

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

Образовательно-научный институт  
физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_/Ж.В. Мацулевич/  
подпись                      ФИО

“21” мая 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.27 Химия биологически активных веществ**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки: 19.03.01 «Биотехнология»

*(код и наименование направления подготовки, специальности)*

Направленность: «Общая и прикладная биотехнология»

*(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)*

Форма обучения: очная\_\_\_\_\_

Год начала подготовки: 2024\_\_\_\_\_

Выпускающая кафедра: НиБ\_\_\_\_\_

Кафедра-разработчик НиБ\_\_\_\_\_

Объем дисциплины: 216/6\_\_\_\_\_

Промежуточная аттестация: экзамен\_\_\_\_\_

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Соколова Татьяна Николаевна, д.х.н., профессор\_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2024

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 августа 2021 г. № 736 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол от 28.05.2024 г. № 17.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 17.04.2024 г. № 7.

Зав. кафедрой: к.х.н., доцент Калинина А.А.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ, протокол от 21.05.2024 № 6.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный №

Начальник МО

\_\_\_\_\_/Н.Р. Булгакова/  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_/Н.И. Кабанина/  
(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цель и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	6
4. Структура и содержание дисциплины .....	12
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	22
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	28
7. Информационное обеспечение дисциплины .....	29
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ .....	31
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	31
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....	34
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины .....	37

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**1.1. Целями освоения дисциплины «Химия биологически активных веществ»** является формирование у студентов основных понятий и знаний о химическом строении и функциях веществ, особенно биологических биополимеров: белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов, а также липидов и биорегуляторов, входящих в состав живой материи, Объекты изучения дисциплины служат в современной науке молекулярными инструментами при разностороннем исследовании компонентов клетки.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- изучить аминокислоты как мономерные фрагменты пептидов, полипептидов и белков: классификацию, физико-химические свойства;
- изучить пространственную организацию белков, типы межмолекулярных и внутримолекулярных взаимодействий, определяющих уровни структурной организации белков;
- рассмотреть современные способы секвенирования белков и полипептидов, проблемы химического синтеза пептидов и полипептидов;
- познакомиться с современными методами выделения и очистки белков;
- изучить изомерию моносахаридов, их физико-химические свойства;
- рассмотреть строение и функции олиго- и полисахаридов;
- изучить свойства липидов и их функции;
- познакомиться с современным состоянием химии нуклеотидов и нуклеиновых кислот (современные методы секвенирования и химического синтеза полирибонуклеотидов и полидезоксирибонуклеотидов);
- изучить основы ферментативной химии: классификация ферментов, номенклатура, строение, молекулярные механизмы функционирования, методы регуляции активности ферментов, зависимость активности ферментов от pH и температуры, методы определения каталитической активности;
- дать представление о современном состоянии и путях развития химии биологически активных веществ как статической биохимии;
- развить самостоятельность в приобретении научных знаний и опыта экспериментальной работы.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**2.1. Учебная дисциплина «Химия биологически активных веществ»** включена в обязательный перечень дисциплин базовой части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина основывается на базовых знаниях, полученных студентами при изучении аналитической химии и физико-химических методов анализа, общей и неорганической химии, органической химии, физиологии человека, физической химии, информатики. Студент должен знать:

- общие сведения об электронном строении элементов-органогенов, способах образования химической связи;
- типы межмолекулярных взаимодействий;
- типы изомерии органических соединений;

- типы химических реакций. Нуклеофильное замещение, нуклеофильные реакции карбонильных соединений, электрофильные реакции углеводов, окисления и восстановления органических соединений;

- принципы образования координационных соединений, основные структурные типы координационных соединений;

- основные термодинамические соотношения;

- принципы кислотно-основной и электрофильно-нуклеофильной активации субстратов;

- свойства неорганических и органических кислот и оснований;

- классы органических соединений, их свойства.

- основы неформальной кинетики и гомогенного катализа.

уметь:

- описывать орбитальное строение атомов и простейших молекул;

- определять класс органических соединений;

- определять тип органической реакции;

- образовывать координационную связь по методу валентных связей

- рассчитывать тепловые эффекты химических реакций;

- рассчитывать константы протолитических равновесий;

- определять направления активации субстратов;

- пользоваться правилами ИЮПАК;

владеть:

- навыками формирования названий органических соединений по систематической номенклатуре;

- методами идентификации классов органических соединений;

- навыками использования термодинамических соотношений для расчетов энергетических эффектов химических реакций;

- методами приближений химической кинетики;

- навыками работы в химической лаборатории.

Знания, умения и навыки, полученные студентами при изучении дисциплины «Химия биологически активных веществ» будут необходимы для усвоения курса «Основы биохимии и молекулярной биологии», «Биотехнологические производства», «Техническая биохимия», а также при подготовке, выполнении и защите курсовых и выпускной квалификационной работ, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

Связь данной дисциплины со специализацией обучающегося реализуется при рассмотрении технологий биотехнологических производств с участием микроорганизмов, при изучении химического состава сырьевой базы пищевой биотехнологии (молока, мяса, рыбы, злаковых культур и др.) и биохимических процессов при переработке, хранении продукции.

Особенностью дисциплины является проведение лабораторных работ, что позволяет приобрести студентам умения работать с химическими реагентами, посудой и приборами, осуществлять биохимический эксперимент и проводить первичные научные исследования. В лабораторные работы введены элементы, повышающие интерес студентов к ним и их познавательную активность.

К активным методам обучения относится сдача письменного отчета по лабораторной работе в форме обсуждения, коллоквиумы, где студент вступает в диалог с преподавателем в ходе обсуждения результатов эксперимента и ключевых вопросов отдельных тем дисциплины.

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

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Химия биологически активных веществ» направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки (специальности) 19.03.01 «Биотехнология»

а) общепрофессиональных (ОПК): ОПК-1, 5, 7

**Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами**

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ОПК-1</b>								
Биофизика (Б1.Б.8)						✓		
Коллоидная химия (Б1.Б.10)							✓	
Математика (Б1.Б.11)	✓	✓						
Общая и неорганическая химия (Б1.Б.13)	✓	✓						
Органическая химия (Б1.Б.14)			✓					
Основы биохимии и молекулярной биологии (Б1.Б.15)						✓		
Основы биохимии человека (Б1.Б.18)							✓	
Физика (Б1.Б.22)		✓	✓					
Физиология человека (Б1.Б.23)					✓	✓		
Физическая химия (Б1.Б.25)				✓	✓			
<b>Химия биологически активных веществ (Б1.Б.27)</b>					✓			
Экология (Б1.Б.28)	✓							
Ознакомительная практика (Б1.У.1)				✓				
Научно исследовательская работа (Б1.П.2)						✓		
Подготовка к процедуре защиты и								✓

<b>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</b>	<b>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</b>							
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
защита ВКР (Б3.Д.1)								
<b>ОПК-5</b>								
Методы контроля и сертификации биотехнологических продуктов (Б1.Б.12)								✓
Основы биохимии и молекулярной биологии (Б1.Б.15)						✓		
Процессы и аппараты биотехнологии (Б1.Б.19)				✓				
<b>Химия биологически активных веществ (Б1.Б.27)</b>					✓			
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР (Б3.Д.1)								✓
<b>ОПК-7</b>								
Аналитическая химия и физико-химические методы анализа (Б1.Б1)		✓	✓					
Коллоидная химия (Б1.Б.10)							✓	
Общая и неорганическая химия (Б1.Б.13)	✓	✓						
Органическая химия (Б1.Б.14)			✓					
Основы биохимии и молекулярной биологии (Б1.Б.15)						✓		
Физика (Б1.Б.22)		✓	✓					
Физическая химия (Б1.Б.25)				✓	✓			
<b>Химия биологически активных веществ (Б1.Б.27)</b>					✓			
Научно-исследовательская работа (Б2.П.2)								
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР (Б3.Д.1)								✓

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С  
ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

*Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения*

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ОПК-1.</b> Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	<i>ИОПК-1.4. Изучает, анализирует и использует базовые знания в области биоорганической и биохимии для решения задач профессиональной деятельности</i>	<b>ЗНАТЬ:</b> - аминокислоты, их свойства, классификацию; - уровни структурной организации белков, их классификацию, физико-химические свойства; - основных представителей моно-, ди- и полисахаридов; - изомерию моносахаридов, свойства дисахаридов; - монокарбоновые кислоты, липиды и их биологические функции; - азотистые основания, нуклеиновые кислоты, их свойства и роль в передаче наследственной информации; - общую характеристику ферментов и их классификацию; - классы ферментов, механизм ферментов на молекулярном уровне; - методы регуляции активности ферментов	<b>УМЕТЬ:</b> - прогнозировать физико-химические свойства белков в зависимости от их аминокислотного состава, pH среды; - рассчитывать концентрацию ионных форм аминокислот по константам протолитических равновесий; - рассчитывать предпочтительный заряд полипептидов в зависимости от pH среды; - определять типы межмолекулярных взаимодействий между аминокислотами в полипептидах и белках, прогнозировать пространственную конформацию.	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> - навыками идентификации биологически активных веществ; - выделения и идентификации основных биологически активных веществ клетки.	- Контрольные вопросы к выполнению лабораторных работ; - домашняя контрольная работа; - коллоквиум; - реферат	Вопросы для устного собеседования на экзамене: билеты (22 билета)



Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
	<i>ИОПК-1.5. Изучает, анализирует и использует базовые знания в области биологии для решения задач профессиональной деятельности</i>	<b>ЗНАТЬ:</b> - элементный и молекулярный состав прокариотической и эукариотической клеток, локализацию биологически активных веществ в клеточных органеллах; - физико-химические свойства биологически активных полимеров в зависимости от их мономерного состава, условий среды, каталитическую активность отдельных ферментов, влияние на нее различных условий среды и соединений.	<b>УМЕТЬ:</b> - выявлять взаимосвязь химического состава клеток с условиями обитания организмов и их развитием	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> - информацией об особенностях химического состава клеток микроорганизмов, растений, животных	Контрольные вопросы к выполнению лабораторных работ, коллоквиуму	
<b>ОПК-5.</b> Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	<i>ИОПК-5.1. Владеет знаниями устройства, принципа работы и выбора аппаратов для осуществления процесса при производстве биотехнологических продуктов</i>	<b>ЗНАТЬ:</b> - устройства, принцип работы и выбора оборудования для химического и биотехнологического синтеза биологически активных веществ	<b>УМЕТЬ:</b> - выбирать оборудование для химического и биотехнологического синтеза биологически активных веществ, основываясь, в том числе, на физико-химических свойствах БАВ.	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> - информацией о современном состоянии методов получения БАВ и их аппаратурном оформлении.	Контрольные вопросы к выполнению лабораторных работ	

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
	<i>ИОПК-5.4. Проводит стандартные и сертификационные испытания по контролю количественных и качественных показателей сырья и готовой продукции</i>	<b>ЗНАТЬ:</b> - методы стандартизации методик анализа клеточной массы различного происхождения, требования к качеству сырья и готовой продукции различного происхождения	<b>УМЕТЬ:</b> - проводить стандартные и сертификационные испытания по контролю количественных и качественных показателей сырья и готовой продукции	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> - навыками эксплуатации пилотных и лабораторных установок для проведения биохимических реакций и биотехнологических процессов	Контрольные вопросы к выполнению лабораторных работ	
<b>ОПК-7.</b> Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические,	<i>ИОПК-7.1. Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике</i>	<b>ЗНАТЬ:</b> - физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы проведения анализа биологически активных веществ	<b>УМЕТЬ:</b> - осуществлять лабораторный химический эксперимент по заданной методике с соблюдением норм техники безопасности; - пользоваться химическими реактивами, растворителями и химической посудой; - собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> - практическими навыками работы с реактивами; - приемами работы в химической лаборатории	- Контрольные вопросы к выполнению лабораторных работ	

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
биологические, микробиологические методы	<i>ИОПК-7.2. Проводит необходимые наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности</i>	<b>ЗНАТЬ:</b> - основные правила техники безопасности при работе в химической лаборатории; - основные методы и приемы проведения эксперимента; лабораторную посуду, в том числе, измерительную, и правила работы с ней.	<b>УМЕТЬ:</b> - пользоваться правилами безопасной работы в химической лаборатории	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> - основными приемами работы в биохимической лаборатории с соблюдением норм техники безопасности		
	<i>ИОПК-7.3. Обрабатывает и интерпретирует полученные экспериментальные данные</i>	<b>ЗНАТЬ:</b> - методы обработки экспериментальных данных, в том числе статистические; - правила представления экспериментальных данных	<b>УМЕТЬ:</b> - описывать проведенные эксперименты; выполнять расчеты с использованием экспериментальных и справочных данных; обрабатывать полученные экспериментальные данные; - высказывать свою точку зрения в обсуждении результатов; - проводить оценку практической значимости результатов исследования	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> - методами обработки результатов эксперимента; - физико-химическим аппаратом расчетно-теоретических методов для изучения свойств веществ и процессов с их участием		

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

**Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего часов	в т.ч. по семестрам бсем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>92</b>	<b>92</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
занятия лекционного типа (Л)	<b>51</b>	<b>51</b>
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	<b>34</b>	<b>34</b>
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	<b>3</b>	<b>3</b>
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>88</b>	<b>88</b>
реферат/эссе (подготовка)	<b>28</b>	<b>28</b>
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	<b>56</b>	<b>56</b>
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
5 СЕМЕСТР									
ОПК-1: ИОПК-1.4 ИОПК-1.5 ОПК-5: ИОПК-5.1 ИОПК-5.4 ОПК-7 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Раздел 1 Аминокислоты, пептиды, белки								
	Тема 1.1 Аминокислоты как мономеры белков: общая характеристика, классификация, свойства, ионные равновесия в водных растворах	3			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 8-25)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 1.1 Решение задач по ионным равновесиям аминокислот и определению изоэлектрической точки		2		1	подготовка к занятию [2.1] (стр. 8-25); [3.1] (стр. 28-43)	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 1.2 Химические реакции аминокислот. Пептиды. Секвенирование полипептидов. Основы химического синтеза пептидов	3			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 36-42)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Лабораторная работа № 1.2 Решение задач на свойства пептидов, химические реакции при секвенировании		2		3	подготовка к занятию [2.1] (стр. 36-42); [3.1] (стр. 28-43), выполнение домашней контрольной работы	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 1.3 Уровни структурной организации белков. Физико-химические свойства белков	3			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 41-61)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 1.3 Качественные реакции на аминокислоты и белки		2		1	подготовка к занятию [3.1] (стр. 3-17), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 1.4 Классификация, свойства белков. Методы разделения белков	3			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 57-64)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Лабораторная работа № 1.4 Исследование физико-химических свойств белков		2		1	подготовка к занятию [3.1] (стр. 18-27), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Итого по разделу №1	12	8		10				
ОПК-1: ИОПК-1.4 ИОПК-1.5 ОПК-5: ИОПК-5.1 ИОПК-5.4 ОПК-7 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Раздел 2 Углеводы								
	Тема 2.1 Моносахариды. Биологические функции. Изомерия моносахаридов	2			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 65-73)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 2.1 Идентификация углеводов в растворе		2		1	подготовка к занятию [3.2] (стр. 3-10), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 2.2 Химические реакции моносахаридов. Редуцирующие дисахариды.	2			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 73-84)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Лабораторная работа 2.2 Кислотный гидролиз крахмала. Цветные реакции на декстрины		2		2	подготовка к занятию [3.2] (стр. 11-17), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 2.3 Полисахариды. Основные представители, их строение, свойства, функции	2			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 85-99)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 2.3 Выделение и качественное определение гликогена и целлюлозы		2		2	подготовка к занятию [3.2] (стр. 17-21), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Лабораторная работа 2.4 Определение содержания крахмала в пшеничной муке поляриметрическим методом Эверса		2		2	подготовка к занятию [3.2] (стр. 21-27), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Итого по 2 разделу	6	2		10				
ОПК-1: ИОПК-1.4 ИОПК-1.5 ОПК-5: ИОПК-5.1 ИОПК-5.4 ОПК-7 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Раздел 3 Липиды								
	Тема 3.1 Классификация липидов, свойства. Простые липиды, химические реакции простых липидов.	2			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 100-107, 112-122)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 3.1 Физико-химические свойства триацилглицеринов (растительных масел)		2		2	подготовка к занятию [3.3] (стр. 3-8), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 3.2 Сложные липиды	2			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 107-111)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 3.2 Гидролиз растительных масел. Качественное определение продуктов гидролиза		2		3	подготовка к занятию [3.3] (стр. 9-11), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.3 Соединения, родственные липидам: стеролы, желчные кислоты	2			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 108-132)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 3.3 Идентификация холестерина и желчных кислот		2		2	подготовка к занятию [3.3] (стр. 11-17), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Лабораторная работа №3.4 Качественное определение фосфатидилхолина (лецитина) в яичном желтке. Исследование продуктов гидролиза лецитина		2		1	подготовка к занятию [3.3] (стр. 17-21), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Итого по разделу №3	6	8		10				
ОПК-1: ИОПК-1.4 ИОПК-1.5 ОПК-5: ИОПК-5.1 ИОПК-5.4	Раздел 4 Ферменты								
	Тема 4.1. Свойства ферментов как гомогенных катализаторов. Строение и состав ферментов. Способы выражения каталитической активности.	3			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр.160-165)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ОПК-7 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Лабораторная работа № 4.1 Ферментативное расщепление пероксида водорода.		2		3	подготовка к занятию [3.4] (стр. 3-10), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 4.2 Классификация и номенклатура ферментов. Коферменты, простетические группы.	3			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр.165-184)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 4.2 Обнаружение фермента тирозиназы в картофеле		2		2	подготовка к занятию [3.4] (стр. 11-12), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 4.3 Молекулярный механизм функционирования ферментов.	3			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр.184-195)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<b>Лабораторная работа № 4.3</b> Выделение уреазы из растительного материала (арбузные семечки) и выявление ее ферментативной активности		2		2	подготовка к занятию [3.4] (стр. 13-15), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	<b>Тема 4.4</b> Кинетическая схема Михаэлиса-Ментен. Уравнение Михаэлиса.	3			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 195-211)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	<b>Лабораторная работа № 4.4</b> Выделение сахаразы из дрожжей и определение ее специфичности		2		3	подготовка к занятию [3.4] (стр. 15-17), оформление отчета	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	<b>Тема 4.5</b> Регуляция активности ферментов. Зависимость активности ферментов от pH и температуры.	3			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 211-219)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	<b>Коллоквиум</b>	3			5	Подготовка к коллоквиуму [2.1] (стр. 160-219)			
	<b>Итого по разделу №4</b>	<b>18</b>	<b>8</b>		<b>20</b>				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>12</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>13</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ОПК-1: ИОПК-1.4 ИОПК-1.5 ОПК-5: ИОПК-5.1 ИОПК-5.4 ОПК-7 ИОПК-7.1 ИОПК-7.2 ИОПК-7.3	Раздел 5 Нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты								
	Тема 5.1 Пиримидиновые и пуриновые азотистые основания, их таутомерия. Нуклеозиды, Нуклеотиды	2			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 130-139)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 5.2 Уровни структурной организации ДНК. Свойства и биологические функции	2			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 140-151)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 5.1 Решение задач на комплементарность азотистых оснований ДНК		2		1	подготовка к занятию [2.1] (стр. 140-151),	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 5.3 Уровни структурной организации РНК. Свойства и биологические функции	2			1	подготовка к лекциям [2.1] (стр. 151-160)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Коллоквиум	3			2	Подготовка к коллоквиуму [2.1] (стр. 130-160)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Итого по разделу № 5	9	2		6				
	ИТОГО по дисциплине	51	34		88				



## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Текущий контроль осуществляется по следующим видам учебного процесса: собеседование перед выполнением лабораторных работ, выполнение и составление отчетов по лабораторным работам, коллоквиумы по темам лекционных занятий.

