Лекция № 7. Белки: строение, свойства, функции	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2		2
		Практическая работа № 7. Белки: строение, свойства, функции .		Контрольная работа	2
	Тема 6. Ферменты.	Лекция № 8. Ферменты и их классификация, основы ферментативной кинетики.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2		2
		Практическая работа № 8. Ферментативная кинетика.		РГР	2
	Тема 7. Витамины.	Лекция № 9. Витамины.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2		2
		Практическая работа № 9. Водорастворимые и жирорастворимые витамины, их биологическая роль.		Устный опрос	2
3.	**Раздел 3. Динамическая биохимия.**				
	Тема 7. Введение в метаболизм.	Лекция № 10. Введение в метаболизм.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		2
		Практическая работа № 10. Метаболизм: основные понятия.		Устный опрос	2
	Тема 8. Метаболизм углеводов.	Лекция № 11. Гликолиз и пентозофосфатный путь.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		2
		Практическая работа № 11. Распад углеводов.		Устный опрос, защита проектной работы «Мультимедий-	2

				ная презентация»	
		Лекция № 12. Цикл Кребса.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		2
		Практическая работа № 12. Цикл Кребса.		Устный опрос, защита проектной работы «Мультимедийная презентация»	2
		Лекция № 13. Глюконеогенез.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		2
		Практическая работа № 13. Синтез углеводов.		Устный опрос, защита проектной работы «Мультимедийная презентация»	2
		Лекция № 14. Фотосинтез.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		2
		Практическая работа № 14. Темновая и световая фазы фотосинтеза.		Устный опрос, защита проектной работы «Мультимедийная презентация»	2
		Лекция № 15. Цикл Кальвина и синтез углеводов у растений.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		2
		Практическая работа № 15. С2, С3 и С4 фотосинтез.		Устный опрос, защита проектной работы «Мультимедийная презентация»	2
	Тема 9. Метаболизм липидов.	Лекция № 16. Синтез и распад липидов.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2		2
		Практическая работа №16. Синтез и распад липидов.		Устный опрос, защита проектной работы «Мультимедийная презентация»	2
	Тема 10. Метаболизм азотистых соединений.	Лекция № 17. Синтез аминокислот и азотистых оснований. Азотфиксация.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2		2
		Практическая работа №17. Синтез аминокислот и азотистых оснований. Азотфиксация.		Устный опрос, защита проектной работы «Мультимедийная презентация»	2

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения (и формируемые компетенции)
Раздел 1. Введение в биохимию.		
1.	Введение.	Типы химических взаимодействий, типы химических связей, расчет буферных систем. (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2)
Раздел 2. Статическая биохимия.		
2.	Тема 1. Углеводы.	Моносахариды, олигосахариды и полисахариды. (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2)
3.	Тема 2. Липиды.	Жирные кислоты, триацилглицериды, фосфолипиды, гликолипиды, стероидные липиды, воски. (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2)
4.	Тема 3. Нуклеиновые кислоты.	Строение и свойства нуклеотидов и нуклеиновых кислот. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2)
5.	Тема 4. Аминокислоты.	Строение аминокислот, их классификация и основные свойства. (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2)
6.	Тема 5. Белки.	Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков, денатурация и ренатурация белков. (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2)
7.	Тема 6. Ферменты.	Основные классы ферментов, ферментативная кинетика, типы ингибирования ферментов (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2).
8.	Тема 7. Витамины.	Строение и биологическая роль витаминов. (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2)
Раздел 3. Динамическая биохимия.		
9.	Тема 7. Введение в метаболизм.	Метаболизм – основные понятия, макроэргические соединения. Энергетический обмен в клетке. (ОПК-1.1, ОПК-1.2)
10.	Тема 8. Метаболизм углеводов.	Фотосинтез и синтез углеводов в растениях. Гликолиз, глюконеогенез и пентозофосфатный путь. (ОПК-1.1, ОПК-1.2)
11.	Тема 9. Метаболизм липидов.	Биоснтез липидов, Катаболизм жирных кислот. (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2)
12.	Тема 10. Метаболизм азотистых соединений	Биосинтез аминокислот и нуклеотидов. Биосинтез и распад белка. (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.2)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Углеводы	ПЗ	Обсуждение учебного материала в диалоговом режиме
2.	Ферменты	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций, обсуждение учебного материала в диалоговом режиме, информационные и коммуникационные технологии.
3.	Метаболизм углеводов.	ПЗ	Обсуждение учебного материала в диалоговом режиме, информационные и коммуникационные технологии. Подготовка студентами мультимедийных презентаций по отдельным вопросам с

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
			последующим обсуждением представленных тем.
4.	Метаболизм липидов.	ПЗ	Обсуждение учебного материала в диалоговом режиме, информационные и коммуникационные технологии. Подготовка студентами мультимедийных презентаций по отдельным вопросам с последующим обсуждением представленных тем.
5.	Метаболизм азотистых соединений	ПЗ	Обсуждение учебного материала в диалоговом режиме, информационные и коммуникационные технологии. Подготовка студентами мультимедийных презентаций по отдельным вопросам с последующим обсуждением представленных тем.