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

Вопросы, задания к лабораторным работам и задачи представлены в учебно-методических пособиях, представленных в п. 6.3.

### **5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

При промежуточном контроле (экзамен) успеваемость студентов оценивается по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

**Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ОПК-1.</b> Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях.	<i>ИОПК-1.4. Изучает, анализирует и использует базовые знания в области биохимической и профессиональной деятельности</i>	Не знает аминокислоты, их свойства, классификацию; уровни структурной организации белков, их классификацию, физико-химические свойства; - основных представителей моно-, ди- и полисахаридов; липиды и их биологические функции -Азотистые основания, нуклеиновые кислоты, их свойства и роль в передаче наследственной информации. -Общую характеристику ферментов и их классификацию; классы ферментов, механизм ферментов на молекулярном уровне; методы регуляции активности ферментов. Не умеет прогнозировать физико-химические свойства белков в зависимости от их аминокислотного состава, pH среды. Не владеет навыками идентификации биологически активных веществ; выделения и идентификации основных биологически активных веществ клетки.	Удовлетворительно знает аминокислоты, их свойства, классификацию; уровни структурной организации белков, их классификацию, физико-химические свойства; -основных представителей моно-, ди- и полисахаридов; липиды и их биологические функции -Азотистые основания, нуклеиновые кислоты, их свойства и роль в передаче наследственной информации. -Общую характеристику ферментов и их классификацию; классы ферментов, механизм ферментов на молекулярном уровне; методы регуляции активности ферментов. Частично умеет прогнозировать физико-химические свойства белков в зависимости от их аминокислотного состава, pH среды. частично владеет навыками идентификации биологически активных веществ; выделения и идентификации основных биологически активных веществ клетки.	Хорошо знает аминокислоты, их свойства, классификацию; уровни структурной организации белков, их классификацию, физико-химические свойства; - основных представителей моно-, ди- и полисахаридов; липиды и их биологические функции -Азотистые основания, нуклеиновые кислоты, их свойства и роль в передаче наследственной информации. -Общую характеристику ферментов и их классификацию; классы ферментов, механизм ферментов на молекулярном уровне; методы регуляции активности ферментов. Умеет прогнозировать физико-химические свойства белков в зависимости от их аминокислотного состава, pH среды. Хорошо владеет навыками идентификации биологически активных веществ; выделения и идентификации основных биологически активных веществ клетки.	Отлично знает аминокислоты, их свойства, классификацию; уровни структурной организации белков, их классификацию, физико-химические свойства; - основных представителей моно-, ди- и полисахаридов; липиды и их биологические функции -Азотистые основания, нуклеиновые кислоты, их свойства и роль в передаче наследственной информации. -Общую характеристику ферментов и их классификацию; классы ферментов, механизм ферментов на молекулярном уровне; методы регуляции активности ферментов. Отлично умеет прогнозировать физико-химические свойства белков в зависимости от их аминокислотного состава, pH среды. Отлично владеет навыками идентификации биологически активных веществ; выделения и идентификации основных биологически активных веществ клетки.



Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
	ИОПК-1.5. Изучает, анализирует и использует базовые знания в области биологии для решения задач профессиональной деятельности	<p>Не знает элементный и молекулярный состав прокариотической и эукариотической клеток, локализацию биологически активных веществ в клеточных органеллах.</p> <p>Определять физико-химические свойства биологически активных полимеров в зависимости от их мономерного состава, условий среды, определять каталитическую активность отдельных ферментов, влияние на нее различных условий среды и соединений.</p> <p>Не умеет выявлять взаимосвязь химического состава клеток с условиями обитания организмов и их развитием. Не владеет информацией об особенностях химического состава клеток микроорганизмов, растений, животных.</p>	<p>Частично знает элементный и молекулярный состав прокариотической и эукариотической клеток, локализацию биологически активных веществ в клеточных органеллах; физико-химические свойства биологически активных полимеров в зависимости от их мономерного состава, условий среды, определять каталитическую активность отдельных ферментов, влияние на нее различных условий среды и соединений. На невысоком уровне умеет выявлять взаимосвязь химического состава клеток с условиями обитания организмов и их развитием. Частично владеет информацией об особенностях химического состава клеток микроорганизмов, растений, животных.</p>	<p>Хорошо знает элементный и молекулярный состав прокариотической и эукариотической клеток, локализацию биологически активных веществ в клеточных органеллах; физико-химические свойства биологически активных полимеров в зависимости от их мономерного состава, условий среды, определять каталитическую активность отдельных ферментов, влияние на нее различных условий среды и соединений. На хорошем уровне умеет выявлять взаимосвязь химического состава клеток с условиями обитания организмов и их развитием. Хорошо владеет информацией об особенностях химического состава клеток микроорганизмов, растений, животных.</p>	<p>Отлично знает элементный и молекулярный состав прокариотической и эукариотической клеток, локализацию биологически активных веществ в клеточных органеллах; физико-химические свойства биологически активных полимеров в зависимости от их мономерного состава, условий среды, определять каталитическую активность отдельных ферментов, влияние на нее различных условий среды и соединений. На высоком уровне умеет выявлять взаимосвязь химического состава клеток с условиями обитания организмов и их развитием. Отлично владеет информацией об особенностях химического состава клеток микроорганизмов, растений, животных.</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ОПК-5.</b> Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	<i>ИОПК-5.1. Владеет знаниями устройства, принципа работы и выбора аппаратов для осуществления биотехнологического процесса при производстве биотехнологических продуктов</i>	Не знает устройства, принцип работы и выбора оборудования для химического и биотехнологического синтеза биологически активных веществ. Не умеет выбирать оборудование для химического и биотехнологического синтеза биологически активных веществ, основываясь, в том числе, на физико-химических свойствах БАВ. Не владеет информацией о современном состоянии методов получения БАВ и их аппаратурном оформлении.	Частично знает устройства, принцип работы и выбора оборудования для химического и биотехнологического синтеза биологически активных веществ. Частично умеет выбирать оборудование для химического и биотехнологического синтеза биологически активных веществ, основываясь, в том числе, на физико-химических свойствах БАВ. Частично владеет информацией о современном состоянии методов получения БАВ и их аппаратурном оформлении.	Хорошо устройства, принцип работы и выбора оборудования для химического и биотехнологического синтеза биологически активных веществ. Хорошо умеет выбирать оборудование для химического и биотехнологического синтеза биологически активных веществ, основываясь, в том числе, на физико-химических свойствах БАВ. Хорошо владеет информацией о современном состоянии методов получения БАВ и их аппаратурном оформлении.	Отлично устройства, принцип работы и выбора оборудования для химического и биотехнологического синтеза биологически активных веществ. Отлично умеет выбирать оборудование для химического и биотехнологического синтеза биологически активных веществ, основываясь, в том числе, на физико-химических свойствах БАВ. Отлично владеет информацией о современном состоянии методов получения БАВ и их аппаратурном оформлении.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
	ИОПК-5.4. Проводит стандартные и сертификационные испытания по контролю количественных и качественных показателей сырья и готовой продукции	<p>Не знает методы стандартизации методик анализа клеточной массы различного происхождения, требования к качеству сырья и готовой продукции различного происхождения.</p> <p>Не умеет проводить стандартные и сертификационные испытания по контролю количественных и качественных показателей сырья и готовой продукции.</p> <p>Не владеет навыками эксплуатации пилотных и лабораторных установок для проведения биохимических реакций и биотехнологических процессов.</p>	<p>Частично знает методы стандартизации методик анализа клеточной массы различного происхождения, требования к качеству сырья и готовой продукции различного происхождения.</p> <p>На удовлетворительном уровне умеет проводить стандартные и сертификационные испытания по контролю количественных и качественных показателей сырья и готовой продукции.</p> <p>Частично владеет навыками эксплуатации пилотных и лабораторных установок для проведения биохимических реакций и биотехнологических процессов.</p>	<p>Хорошо знает методы стандартизации методик анализа клеточной массы различного происхождения, требования к качеству сырья и готовой продукции различного происхождения.</p> <p>На хорошем уровне умеет проводить стандартные и сертификационные испытания по контролю количественных и качественных показателей сырья и готовой продукции.</p> <p>Хорошо владеет навыками эксплуатации пилотных и лабораторных установок для проведения биохимических реакций и биотехнологических процессов.</p>	<p>Отлично знает методы стандартизации методик анализа клеточной массы различного происхождения, требования к качеству сырья и готовой продукции различного происхождения.</p> <p>Умеет отлично проводить стандартные и сертификационные испытания по контролю количественных и качественных показателей сырья и готовой продукции.</p> <p>Отлично владеет навыками эксплуатации пилотных и лабораторных установок для проведения биохимических реакций и биотехнологических процессов.</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ОПК-7.</b> Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	<b>ИОПК-7.1.</b> Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике	Не знает физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы проведения и анализа химических процессов. Не умеет осуществлять лабораторный химический эксперимент по заданной методике с соблюдением норм техники безопасности; пользоваться химическими реактивами, растворителями и химической посудой; собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований. Не владеет практическими навыками работы с реактивами; приемами работы в биохимической лаборатории.	Частично знает физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы проведения и анализа биохимических процессов. На невысоком уровне умеет осуществлять лабораторный химический эксперимент по заданной методике с соблюдением норм техники безопасности; пользоваться химическими реактивами, растворителями и химической посудой; собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований. Частично владеет практическими навыками работы с реактивами; приемами работы в химической лаборатории.	Хорошо знает физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы проведения и анализа биохимических процессов. Умеет осуществлять лабораторный химический эксперимент по заданной методике с соблюдением норм техники безопасности; пользоваться химическими реактивами, растворителями и химической посудой; собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований. Хорошо владеет практическими навыками работы с реактивами; приемами работы в химической лаборатории.	Отлично знает физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы проведения и анализа биохимических процессов. На высоком уровне умеет осуществлять лабораторный химический эксперимент по заданной методике с соблюдением норм техники безопасности; пользоваться химическими реактивами, растворителями и химической посудой; собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований. Отлично владеет практическими навыками работы с реактивами; приемами работы в химической лаборатории.
	<b>ИОПК-7.2.</b> Проводит необходимые наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности	Не знает основные правила техники безопасности при работе в химической лаборатории; основные методы и приемы проведения эксперимента; лабораторную посуду, в том числе измерительную, и правила работы с ней. Не владеет основными приемами работы в химической лаборатории с соблюдением норм техники безопасности.	Частично знает основные правила техники безопасности при работе в химической лаборатории; основные методы и приемы проведения эксперимента; лабораторную посуду, в том числе измерительную, и правила работы с ней. Частично владеет основными приемами работы в химической лаборатории с соблюдением норм техники безопасности.	Хорошо знает основные правила техники безопасности при работе в химической лаборатории; основные методы и приемы проведения эксперимента; лабораторную посуду, в том числе измерительную, и правила работы с ней. Хорошо владеет основными приемами работы в биохимической лаборатории с соблюдением норм техники безопасности.	Отлично знает основные правила техники безопасности при работе в химической лаборатории; основные методы и приемы проведения эксперимента; лабораторную посуду, в том числе измерительную, и правила работы с ней. Отлично владеет основными приемами работы в биохимической лаборатории с соблюдением норм техники безопасности.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
	<i>ИОПК-7.3. Обрабатывает и интерпретирует полученные экспериментальные данные</i>	Не знает методы обработки экспериментальных данных правила представления экспериментальных данных. Не умеет описывать проведенные эксперименты; выполнять расчеты с использованием экспериментальных и справочных данных; обрабатывать полученные экспериментальные данные; Не владеет методами обработки результатов эксперимента; физико-химическим аппаратом расчетно-теоретических методов для изучения свойств биологически активных веществ.	Частично знает методы обработки экспериментальных данных правила представления экспериментальных данных. Частично умеет описывать проведенные эксперименты; выполнять расчеты с использованием экспериментальных и справочных данных; обрабатывать полученные экспериментальные данные; Удовлетворительно владеет методами обработки результатов эксперимента; физико-химическим аппаратом расчетно-теоретических методов для изучения свойств биологически активных веществ.	Хорошо знает методы обработки экспериментальных данных правила представления экспериментальных данных. Умеет описывать проведенные эксперименты; выполнять расчеты с использованием экспериментальных и справочных данных; обрабатывать полученные экспериментальные данные; Хорошо владеет методами обработки результатов эксперимента; физико-химическим аппаратом расчетно-теоретических методов для изучения свойств биологически активных веществ.	Отлично знает методы обработки экспериментальных данных правила представления экспериментальных данных. Умеет описывать проведенные эксперименты; выполнять расчеты с использованием экспериментальных и справочных данных; обрабатывать полученные экспериментальные данные; Отлично владеет методами обработки результатов эксперимента; физико-химическим аппаратом расчетно-теоретических методов для изучения свойств биологически активных веществ.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

1.1 Тырков А.Г. Биоорганическая химия: Учебное пособие/А.Г. Тырков. М.: КРОНУС. 2016. – 126 с.

1.2 Грандберг И.И. Органическая химия: Учебник/И.И. Градберг. М.: Юрайт. 2012. – 608 с.

1.3 Березин Б.Д. Органическая химия: Учебное пособие/Б.Д. Березин, Д.Б. Березин. М.: Юрайт. 2012. – 768.

### **6.2. Справочно-библиографическая литература**

2.1 Соколова Т.Н. Химия биологически активных веществ Учебное пособие /Т.Н. Соколова, В.Р. Карташов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2011. - 277 с. (НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2022. - 277, электронный ресурс кафедры).

### **6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению лабораторных занятий по данной дисциплине:

#### ***6.3.1 Методические указания, разработанные преподавателями:***

3.1. Соколова Т.Н. Аминокислоты. Белки /Т.Н. Соколова, А.А. Калинина, О.В. Кузина // Н. Новгород. НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2020. 42 с.

3.2. Соколова Т.Н. Углеводы /Т.Н. Соколова, А.А. Калинина, О.В. Кузина// Н. Новгород. НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2020. 35 с.

3.3. Соколова Т.Н. Липиды /Т.Н. Соколова, А.А. Калинина//Н. Новгород. НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2020. 28 с.

3.4. Соколова Т.Н. Ферменты/Т.Н. Соколова, А.А. Калинина, О.В. Кузина// Н. Новгород. НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2018. 18 с.

#### ***6.3.1 Методические указания, разработанные НГТУ***

3.5. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20).  
Дата обращения 23.09.2015.

3.6 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный

адрес:[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samost\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf?20).

3.7 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf).

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

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

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elib.tolgas.ru/) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. *Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:*<http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. *Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа:* <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. *Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа:* <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

### **7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

**Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем**

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

**Таблица 8 - Перечень программного обеспечения**

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

**Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
<b>1</b>	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
<b>2</b>	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>
<b>3</b>	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
<b>4</b>	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
<b>5</b>	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
<b>6</b>	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети



## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В табл. 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

**Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология относится к приоритетным направлениям подготовки.

Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии» располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Учебный процесс по направлению подготовки бакалавров соответствует требованиям ФГОС ВО:

1. Помещения кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии» представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, лабораторных работ, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории;

2. для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей);

3. перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата, включает в себя лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, в зависимости от вида проводимых лабораторных работ;

4. помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Учебный процесс полностью обеспечен материально-технической базой для проведения всех видов дисциплинарной, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом вуза, и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Учебный процесс подготовки по данному направлению полностью обеспечен лекционными аудиториями с презентационным оборудованием, а также компьютерными классами с соответствующим бесплатным и лицензионным программным обеспечением. Существует возможность выхода в сеть Интернет, в том числе, в процессе проведения занятий. Специализированные аудитории оснащены соответствующим лабораторным оборудованием для проведения лабораторных занятий при изучении следующих учебных дисциплин: информатика; физика; неорганическая химия; химия элементов; экология; информационные технологии; инженерная графика; электротехника и электроника; метрология, стандартизация и сертификация; пищевая биотехнология; общая биология и микробиология; химия биологически активных веществ; техническая биохимия; экологическая биотехнология; коллоидная химия; физическая химия; органическая химия; физико-химические процессы в биотехнологических производствах.

Материально-техническая база включает в себя приборы, оборудование и расходные материалы для проведения лабораторных и практических занятий, технические средства обучения в компьютерном зале и кабинетах, в том числе:

1. Аквадистиллятор ДЭ-4-02-"ЭМО"
2. Весы электронные лабораторные
3. Микроскоп МС – 20
4. Термостат ТС-80М-2
5. Шкафы сушильные различных модификаций и стран-изготовителей
6. Шкафы вытяжные
7. Рефрактометр
8. Баня водяная
9. Весы аналитические
10. Лампа бактерицидная
11. Биологические микроскопы различных модификаций и стран-производителей
12. Перемешивающее устройство ПЭ –6410
13. Термостаты разных производителей
14. Фотоэлектроколориметр КФК-2МП
15. Центрифуга лабораторная медицинская
16. Стерилизаторы паровые (автоклавы) ВК – 75
17. Хроматограф
18. Генератор водорода
19. Ферментационная установка «Фермус – 3Н»
20. Калориметр фотоэлектрический концентрационный КФК
21. Спектрофотометры различных производителей и модификаций
22. Микрофотометр МФ –2
23. Спектрограф
24. Титратор спектрофотометрический
25. Титратор потенциометрический
26. Магнитные мешалки
27. Механические мешалки
28. Вакуумные насосы
29. Микробиологическое оборудование для работы с культурами разных видов микроорганизмов
30. Микробиологические боксы, снабженные УФ-лампами для стерилизации
31. Центрифуги
32. Оргтехника (компьютеры, принтеры, сканеры и т.д.)

Все компьютеры, используемые на кафедрах, имеют выход в Интернет.

**Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	<b>1331</b> учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Аквадистиллятор ДЭ-4-02-"ЭМО" 2. Весы электронные лабораторные 3. Шкафы сушильные различных модификаций и стран-изготовителей 4. Шкафы вытяжные 5. Рефрактометр 6. Баня водяная 7. Термостаты разных производителей 8. Фотоэлектроколориметр КФК-2МП 9. Хроматограф 10. Генератор водорода 11. Калориметр фотоэлектрический концентрационный КФК 12. Спектрофотометры различных производителей и модификаций 13. Магнитные мешалки 14. Механические мешалки 15. Вакуумные насосы 16. Центрифуги 17. Химическая лабораторная посуда 18. Химические реактивы для проведения лабораторных работ	
2	<b>1247</b> учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации		
3	<b>1221</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 50 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- *коллоквиум;*
- *отчет по лабораторным работам.*

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (экзамену).

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

### **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить, как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем

детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план; - уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций; -

связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;

- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;

- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;

- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;

- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и незнание, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;

- записывать надо сжато;

- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием курсовой работы, участием в лабораторных работах, подготовкой и сдачей зачета/экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Лабораторные работы позволяют приобрести студентам умения работать с химическими реагентами, посудой и приборами, осуществлять химический эксперимент и проводить первичные научные исследования. В лабораторные работы введены элементы, повышающие интерес студентов к ним и их познавательную активность. Для повышения познавательной активности студентов и приобретения ими первичных навыков научного исследования, в эти классические лабораторные работы введены элементы научного исследования, как-то:

а) выбрать один из предложенных реактивов для проведения реакции и оценить результат;

б) объяснить протекание одной реакции и не протекание другой, на первый взгляд подобной, реакции;

в) предсказать практическое значение той или иной реакции, сопровождающейся необычным эффектом, и т.д.

На лабораторных занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к лабораторному занятию:

1. Ознакомиться с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы.

2. Проработать конспект лекций.

3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к лабораторным занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

1. Ответить на вопросы плана лабораторного занятия.

2. Выполнить домашнее задание.

3. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

#### **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Вопросы, индивидуальные задания и задачи представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям [3.1 – 3.4], представленных в п. 6.3.

### Примеры типовых заданий:

#### 11.1.1. Типовые задачи

##### К разделу №1

1. Написать реакции протолитических превращений аминокислот. Рассчитать изоэлектрическую точку аминокислоты. Определить, к какому полюсу при электрофорезе на бумаге будет перемещаться аминокислота при  $pH=6$ : Асп, Ала, Лиз; Глу, Арг, Асн.

2. Написать химическую формулу пептида в нейтральной среде; при  $pH 1,5$ ; при  $pH 13$  (учитывать преобладающую ионную форму аминокислоты): Ала-Тир-Цис-Тре-Лиз-Лиз-Гли-Про-Глу-Асн; Арг-Асн-Сер-Цис-Сер-Глу-Гис-Лиз-Вал-Про.

3. Определить все типы межмолекулярных взаимодействий между указанными фрагментами пептидов в сильнокислой среде: Асп-Сер-Лиз; Вал-Гли-Иле.

4. Указать направление перемещения (к катоду, аноду, старт) пептидов в процессе электрофореза на бумаге при  $pH = 1,6; 6,5; 11$ : Арг-Гли-Ала-Ала; Лиз-Ала-Гли-Асп.

5. Для полипептида

Фен-Асп-Мет-Три-Глу-Тир-Ала-Лиз-Глу-Глу-Мет-Цис-Глу-Цис-Сер.

написать:

а) уравнение реакции с фенилизотиоцианатом с последующим гидролизом раствором соляной кислоты;

б) уравнение реакции с 2,4-динитрофторбензолом с последующим гидролизом раствором соляной кислоты;

в) уравнение реакции с ферментом трипсином;

г) уравнение реакции с ферментом химотрипсином;

д) уравнение реакции с бромистым цианом  $CNBr$ ;

е) уравнение реакции с гидразином с последующим воздействием бензальдегида.

##### К разделу №5

1. Написать комплементарные взаимодействия Т-А. Что произойдет, если аденин перейдет в неустойчивую таутомерную форму? Что произойдет, если тимин перейдет в неустойчивую таутомерную форму?

2. Написать последовательность, комплементарную данной: АТГЦТТЦЦГА.

3. Две цепи двойной спирали ДНК могут быть разделены нагреванием. Расположите молекулы ДНК в порядке увеличения температуры плавления. Ответ поясните:

А) 5'-ГЦГ ГГ ГЦАГЦЦЦГГ Г ГГЦЦЦТГЦЦГ-3'

3'-ЦГЦЦЦГТЦГ Г ГЦЦЦЦГГГ АЦЦГЦ-5';

Б) 5'-АААААТТТТТЦАТАТТТААГАААТААА-3'

3'-ТТТТТАААААГТААААТТЦТТТАТАТТ-5';

#### 11.1.2. Типовые задания для лабораторных работ

##### Лабораторная работа № 1.3

##### Качественные реакции на аминокислоты и белки

##### ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какими функциональными группами определяются амфотерные свойства аминокислот?

2. Какие признаки лежат в основе классификации аминокислот?

3. От чего зависит заряд аминокислоты (белка) в водном растворе? Напишите реакции протолитических равновесий неионогенных аминокислот в водном растворе.
4. Какие Вы знаете общие реакции на аминокислоты и белки?
5. В чем заключается химизм нингидриновой реакции?
6. В чем заключается химия биуретовой реакции? В какой таутомерной форме находится пептидная группировка белков в биуретовой реакции?
7. Какие Вы знаете серосодержащие аминокислоты? Какая реакция лежит в основе определения серосодержащих аминокислот?
8. Можно ли выявить метионин по реакции Фоля? Почему?
9. Какие Вы знаете ароматические аминокислоты? По какой реакции их можно идентифицировать?
10. Какие Вы знаете реакции идентификации триптофана? В чем заключается химизм реакций на триптофан?
11. По какой реакции определяется аргинин? Напишите предполагаемые промежуточные и конечные продукты реакции.
12. В чем заключается химизм реакции идентификации глутаминовой кислоты?
13. Порядок выполнения работы

### **Лабораторная работа № 2.1**

#### **Идентификация углеводов в растворе**

1. Какая реакция является качественной на класс углеводов? Напишите предполагаемые структуры окрашенных продуктов конденсации.
2. Какие дисахариды относятся к редуцирующим? Почему они проявляют окислительно-восстановительные свойства?
3. Какие дисахариды относятся к нередуцирующим? Почему они не проявляют окислительно-восстановительные свойства?
4. По какой реакции можно отличить редуцирующие дисахариды от нередуцирующих?
5. Какая реакция служит для идентификации кетоз? Напишите предполагаемые структуры продуктов конденсации.
6. В чем заключается химизм реакций Троммера и с жидкостью Фелинга? В чем заключается их различия в идентификации альдоз и кетоз?
7. Порядок выполнения работы.

### **Лабораторная работа № 3.1**

#### **Физико-химические свойства триацилглицеринов (растительных масел)**

1. Напишите химическую формулу триацилглицеринов.
2. Какие химические компоненты определяют такое свойство триацилглицеринов, как фазовое состояние при комнатной температуре?
3. Какими свойствами будет обладать масло, содержащее преимущественно непредельные жирные кислоты?
4. Какая реакция лежит в основе обнаружения ненасыщенных жирных кислот в составе растительного масла?
5. Как образуется акролеин при термической обработке масел?
6. Какая реакция лежит в основе идентификации глицерина?
7. В каких растворителях – этанол, ацетон, хлороформ, вода – будет хорошая растворимость масла? Ограниченная? Растворимость будет отсутствовать?
8. Какие условия необходимы для образования водно-масляной эмульсии?
9. В чем заключается стабилизирующий эмульсию фактор?



10. Какие из используемых в работе веществ – белки, натриевые и калиевые соли карбоновых кислот (мыла), гидрокарбонат натрия – будут в лучшей степени стабилизировать водно-масляную эмульсию?

14. Порядок выполнения экспериментальной части работы.

### **11.1.3. Типовые вопросы при проведении коллоквиумов (по выбору преподавателя – письменно или устно)**

#### **Коллоквиум (устно в форме собеседования по группам) по разделу №4**

##### **Ферменты**

1. Особенности ферментов как природных катализаторов. Достоинства и недостатки в сравнении с химическими катализаторами.
2. Строение, состав ферментов.
3. Классификация ферментов.
4. Оксидоредуктазы, коферменты оксидоредуктаз.
5. Трансферазы, коферменты трансферазных реакций.
6. Гидролазы, их роль в деструкции биополимеров.
7. Лиазы.
8. Изомеразы
9. Лигазы, роль АТФ в функционировании лигаз.
10. Молекулярный механизм функционирования ферментов.
11. Роль консервативных аминокислот в ферментативном катализе.
12. Роль консервативных кислот в формировании активного центра.
13. Механизм действия ферментов на примере гидролаз.
14. Основные теоретические положения ферментативного катализа.
15. Кинетическая схема ферментативного катализа, уравнение Михаэлиса-Ментен для реакции первого порядка.
16. Физический смысл каталитической константы (константы Михаэлиса-Ментен), экспериментальное определение каталитической константы.
17. Зависимость активности ферментов от температуры.
18. Зависимость активности ферментов от pH среды.
19. Способы выражения каталитической активности ферментов.
20. Методы регуляции активности ферментов.
21. Регуляция активности ферментов через ассоциацию-диссоциацию, фосфорилирование-дефосфорилирование на примере регуляции метаболизма гликогена.