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)

Раздел 1. Введение в биохимию.

- Что является предметом биохимии?
- Что подразумевается под фразой «единство биохимии»? Каковы следствия из концепции единства биохимии?
- Опишите основные классы биомолекул в клетке.
- Полимеры. Различия между белками и гликогеном в отношении их полимерной структуры.
- Центральная догма биологии, определите репликацию, транскрипцию и
- трансляцию в рамках концепции центральной догмы биологии.
- Различия между эукариотическими клетками и прокариотическими клетками. Что такое органелла? Какие органеллы окружены двумя мембранами? Чем ядерная мембрана отличается от других мембран?

- Дайте определение броуновского движения.
- Говорят, что вода полярна, но не заряжена. Как это возможно?
- Почему слабые связи важны в биохимии?
- Типы связей. Какие распространенные типы слабых связей важны в
- биохимии. Как вода влияет на эти связи?
- В жидкой воде каждая молекула связана водородными связями примерно с 3,4 молекулами воды. Какое влияние окажет замерзание воды на количество водородных связей? Нагревание воды?
- Как влияет органический растворитель на электростатические взаимодействия?

- Что такое электроотрицательность атомов и почему электроотрицательные атомы важны в биохимии?
- Дайте определение гидрофобного эффекта.
- Если водный раствор имеет концентрацию ионов водорода 10^{-5} М, какова концентрация гидроксильных ионов?
- Если водный раствор имеет концентрацию гидроксильных
- ионов 10^{-2} М, какова концентрация ионов водорода?
- Используя уравнение Гендерсона-Хассельбаха, покажите, что для слабой кислоты pKa — это pH, при котором концентрация кислоты равна концентрации сопряженного основания.
- Какова связь между pKa кислоты и силой кислоты?
- Для кислоты HA концентрации HA и A^- составляют 0,075 и 0,025 М соответственно при pH 6,0. Каково значение pKa для HA?
- Краситель, который является кислотой и который проявляется в виде разных цветов в протонированной и депротонированной формах, может использоваться в качестве индикатора pH. Предположим, что у вас есть 0,001 М раствор красителя с pKa 7,2. Концентрация протонированой формы составляет 0,0002 М. Предположим, что остаток красителя находится в депротонированной форме. Каков pH раствора?
- Каково соотношение? Кислота с pKa 8,0 присутствует в растворе с pH 6,0. Каково соотношение протонированной и депротонированной формы кислоты?
- Имеются два буферных раствора ацетата натрия, один с концентрацией 0,1 М, а другой с концентрацией 0,01 М. Рассчитайте значения pH, при добавлении к каждому из этих растворов следующих концентраций HCl: 0,0025 М, 0,005 М, 0,01 М и 0,05 М.
- Рассчитайте концентрацию уксусной кислоты и ацетат-иона в 0,2 М ацетатном буфере при pH 5. pKa уксусной кислоты составляет 4,76.

Раздел 2. Статическая биохимия.
Тема 1. Углеводы.

- Записать строение D- и L-форм глицеринового альдегида, эритрозы, рибозы, дезоксирибозы, ксилозы, арабинозы, глюкозы, маннозы, фруктозы, галактозы с использованием формул Фишера и Хеуорса.
- Записать строение α- и β-изомеров рибозы, дезоксирибозы, ксилозы, арабинозы, глюкозы, маннозы, фруктозы, галактозы с использованием формул Фишера и Хеуорса.
- Записать строение фуранозных форм рибозы, дезоксирибозы, арабинозы и фруктозы, а также строение пиранозных форм ксилозы, глюкозы, маннозы и галактозы.
- Записать с использованием формул Хеуорса строение фосфорнокислых эфиров моносахаридов: 3-фосфоглицеринового альдегида, фосфодиоксиацетона, эритрозо-4-фосфата, рибозо-5-фосфата, рибулозо-1,5-дифосфата, ксилулозо-5-фосфата, глюкозо-6-фосфата, глюкозо-1-фосфата, фруктозо-6-фосфата, фрук-тозо-1,6-дифосфата, маннозо-6-фосфата, галактозо-1-фосфата, седогептулозо-7-фосфата.
- Записать с использованием формул Хеуорса строение α- и β-изомеров глюкуроновой и галактуроновой кислот.
- Написать структурные формулы спиртов, образующихся из глицеринового альдегида, рибозы, глюкозы и фруктозы, маннозы, галактозы.

- Написать структурные формулы альдоновых и альдаровых кислот, образующихся из глюкозы, маннозы и галактозы.
    - Записать с использованием формул Хеуорса строение аминопроизводных глюкозы и галактозы.
- Записать строение гликозидов, образующихся из β-глюкозы при её соединении с фенолом, этиловым спиртом, бензойным альдегидом.
- Записать с использованием формул Хеуорса строение сахарозы, мальтозы, целлобиозы, β-левулина.
- Показать на конкретных примерах, как образуются связи между остатками моносахаридов в молекулах амилозы, амилопектина, целлюлозы, полифруктозидов.

Тема 2. Липиды.

- Записать строение жиров, образованных:
    - из глицерина, пальмитиновой, линолевой и линоленовой кислот;
    - из глицерина, стеариновой, олеиновой и ортофосфорной кислот, а также этаноламина;
    - из глицерина, пальмитиновой и линоленовой кислот, а также галактозы;
    - мирицилового спирта и карнаубовой кислоты;
    - из глицерина, стеариновой, олеиновой и ортофосфорной кислот.

  Назвать указанные липиды по принятой классификации и объяснить их функции в растительном организме.
- Указать различия по составу жирных кислот твёрдых и жидких жиров, невысыхающих и слабо высыхающих растительных масел.
- Дать определение числа жиров, йодного числа и числа омыления. В чем их практическая значимость?
- Даны три жира, имеющие йодные числа 160, 130 и 90. Оценить питательную и техническую ценность указанных жиров и дать соответствующее биохимическое объяснение.
- Даны три ацилглицерина: пальмитиностеаринолинолеин, пальмитиноди-олеин и стеариноолеинолиноленоин. Сравнить числа этих жиров и дать соответствующее биохимическое объяснение.
- Сравнить числа жиров у следующих ацилглицеринов: триолеина, пальмитиноолеинолинолеина и дипальмитинолиноленоина.
- Определить, к какой группе по высыхаемости относится растительное масло, имеющее йодное число 70, а число омыления 230.
- Указать различия по составу жирных кислот твёрдых и жидких жиров, невысыхающих и слабо высыхающих растительных масел.

Тема 3. Нуклеиновые кислоты.

- Записать строение рибонуклеотидов и дезоксирибонуклеотидов, образуемых аденином, гуанином, цитозином, тимином и урацилом. Указать названия этих нуклеотидов.
- Записать строение нуклеозидполифосфатов: АТФ, АДФ, ГТФ, ГДФ, ЦТФ, ЦДФ, УТФ, УДФ, дАТФ, дГТФ, дЦТФ, дТТФ.
- Объяснить особенности строения и биологические функции ДНК и РНК. Показать образование фосфодиэфирных связей, соединяющих нуклеотидные остатки в нуклеиновых кислотах.

- ДНК в форме двойной спирали должна быть связана с катионами, обычно Mg^{2+}. Объясните, почему это так.
- Типы вторичной структуры ДНК и РНК. В чем их биологическая роль?
- Записать с помощью сокращённых формул правила Чаргаффа и объяснить их биологическое значение.
- Состав (в мольных долях) одной из цепей двухспиральной молекулы ДНК составляет [A] = 0,30 и [G] = 0,24. (a) Что вы можете сказать о содержании [T] и [C] для одной и той же цепи? (b) Что вы можете сказать о содержании [A], [G], [T] и [C] комплементарной цепи?
- Одна цепь РНК содержит 20% U. Что вы можете предсказать относительно процентного содержания оставшихся оснований?
- Дана последовательность соединения нуклеотидных остатков на одном из участков молекулы ДНК: -А-Т-Г-А-Ц-Г-Т-А-Ц-Г-Т-. Записать комплементарную ей цепь в двойной спирали ДНК.

Тема 4. Аминокислоты.