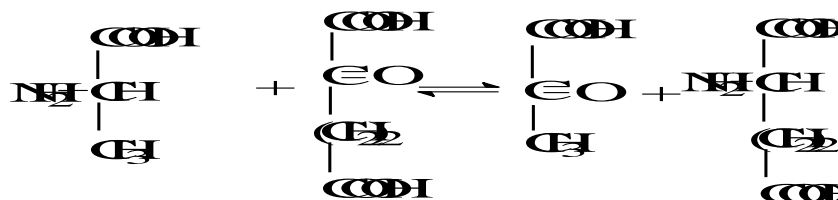
#### **Коллоквиум (письменно, в форме тестирования) по разделу № 4**

1. Ферменты увеличивают скорость реакции, так как:
  - а) изменяют величину свободной энергии реакции;
  - б) изменяют состояние равновесия;
  - в) увеличивают скорость прямой реакции;
  - г) уменьшают энергию активации;
  - д) уменьшают скорость обратной реакции.
2. При образовании фермент-субстратного комплекса:
  - а) изменяется конформация субстрата;
  - б) образуются нековалентные связи между субстратом и ферментом;
  - в) сближаются функциональные группы, участвующие в реакции;
  - г) изменяется порядок соединения аминокислот;
  - д) усиливается комплементарность между ферментом и субстратом.
3. Одно наиболее общее утверждение, характеризующее активный центр фермента:
  - а) активный центр составляет относительно небольшую часть молекулы фермента;

- б) активный центр располагается в гидрофобном углублении фермента, изолируя субстрат от водной фазы среды;
- в) это участок фермента, непосредственно участвующий в катализе.
4. Участок молекулы фермента, ответственный за осуществление ферментативной реакции, называется:
- а) субстратным центром;
- б) активным центром;
- в) аллостерическим центром.
5. Ферменты в отличие от химических катализаторов:
- а) обладают высокой каталитической активностью;
- б) имеют низкое сродство к субстрату;
- в) являются только гомогенными катализаторами;
- г) не требуют использования высоких температур;
- д) активны обычно при высоких температурах и давлениях.
6. Для протекания ферментативной реакции необходимо:
- а) связывание субстрата в любой области активного центра фермента;
- б) взаимное изменение конформации субстрата и фермента;
- в) комплементарное соответствие субстрата и фермента;
- г) образование многоточечных взаимодействий между функциональными группами субстрата и активного центра;
- д) образование фермент-субстратного комплекса.
7. К классу оксидоредуктаз не относятся ферменты:
- а) монооксигеназа;
- б) липаза;
- в) каталаза;
- г) фосфоорилаза;
- д) дегидрогеназа.
8. К классу гидролаз не относятся ферменты:
- а) фосфоорилаза;
- б) фосфатаза;
- в) пероксидаза;
- г) пептидаза;
- д) амилаза.
9. К классу трансфераз не относятся ферменты:
- а) гексокиназа;
- б) фосфатаза;
- в) аминотрансфераза;
- г) карбоксипептидаза.
10. К классу лиаз не относятся ферменты:
- а) фумаратгидратаза;
- б) альдолаза;
- в) эластаза;
- г) лактатдегидрогеназа;
- д) карбоангидраза.
11. Киназы катализируют:
- а) перенос групп внутри молекулы;
- б) образование С-О-связей;
- в) разрыв С-С-связей;
- г) перенос фосфатной группы от АТФ к молекуле-акцептору;
- д) гидролиз.
12. НАДН является донором:
- а) гидрид-иона;

- б) атома водорода;
  - в) протона.
13. Флавиновые коферменты участвуют в реакциях:
- а) карбоксилирования;
  - б) декарбоксилирования;
  - в) переаминирования;
  - г) окисления-восстановления.
14. НАДН является коферментом в реакциях:
- а) окисления-восстановления;
  - б) гидратации;
  - в) гидролиза;
  - г) образования фосфодиэфирной связи.
15. Пиридоксальфосфат является коферментом в реакциях:
- а) карбоксилирования;
  - б) декарбоксилирования;
  - в) аминирования;
  - г) переаминирования.
16. АМФ входит в состав кофермента:
- а) КоА;
  - б) биотин;
  - в) НАДФН;
  - г) ФМН;
  - д) ФАД.
17. Биотин является коферментом в реакции:
- а) карбоксилирования;
  - б) декарбоксилирования;
  - в) аминирования;
  - г) переаминирования.
18. Гем является простетической группой:
- а) каталазы;
  - б) пероксидазы;
  - в) цитохром-с-оксидазы;
  - г) монооксигеназы.
19. Кофермент А участвует в реакциях:
- а) окисления-восстановления;
  - б) гидратации;
  - в) дегидратации;
  - г) ацилирования.
20. Химическим компонентом апофермента является:
- а) аминокислоты;
  - б) углеводы;
  - в) триацилглицерины;
  - г) витамины.
21. Кофактором глюкокиназы являются ионы:
- а)  $Mg^{+2}$ ;
  - б)  $Zn^{+2}$ ;
  - в)  $Fe^{+2}$ ;
  - г)  $Fe^{+3}$ .
22. Абсолютной специфичностью обладает:
- а) протеиназа;
  - б) трипсин;
  - в) липаза;

- г) уреазы;
  - д) глюкозооксидаза.
23. Простетическая группа связана с ферментом связями и взаимодействиями:
- а) электростатической;
  - б) водородной;
  - в) ковалентной;
  - г) гидрофобной.
24. Кофермент связан с апоферментом связями и взаимодействиями:
- а) электростатической;
  - б) водородной;
  - в) ковалентной;
  - г) гидрофобной;
  - д) донорно-акцепторной.
25. Переаминирование аминокислот связано с участием кофермента:
- а) тиаминпирофосфата;
  - б) пиридоксальфосфата;
  - в) НАДН;
  - г) флавинадениндинуклеотида.
26. Реакцию

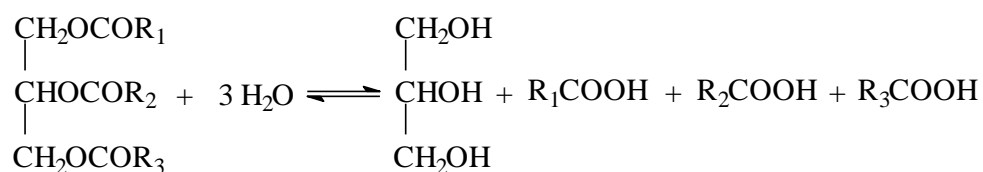


<i>L</i> -аланин	2-оксоглутаровая кислота	пировиноградная кислота (пируват)	<i>L</i> -глутаминовая кислота
------------------	-----------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------

катализирует:

- а) оксидоредуктаза;  
б) трансфераза;  
в) гидролаза;  
г) лиаза;  
д) изомераза;  
е) лигаза.

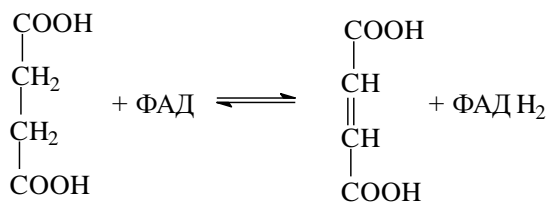
## 27. Реакцию



катализирует:

- а) оксидоредуктаза;  
б) трансфераза;  
в) гидролаза;  
г) лиаза;  
д) изомераза;  
е) лигаза.

## 28. Реакцию

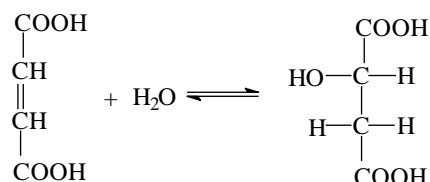


янтарная кислота (сукцинат)    фумаровая кислота (фумарат)

катализирует:

- а) оксидоредуктаза;  
б) трансфераза;  
в) гидролаза;  
г) лиаза;  
д) изомераза;  
е) лигаза.

## 29. Реакцию

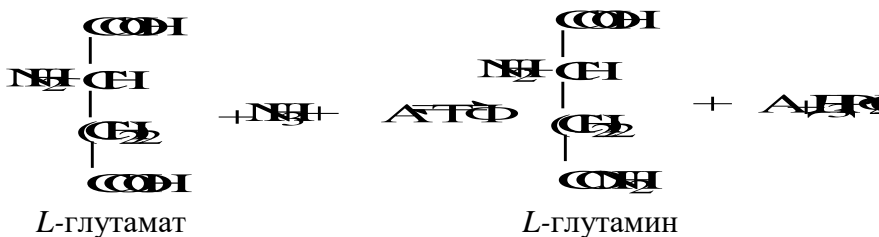


фумаровая кислота (фумарат)      яблочная кислота (*L*-малат)

катализирует:

- а) оксидоредуктаза;  
б) трансфераза;  
в) гидролаза;  
г) лиаза;  
д) изомераза;  
е) лигаза.

### 30. Реакцию



катализирует:

- а) оксидоредуктаза;  
б) трансфераза;  
в) гидролаза;  
г) лиаза;  
д) изомераза;  
е) лигаза.

31. Константа Михаэлиса является:

- а) параметром кинетики ферментативного катализа;  
б) концентрацией субстрата, при которой все молекулы фермента находятся в форме

ES:

- г) концентрацией субстрата, при которой достигается  $V_{\max}$ .