- Указать на примере α-аминокислот, в какой форме находятся аминокислоты в физиологической среде. Записать реакции аминокислот с кислотами и основаниями.
- Записать строение D- и L-форм протеиногенных аминокислот. Дать объяснение, как определяется принадлежность аминокислот к D- или L-стереохимическому ряду.
- Переведите следующую аминокислотную последовательность в однобуквенный код: Glu-Leu-Val-Ile-Ser-Ile-Ser-Leu-Ile-Val-Ile-Asn-Gly-Ile-Asn-Leu-Ala-Ser-Val-Glu-Gly-Ala-Ser.
- Как можно классифицировать аминокислоты по строение боковой цепи? Приведите примеры для каждого типа аминокислот.
- Изоэлектрическая точка (pI) — это pH, при котором молекула не имеет заряда заряда. Аминокислота глицин имеет две ионизируемые группы: (1) карбоксильную кислотную группу с pKa 2,72 и (2) а-аминогруппу с pKa 9,60. Рассчитайте pI глицина.
- Какие аминокислоты являются незаменимыми? Приведите примеры.
- Какие из следующих аминокислот имеют боковые цепи, которые обладают потенциалом образования водородных связей? Ala, Gly, Ser, Phe, Glu, Tyr, Ile и Thr.
-

Тема 5. Белки.

- Нарисуйте структуру дипептида Gly-His. Каков заряд пептида при pH 4,0? При pH 7,5?
- Изучите следующий пептид и ответьте на вопросы а-в.
  Thr-Glu-Pro-Ile-Val-Ala-Pro-Met-Glu-Tyr-Gly-Lys
  (а) Запишите последовательность, используя однобуквенные сокращения.
  (б) Оцените пептида заряд при pH 7.
  (в) Оцените пептида заряд при pH 12.
- Записать первичную структуру участка полипептидной цепи, образованного путём последовательного присоединения аминокислот: метионина, лизина, пролина, аспарагиновой кислоты, гистидина. На N-конце этого участка находится остаток метионина, а на С-конце – остаток гистидина. Дать описание возможной вторичной структуры на данном участке полипептидной цепи.

- В чем разница между аминокислотной последовательностью и аминокислотным составом белка?
- Объяснить, как происходит формирование нативной конформации белковых молекул в физиологической среде. Дать определение нативной конформации белков.
- Указать разновидности вторичной структуры белков. Показать зависимость вторичной структуры белков от первичной структуры.
- Указать основные факторы, от которых зависит формирование третичной структуры белковых полипептидов. Дать определение третичной структуры белков.
- Каким образом первичная структура влияет на функции, выполняемые белком?
- Указать основные факторы, определяющие формирование четвертичной структуры белков.
- Как каждое из следующих действий будет способствовать денатурации белка?
  (а) нагревание
  (б) добавление гидрофобных детергентов
  (в) значительное изменение pH

Тема 6. Ферменты.

- Какие два свойства ферментов делают их особенно полезными катализаторами?
- Активный центр фермента – общие особенности строения.
- Небелковые компоненты ферментов: коферменты и кофакторы. Дать определение, привести примеры.
- Почему витамины необходимы для хорошего здоровья?
- Каков фундаментальный механизм, с помощью которого ферменты увеличивают скорость химических реакций?
- Каковы структурные основы специфичности ферментов?
- Каталитическое связывание. Какова роль энергии связывания в катализе ферментов?
- Что будет произойдет, если у фермента окажется энергия связывания субстрата больше, чем для переходного состояния?
- Сопоставьте термин с соответствующим описанием:

(а) Фермент	1. Наименее стабильный промежуточный продукт реакции
(б) Субстрат	2. Место в структуре фермента, где происходит катализ
(в) Кофактор	3. Фермент без его кофактора
(г) Апофермент	4. Белковый катализатор
(д) Холофермент	5. Изменение в структуре фермента
(е) Коферменты	6. Реагент в реакции, катализируемой ферментом
(ж) Переходное состояние	7. Ион металла в составе фермента
(з) Активный сайт	8. Фермент + кофактор
(и) Индуцированное соответствие	9. Малые витаминные органические соединения, входящие в активный центр фермента.

- Запишите уравнение Михаэлиса-Ментен и объясните физический смысл входящих в него констант.
- В чем биохимическое преимущество ферментов с K_M, приблизительно равной концентрации субстрата, обычно доступной в физиологических условиях?
- Нарисуйте график зависимости V_{max} от So в двойных обратных координатах для типичного фермента, подчиняющегося кинетике Михаэлиса-Ментен и аллостерического фермента, которые имеют одинаковую V_{max}.
- Дайте определение конкурентному, бесконкурентному и неконкурентному ингибированию. Как будут отличаться график зависимости Vmax от So в двойных обратных координатах для этих типов ингибирования? Обоснуйте.
- Принцип действия аллостерических ферментов. В чем их преимущество с точки зрения функционирования биологических систем?

Тема 7. Витамины.

- Объяснить, какие вещества относят к витаминам. Показать это на примере витамина, который был первым открыт в конце 19 века.
- Указать, какие витамины и по какому механизму образуются из провитаминов, содержащихся в растительных продуктах.
- На основе знаний о витаминах объяснить, какие наблюдаются отклонения в обмене веществ организма, если из питания людей исключить пищевые продукты, полученные из зерна.
- На основе знаний о витаминах объяснить, какие наблюдаются отклонения в обмене веществ организма, если из питания людей исключить овощи или пищевые продукты, полученные из овощей.
- На основе знаний о витаминах объяснить, какие наблюдаются отклонения в обмене веществ организма, если из питания людей исключить плоды и ягоды или пищевые продукты, полученные из плодов и ягод.
- Животных длительное время кормили кормом из кукурузной муки и картофеля. На основе знаний о витаминах дать прогноз о состоянии животных.
- Одну группу животных длительное время кормили кормом из зерна, а другую высушенной вегетативной массой растений. На основе знаний о витаминах дать прогноз о состоянии животных.
- В зимний период у животных наблюдается ослабление окислительно-восстановительных процессов в организме. На основе знаний о витаминах дать рекомендации по улучшению кормления животных.
- В зимний период у людей наблюдается ослабление биохимических процессов липидного обмена в организме. На основе знаний о витаминах дать рекомендации по улучшению питания.
- Группа людей длительное время находилась в экстремальных условиях и вынуждена была питаться только дикой растительной пищей. На основе знаний о витаминах дать прогноз их состояния.
- На основе знаний о витаминах объяснить, почему большинство растительных продуктов перед употреблением в пищу варят.

- Объяснить, почему при употреблении в пищу некоторых растительных продуктов наблюдается авитаминоз по определённым витаминам, хотя эти витамины содержатся в указанных растительных продуктах.
- Сено длительное время высушивалось в полевых условиях и подвергалось воздействию влаги и солнечных лучей. На основе знаний о витаминах дать оценку качества данного вида растительной продукции.

Раздел 3. Динамическая биохимия.

Тема 8. Введение в метаболизм.

- Анаболизм и катаболизм.
- Макроэргические соединения – дать определение, привести примеры.
- Какая структурная особенность является общей для АТФ, ФАД, НАД$^+$ и КоА?
- Метаболические пути часто содержат реакции с положительными стандартными значениями свободной энергии, но реакции все равно происходят. Как это возможно?
- Роль биологического окисления в метаболизме. АТФ и перенос фосфатных групп.
- Регуляция метаболических путей.
- Каково направление каждой из следующих реакций, когда реагенты изначально присутствуют в эквимолярных количествах?

  (а) АТФ + креатин ↔ креатинфосфат + АДФ
  (б) АТФ + глицерин ↔ глицерин 3-фосфат + АДФ
  (в) АТФ + пируват ↔ фосфоенолпируват + АДФ
  г) АТФ + глюкоза ↔ глюкоза 6-фосфат + АДФ

- Образование ацетил-КоА из ацетата является реакцией, в которой участвует АТФ: Ацетат + АТФ + КоА ↔ ацетил-КоА + АДФ + PPi

  (а) Рассчитайте ΔG°’ для этой реакции.
  (б) Образованный в предыдущей реакции PPi быстро гидролизуется in vivo под действием неорганической пирофосфатазы. ΔG°’ для гидролиза PPi составляет -19,2 кДж моль-1 (-4,6 ккал моль$^{-1}$). Рассчитайте ΔG°’ для общей реакции, включая гидролиз пирофосфата. Какое влияние оказывает гидролиз PPi на образование ацетил-КоА?

Тема 9. Метаболизм углеводов.

- Показать особенности первичного синтеза углеводов у С3- и С4-растений.
- Записать реакции взаимных превращений фруктозо-6-фосфата, глюкозо-6-фосфата, маннозо-6-фосфата. Указать ферменты, катализирующие эти реакции.
- Записать последовательность реакций превращения глюкозы в галактозу и галактозы в глюкозу. Указать особенности действия ферментов, катализирующих эти реакции.
- Записать биохимические реакции синтеза УДФ-глюкуроновой и УДФ-галактуроновой кислот, УДФ-ксилозы и УДФ-арабинозы.
- Указать, какие биохимические продукты образуются в реакциях гликолиза и цикла Кребса.
- Записать реакции синтеза и распада сахарозы в фотосинтезирующих и нефотосинтезирующих клетках растений. Указать особенности действия ферментов в этих реакциях.