32. Константа Михаэлиса равна концентрации субстрата, при которой скорость равна:

- а) максимальной;

- б)  $1/5$  от максимальной;
  - в)  $1/2$  от максимальной;
  - г)  $1/10$  от максимальной.
33. Скорость ферментативной реакции зависит от:
- а) молекулярной массы фермента;
  - б) концентрации фермента;
  - в) молекулярной массы субстрата.
34. Для большинства ферментов скорость реакции зависит от концентрации субстрата:
- а) линейно;
  - б) гиперболически;
  - в) S-образно;
  - г) параболически.
35. Активность фермента рекомендуется измерять в условиях:
- а) короткого времени после начала реакции;
  - б) при концентрации субстрата меньше  $K_M$ ;
  - в) в буфере с оптимальным значением pH;
  - г) в условиях насыщения субстратом.
36. Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры имеет вид:
- а) прямой линии;
  - б) колоколообразной кривой;
  - в) сигмоидной кривой;
  - г) гиперболической кривой.
37. Два фермента имеют одинаковую удельную активность, если они не различаются по:
- а) молекулярной массе;
  - б) количеству в клетке;
  - в) месту локализации в клетке;
  - г) скорости превращения субстрата 1 мг фермента;
  - д) максимальной скорости реакции  $V_{max}$ .
38. Характер зависимости скорости ферментативной реакции от температуры зависит от:
- а) ионной силы среды;
  - б) величины pH;
  - в) денатурации белковой части фермента.
39. Зависимость скорости ферментативной реакции от pH среды определяется:
- а) концентрацией фермента;
  - б) ионизацией химических групп субстрата;
  - в) концентрацией субстрата;
  - г) ионизацией функциональных групп активного центра фермента;
  - д) денатурацией белковой части фермента.
40. Один наиболее общий способ регулирования активности фермента:
- а) с помощью аллостерического лиганда;
  - б) путем фосфорилирования-дефосфорилирования;
  - в) специфическим гидролизом пептидных связей;
  - г) изменением конформации активного центра;
  - д) с помощью белков-ингибиторов.
41. Активность глутаматдекарбоксилазы изменяется при pH 10, так как происходит:
- а) изменение конформации молекулы фермента;
  - б) гидролиз пептидных связей фермента;
  - в) изменение ионизации функциональных групп субстрата;
  - г) изменение ионизации функциональных групп фермента.
42. Пепсин проявляет оптимальную активность при pH:
- а) 1,5-2,5;
  - б) 4-5;

- в) 6-7;  
г) 10-11.
43. Ферменты, катализирующие внутримолекулярный перенос групп, называются:  
а) мутазами;  
б) киназами;  
в) рацемазами;  
г) оксигеназами.
44. Формилтрансферазные реакции протекают при участии кофермента:  
а) пиридоксальфосфата;  
б) тиаминпирофосфата;  
в) Ко А;  
г) тетрагидрофолиевой кислоты;  
д) ФАД.
45. Превращение  $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  осуществляется при участии:  
а) монооксигеназы;  
б) каталазы;  
в) пероксидазы;  
г) дегидрогеназы;  
д) цитохромоксидазы.
46. Химотрипсин гидролизует пептидную связь (X – любая аминокислота):  
а) Тир – X;  
б) Арг – X;  
в) Фен – X;  
г) Три – X;  
д) Лиз – X.
47. Трипсин гидролизует пептидную связь (X – любая аминокислота):  
а) Тир – X;  
б) Арг – X;  
в) Фен – X;  
г) Три – X;  
д) Лиз – X.
48. Пепсин гидролизует пептидную связь (X – любая аминокислота):  
а) Тир – X;  
б) X – Тир;  
в) Фен – X;  
г) X – Фен;  
д) Лей – Глу.
49.  $\alpha$ -Амилаза гидролизует:  
а)  $\alpha$ -1,4-гликозидную связь в полисахаридах;  
б)  $\beta$ -1,4-гликозидную связь в полисахаридах;  
в)  $\alpha$ -1,6-гликозидную связь в полисахаридах;  
г)  $\alpha$ -1,4-гликозидную связь в дисахаридах.
50.  $\beta$ -Амилаза отщепляет с нередуцирующего конца полисахарида:  
а)  $\beta$ -D-глюкозу;  
б)  $\alpha$ -D-глюкозу;  
в)  $\beta$ -мальтозу;  
г)  $\alpha$ -мальтозу.
51.  $\gamma$ -Амилаза отщепляет с нередуцирующего конца полисахарида:  
а)  $\beta$ -D-глюкозу;  
б)  $\alpha$ -D-глюкозу;  
в)  $\beta$ -мальтозу;

г)  $\alpha$ -мальтозу.

52. Удельная активность гексокиназы с  $M=45000$  и молекулярной активностью  $1,7 \cdot 10^4$  равна:

- а)  $3,8 \cdot 10^2$ ;
- б)  $7,6 \cdot 10^8$ .

53. Молекулярная активность пируваткарбоксилазы с удельной активностью  $1,2 \cdot 10^3 E$  и молекулярной массой 183000 равна:

- а)  $2,2 \cdot 10^8$ ;
- б)  $2,2 \cdot 10^5$ .

#### **Коллоквиум (письменно, в форме тестирования) по разделу № 5**

1. Молекула ДНК выполняет функцию:
  - а) хранения генетической информации;
  - б) переноса генетической информации из ядра в цитозоль;
  - в) передачи генетической информации на уровень белков.
2. Только в состав ДНК входит:
  - а) тимин;
  - б) цитозин;
  - в) урацил;
  - г) гуанин;
  - д) аденин.
3. Только в состав РНК входит:
  - а) тимин;
  - б) цитозин;
  - в) урацил;
  - г) гуанин;
  - д) аденин.
4. Комплементарными основаниями в ДНК являются:
  - а) А-Т;
  - б) А-Ц;
  - в) А-У;
  - г) А-Г;
  - д) Г-Ц.
5. Формирование вторичной структуры ДНК происходит за счет:
  - а) водородных связей;
  - б) ионных связей;
  - в) гидрофобных взаимодействий;
  - г) ковалентных связей.
6. В ДНК число молекул гуанина равно числу:
  - а) цитозина;
  - б) тимина;
  - в) аденина;
  - г) урацила.
7. ДНК и РНК различаются:
  - а) в составе азотистых оснований;
  - б) в типе связи между нуклеотидами;
  - в) в первичной структуре;
  - г) во вторичной структуре.
8. Гистоны:
  - а) синтезируются в цитоплазме;
  - б) образуют ядро нуклеосомы;
  - в) входят в состав хроматина;



- г) содержат много остатков аргинина и лизина;
  - д) имеют высокий отрицательный заряд.
9. В молекулах нуклеиновых кислот остатки нуклеотидов соединены связями:
- а) 2',3'-фосфодиэфирными;
  - б) 3',5'-фосфодиэфирными;
  - в) 2',5'-фосфодиэфирными;
  - г) N-гликозидными.
10. При формировании структур нуклеиновых кислот водородные связи не возникают между:
- а) А-Т;
  - б) А-У;
  - в) Г-Ц;
  - г) Г-А;
  - д) Т-У.
11. В формировании третичной структуры ДНК у эукариота участвуют белки:
- а) протамины;
  - б) глутелины;
  - в) гистоны;
  - г) альбумины;
  - д) глобулины.
12. Акцепторное плечо тРНК на 3'-конце имеет последовательность:
- а) АУГ;
  - б) ЦАЦ;
  - в) ЦЦА;
  - г) АЦЦ;
  - д) АЦА.
13. Между молекулой ДНК и гистонами в составе эукариотической хромосомы формируются связи:
- а) ковалентные;
  - б) координационные;
  - в) ионные;
  - г) водородные.
14. Нуклеотиды расщепляются ферментами:
- а) нуклеазами;
  - б) нуклеотидазами;
  - в) нуклеозидазами;
  - г) нуклеозидфосфорилазами.
15. Для РНК характерно:
- а) является одноцепочечным полирибонуклеотидом, биспирализованным на некоторых участках;
  - б) легко расщепляется при действии растворов щелочей;
  - в) в растворах с высокой ионной силой полностью спирализована;
  - г) не обладает гиперхромным эффектом.
16. Пуриновые и пиримидиновые основания:
- а) являются слабыми кислотами;
  - б) являются слабыми основаниями;
  - в) способны поглощать ультрафиолетовые лучи;
  - г) способны к таутомерным превращениям.
17. Для ДНК характерно:
- а) нуклеотидный состав изменяется в онтогенезе и зависит от физиологического состояния организма;
  - б) содержание в клетках зависит от степени их плоидности;

- в) последовательность нуклеотидов в одной цепи однозначно определяет таковую в другой;
- г) содержание пуриновых оснований равно содержанию пиримидиновых.
17. Вторичная структура В-формы ДНК имеет параметры:
- а) один виток содержит 10 пар нуклеотидов;
- б) расстояние между плоскостями оснований 0,56 нм;
- в) шаг спирали 0,34 нм;
- г) диаметр спирали 1,0 нм.
18. Молекула тРНК:
- а) имеет невысокую молекулярную массу;
- б) в большинстве случаев на 5'-конце имеет фосфогуаниловую кислоту;
- в) всегда на 3'-конце содержит триплет ЦЦА;
- г) обладает высокой степенью внутрицепочечной комплементарности.
20. Цепью ДНК, комплементарной последовательности ГЦААТГЦААТЦ, является:
- а) ЦГТТАЦГТТАГ;
- б) АТГГЦАТГГЦТ;
- в) ЦГУУАЦГУУАГ.