- Показать возможные механизмы образования и распада в растительных клетках мальтозы, целлобиозы, β-левулина.
- Показать особенности действия ферментов, катализирующих синтез и распад амилозы и амилопектина.
- Показать возможные механизмы синтеза и распада полифруктозидов, целлюлозы, гемицеллюлоз, пектиновых веществ.

Тема 10. Метаболизм липидов.

- Написать реакции синтеза глицерол-3-фосфата из фосфодиоксиацетона и превращения глицерина в фосфодиоксиацетон под действием фермента глицерол-3-фосфатдегидрогеназы.
- Показать механизм образования насыщенных жирных кислот с чётным числом углеродных атомов из ацетил-КоА под действием мультиферментного комплекса синтетазы жирных кислот.
- Показать механизм образования жирных кислот с нечётным числом углеродных атомов в клетках бактерий и жирных кислот с разветвлённой углеродной цепью.
- Написать реакции образования ненасыщенных жирных кислот с одной, двумя и тремя двойными связями. Указать особенности действия ферментов, катализирующих эти реакции.
- Записать последовательность реакций синтеза ацилглицеринов из глицерол-3-фосфата и жирных кислот, соединённых с коферментом А.
- Указать особенности синтеза и распада фосфолипидов, гликолипидов и стероидных липидов.
- Написать реакции α-окисления жирных кислот и указать их локализацию в растительных клетках. Дать характеристику ферментов, катализирующих эти реакции.
- Записать последовательность реакций β-окисления насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Указать локализацию и особенности действия ферментов, катализирующих эти реакции.
- Указать продукты β-окисления жирных кислот с чётным и нечётным числом углеродных атомов, а также жирных кислот с боковыми ответвлениями у чётных углеродных атомов.
- Объяснить, почему не подвергаются β-окислению жирные кислоты с боковыми ответвлениями у нечётных углеродных атомов и к каким экологическим последствиям это приводит.
- Показать последовательность превращения продукта глиоксилатного цикла янтарной кислоты в щавелевоуксусную и далее в фосфоенолпировиноградную кислоту и углеводы.

Тема 11. Метаболизм азотистых соединений

- Записать реакции восстановительного аминирования пировиноградной, щавелевоуксусной и α-кетоглутаровой кислот. Указать особенности действия катализирующих их дегидрогеназ.
- Написать реакции синтеза глутамина и глутаминовой кислоты под дей-ствием фермента глутаматсинтазы.

- Объяснить механизм реакций переаминирования и показать механизм действия ферментов аминотрансфераз.
- Указать особенности действия фермента глутаматдегидрогеназы при осуществлении реакций окислительного дезаминирования.
- Записать реакции декарбоксилирования аминокислот и окисления аминов. Указать особенности действия ферментов, катализирующих эти реакции.
- Показать механизм действия ферментов, катализирующих реакции восстановления нитратов и нитритов.
- Указать причины накопления нитратов в растительной продукции и возможные пути понижения их концентрации в овощных и кормовых продуктах.
- Показать, с помощью каких биохимических механизмов осуществляется связывание избыточного аммиака в растениях.
- Показать биохимический механизм восстановления молекулярного азота в клубеньках, образующихся на корнях бобовых растений при инфицировании их клубеньковыми бактериями.
- Объяснить механизмы усвоения амидного азота мочевины при некорневых подкормках растений. Указать особенности действия ферментов, катализирующих эти реакции.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет).

1. Строение и свойства моносахаридов.
2. Биохимическая характеристика олигосахаридов.
3. Строение и общие свойства крахмала и полифруктозидов.
4. Биохимическая характеристика клетчатки и гемицеллюлоз, их содержание в растениях.
5. Строение и свойства пектиновых веществ, камедей и слизей и их биологическая роль.
6. Строение и общие свойства жиров.
7. Строение, свойства и содержание в растениях фосфолипидов и стероидных липидов.
8. Строение и биологическая роль гликолипидов и восков.
9. Числа жиров и их использование для характеристики качества растительных масел.
10. Важнейшие аминокислоты растений и их биологическая роль.
11. Строение, свойства и функции белков.
12. Состав белков важнейших групп сельскохозяйственных растений.
13. Биологическая ценность растительных белков.
14. Строение, свойства и функции нуклеотидов в организмах.
15. Роль витаминов в обмене веществ организмов и их значение в питании человека и кормлении животных. Понятие об антивитаминах.
16. Строение и биологическая роль витаминов – тиамина, рибофлавина, пиридоксина, кобаламина. Их содержание в растениях.
17. Биохимическая характеристика витаминов, растворимых в жирах и их содержание в растениях.

18. Строение и биологическая роль витаминов – аскорбиновой кислоты, цитрина, никотиновой кислоты. Их содержание в растениях.
19. Биохимическая характеристика витаминов – пантотеновой и фолиевой кислот, биотина, миоинозита, S-метилметионина.
20. Пути образования АТФ в организмах.
21. Использование термодинамических функций для характеристики биоэнергетических превращений в организмах.
22. Принципы расчета изменения свободной энергии в ходе биохимических превращений.
23. Макроэргические соединения и их роль в обмене веществ организмов.
24. Строение и общие свойства ферментов.
25. Механизм действия ферментов.
26. Классификация и единицы активности ферментов.
27. Изоферменты и их роль в жизнедеятельности организмов.
28. Зависимость действия ферментов от условий окружающей среды (температура, pH, концентрация субстрата).
29. Активаторы и ингибиторы ферментов.
30. Регуляция активности конститутивных и индуцибельных ферментов.
31. Механизм аллостерической регуляции ферментативной активности.
32. Пути ассимиляции CO_2 у C_3 и C_4 – растений.
33. Основные пути взаимопревращений моносахаридов.
34. Пентозофосфатный путь окисления углеводов и его биологическая роль.
35. Синтез и распад олигосахаридов.
36. Биосинтез и распад крахмала.
37. Биосинтез и распад полифруктозидов, клетчатки, пектиновых веществ и гемицеллюлоз.
38. Содержание полисахаридов в сельскохозяйственных растениях.
39. Накопление сахаров в корнеплодах, кормовых травах, овощах, плодах и ягодах.
40. Биосинтез насыщенных жирных кислот.
41. Биосинтез ненасыщенных жирных кислот.
42. Основные этапы синтеза ацилглицеринов из углеводов.
43. Распад жиров и α-окисление жирных кислот.
44. Механизм β-окисления жирных кислот.
45. Биосинтез и распад фосфолипидов, гликолипидов и стеролов.
46. Глиоксилатный цикл и его биологическая роль.
47. Возможные пути превращения липидов в углеводы.
48. Биосинтез и общие пути превращения аминокислот.
49. Механизмы ассимиляции аммонийной и амидной форм азота.
50. Механизм восстановления нитратов и причины их накопления в растительной продукции.
51. Механизмы связывания избыточного аммиака в растениях.
52. Биохимические механизмы восстановления молекулярного азота в процессе азотфиксации.
53. Структура и биологическая роль ДНК.

54. Строение и биологическая роль РНК.
55. Нуклеотидный состав ДНК и РНК.
56. Механизм биосинтеза белков и нуклеотидов.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов положены критерии выставления оценок по системе «зачтено», «незачтено».

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	Оценку «зачтено» заслуживает студент, в целом освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал и выполнивший задания из соответствующего раздела.
Незачтено	Оценку «незачтено» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, не выполнивший ни одного задания из соответствующего раздела.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Новиков Н.Н. Биохимия сельскохозяйственных растений: учебник для бакалавров. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 579 с.

2. Новиков Н.Н. Биохимия растений: учебник для вузов с грифами УМО и Министерства сельского хозяйства РФ. – М.: КолосС, 2012. – 679 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Новиков Н.Н. Биохимия ферментов: учебное пособие. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2010. - 104 с.

2. Г.-В. Хелдт. Биохимия растений: учебник: для студентов, аспирантов и преподавателей агрохимических, биотехнологических специальностей университетов, сельскохозяйственных вузов; пер. с англ.: М. А. Брейгиной [и др.]; под редакцией: А. М. Носова, В. В. Чуба. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 471 с.

3. Грибов Л.А., Баранов В.И. От молекул к жизни. – М.: URSS: Красанд, 2012. – 207 с.

4. Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К. Справочник биохимика. – М.: Мир, 1991, – 453 с.

5. Запромётов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. – М.: Наука, 1993, – 271 с.

6. Новиков Н.Н. Биохимия растений: учебник для вузов, 2-е издание. – М.: ЛЕНАНД, 2014. – 680 с.

7. Новиков Н.Н. Биохимия древесных растений: учебное пособие, ч. I. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 199 с.

8. Новиков Н.Н. Биохимия древесных растений: учебное пособие, ч. II. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 160 с.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Новиков Н.Н., Таразанова Т.В. Лабораторный практикум по биохимии растений. – М.: Изд. РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012, – 98 с.

2. Таразанова Т.В., Новиков Н.Н. Тестовые задания по дисциплине «Биохимия растений». –М.: Изд. РГАУ–МСХА имени К.А.Тимирязева, 2008, –108 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. https://elibrary.ru Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU » (открытый доступ).

2. https://biochemistrymoscow.com Журнал «Биохимия» (открытый доступ).

3. www.agrobiology.ru Журнал «Сельскохозяйственная биология» (открытый доступ).

4. https://elib.timacad.ru Электронно-библиотечная система РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (открытый доступ).

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем *(при необходимости)*

1. ScienceDirect – поисковая библиографическая база данных, которая обеспечивает доступ к полным текстам научных и медицинских публикаций голландского издательства Elsevier, а также нескольких других академических издательств.
2. Реферативная база данных Агрикола и ВИНИТИ;
3. ChemExper - поиск соединений в различных базах данных;
4. ISI's Reaction Citation Index (RCI) – база данных по химическим реакциям;
5. PubSCIENCE - доступ к аннотациям статей в журналах;
6. Cambridge Crystallographic Data Centre – поисковая система по свойствам веществ в базе Cambridge Structural Database;

7. БАЗА ДАННЫХ "ХИМИЯ" Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) - доступен раздел по физико-химической биологии;
8. MDL Information Systems – информационно-поисковая система в области естественных наук и химии;
9. AntiBase 2.0 – база данных природных веществ;
10. Rambler, Yandex, Google – информационно-справочные и поисковые системы.

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	П.Р. № Ферментативная кинетика.	MS Exel	расчетная	Microsoft	2010-2019

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы подготовки по дисциплине «Биохимия» перечень материально-технического обеспечения включает:
1. Специальное помещение для проведения занятий лекционного типа;
2. Специализированные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
3. Помещения для самостоятельной работы.

Кафедра располагает следующими учебными приборами и инструментами: персональные компьютеры, мультимедийный проектор, сканеры, копировальные аппараты.

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебный корпус № 28, лекционная аудитория 304.	Мультимедийный проектор с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
Учебный корпус № 6, учебные аудитории 330, 332.	Мультимедийный проектор с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
Общежитие № 8. Комната для самоподготовки студентов	Набор мебели и учебных принадлежностей для самоподготовки студентов
Аудитория для самостоятельной работы студентов: Библиотека, Читальный зал периодики, ком. 132	Представлены научные журналы и газеты за последние 5 лет получаемые библиотекой по подписке, диссертации. Оборудование для ксерокопирования. До-

	ступ к беспроводной сети Интернет (wi-fi).
Аудитория для самостоятельной работы студентов: Библиотека, Читальный зал учебной литературы, ком. 133	В открытом доступе представлена вся учебная и учебно-методическая литература, имеющаяся в фонде ЦНБ, агро-климатические справочники, 12 компьютерных мест с доступом в электронный каталог ЦНБ и Интернет.
Аудитория для самостоятельной работы студентов: библиотека, компьютерный читальный зал, ком. №144	Зал рассчитан на 32 рабочих места с бесплатным доступом к сети Интернет

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);

семинары, практические занятия (занятия семинарского типа);

групповые консультации;

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся;

занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия, обязан самостоятельно изучить тему пропущенного занятия. Отработка пропущенных контрольных работ, тестирований выполняется по графику, утвержденному заведующим кафедрой.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии, обучения "до результата", индивидуализации. Использовать активные методы и дифференцированное обучение, обеспечить профориентацию в процессе обучения. Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем биохимии.

Контроль текущей работы студентов осуществляется при проведении практических занятий, контрольных работ по темам, устных опросов и тестирований по каждому разделу дисциплины. Оценку текущей успеваемости обучаемых рекомендуется проводить с использованием традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов с выставлением оценок по системе «зачтено», «незачтено». По итогам оценки студенты получают зачёт по разде-

лу, если количество оценок «зачтено» превышает 60% от максимального норматива.

Программу разработал (и):

Глазунова О.А., к.х.н. _____
(подпись)