### **Коллоквиум (устно, в форме собеседования по группам) по разделу № 5**

1. Главные пиримидиновые азотистые основания, таутомерные формы.
2. Главные пуриновые азотистые основания, таутомерные формы.
3. Нуклеозиды, конформация углевода, син-, анти-нуклеозиды.
4. Нуклеотиды, химия образования фосфодиэфирной связи в нуклеотидах.
5. Вторичная структура ДНК, история открытия.
6. Способы стабилизации вторичной структуры ДНК.
7. Комплементарные взаимодействия между азотистыми основаниями.
8. Пространственная укладка ДНК.
9. Функция ДНК в клетке.
10. Сравнительная характеристика ДНК и РНК (по первичной, вторичной структурам, функциям).
11. Особенности нуклеотидного состава тРНК, ее функция, пространственная структура.
12. Элементы вторичных структур в молекуле РНК (петли, шпильки)
13. РНК, виды РНК, их биологические функции

#### **11.1.4. Вариант домашней контрольной работы по разделу №1**

1. Написать реакции протолитических превращений аминокислот. Рассчитать изоэлектрическую точку аминокислоты. Определить, к какому полюсу при электрофорезе на бумаге будет перемещаться аминокислота при pH=6 (использовать справочные данные по константам кислотности аминокислот): Тир, Асп, Лей; Фен, Асп, Лиз.

2. Написать химическую формулу пептида, проанализировать изменение заряда пептида при постепенном увеличении pH от 1,5 до 13 (использовать справочные данные по константам кислотности аминокислот):

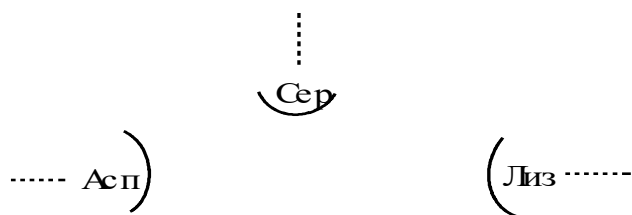
Иле-Арг-Глу-Глн-Глу-Лиз-Гис-Арг-Про-Вал;  
 Мет-Арг-Глу-Ала-Гли-Тир-Фен-Три-Мет-Арг.

3. Отобразить преимущественное ионное состояние пептида в сильнокислой среде, определить заряд. Как изменится заряд пептида при переходе в сильноосновную среду? Отобразить преимущественное ионное состояние пептида при pH >> 7:

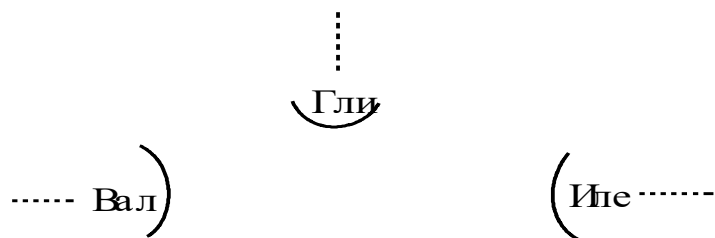
Глн-Глу-Лиз-Гис-Арг-Про-Вал-Асп-Глу-Асп-Асп;  
 Ала-Гли-Тир-Фен-Три-Мет-Арг-Глу-Асп-Гис.

4. Определить и схематично отобразить все типы межмолекулярных взаимодействий между указанными фрагментами пептидов в сильнокислой среде:

4.1



4.2.



5. Указать направление перемещения (к катоду, аноду, старт) пептидов в процессе электрофореза на бумаге при  $pH = 1,6; 6,5; 11$ : Асп-Гли-Ала-Глу; Глн-Гли-Ала-Арг.

6. Методом электрофореза на бумаге в сыворотке крови человека было обнаружено 5 белковых компонентов: сывороточный альбумин,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ -глобулины. Изoelectric point сывороточного альбумина равна 5,2,  $\gamma$ -глобулина – 7,3. У трех остальных компонентов положение изоточек промежуточное. Электрофоретическое фракционирование белков сыворотки крови проводили при  $pH = 8,0$ . Указать направление перемещения указанных белков и степень их подвижности при данном значении  $pH$ . При каком значении  $pH$  возможно разделение смеси двух белков – сывороточного альбумина и  $\gamma$ -глобулина?

7. Указать направление перемещения при электрофорезе следующих белков:

Тропомиозина ( $pI = 5,1$ ) в буферной системе с  $pH = 5,1; 8,0$ ;

Гемоглобина ( $pI = 6,8$ ) в буферной системе с  $pH = 4,8; 8,0$ .

8. Для полипептидов:

Вал-Сер-Асп-Тре-Лиз-Цис-Гли-Мет-Глу-Цис-Асн-Фен-Глн-Асн-Сер;

Гли-Фен-Цис-Лиз-Иле-Асп-Глн-Глу-Цис-Тир-Иле-Мет-Цис-Лиз-Тре.

написать:

а) уравнение реакции с фенилизотиоцианатом с последующим гидролизом раствором соляной кислоты;

б) уравнение реакции с 2,4-динитрофторбензолом с последующим гидролизом раствором соляной кислоты;

в) уравнение реакции с ферментом трипсином;

г) уравнение реакции с ферментом химотрипсином;

д) уравнение реакции с бромистым цианом  $CNBr$ ;

е) уравнение реакции с гидразином с последующим воздействием бензальдегида.

### 11.1.3. Примерная тематика рефератов (тема «Биорегуляторы»)

1. История открытия антибиотиков. Современное состояние фармацевтической промышленности.
2. Пенициллины. Химический и биотехнологический синтез.
3. Пептидные антибиотики.
4. Антибиотики-аминогликозиды.
5. Тетрациклины.
6. Антибиотики-нуклеозиды.
7. Пептидные антибиотики.
8. Цефалоспорины.
9. История открытия гормонов.
10. Биологические функции гормонов. Свойства.
11. Классификация гормонов. Медицинское значение.
12. Инсулин, его роль в регуляции обмена веществ.
13. Глюкагон, его роль в регуляции обмена веществ.
14. Катехоламины.
15. Гормоны щитовидной железы.
16. Стероидные гормоны водно-солевого обмена.
17. Стероидные гормоны обмена веществ.
18. Половые стероидные гормоны.
19. Химическое строение, свойства и физиологические функции витамина А.
20. Химическое строение, свойства и физиологические функции витамина D.
21. Химическое строение, свойства и физиологические функции витамина E.
22. Химическое строение, свойства и физиологические функции витамина B<sub>1</sub>.
23. Химическое строение, свойства и физиологические функции витамина B<sub>2</sub>.
24. Химическое строение, свойства и физиологические функции витамина B<sub>3</sub>.
25. Химическое строение, свойства и физиологические функции витамина B<sub>6</sub>.
26. Химическое строение, свойства и физиологические функции витамина B<sub>12</sub>.
27. Химическое строение, свойства и физиологические функции витамина B<sub>C</sub>.
28. Химическое строение, свойства и физиологические функции витамина PP.
29. Химическое строение, свойства и физиологические функции витамина C.
30. Химическое строение, свойства и физиологические функции витамина P.

### 11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Экзамен проводится в устной форме по всему материалу изучаемого курса. Экзаменационный билет содержит 3 вопроса из разных тем курса.

#### Экзаменационные вопросы

1. Общая характеристика аминокислот и их физические свойства.
2. Ионные равновесия в водных растворах аминокислот, изоэлектрическая точка.
3. Химические свойства аминокислот по группе COOH. Качественные реакции аминокислот
4. Химические свойства аминокислот по группе NH<sub>2</sub>
5. Пептиды и особенности пептидной связи.
6. Определение первичной структуры пептидов и белков
7. Химические основы синтеза пептидов.
8. Белки, вторичная структура белков.
9. Белки, типы взаимодействий между аминокислотными остатками (водородные, ван-дер-ваальсовы, гидрофобные), их роль в формировании третичной и четвертичной структур.

10. Классификация белков
11. Методы разделения белков.
12. Физико-химические свойства белков.
13. Типы изомерии моносахаридов
14. Формулы Фишера, Колли-Толленса и Хеуорса моносахаридов, их взаимный перевод.
15. Химические свойства моносахаридов
16. Структура и физико-химические свойства основных представителей моносахаридов: глюкозы, эритрозы, ксилозы, рибозы, рибулозы, арабинозы, фруктозы, галактозы, маннозы
17. Особенности строения и физико-химических свойств, редуцирующих и нередуцирующих дисахаридов: сахарозы, мальтозы, целлобиозы, трегалозы, лактозы.
18. Строение и физико-химические свойства основных представителей полисахаридов: целлюлозы, крахмала, гликогена, гемицеллюлозы, пектинов, гуми-веществ, хитина.
19. Гликозаминополисахариды.
20. Липиды, биологические функции липидов.
21. Жирные кислоты, влияние жирнокислотного состава на свойства липидов.
22. Классификация липидов. Основные реакции простых липидов.
23. Фосфолипиды, строение, свойства.
24. Гликолипиды, строение, свойства.
25. Причины и механизм перекисного окисления липидов. Антиоксидантные системы клетки.
26. Стероиды, строение, биологические функции.
27. Желчные кислоты, строение, биологические функции.
28. Главные азотистые основания, нуклеозиды, нуклеотиды, химия образования фосфодиэфирной связи в нуклеотидах.
29. Комплементарные взаимодействия между азотистыми основаниями.
30. Сравнительная характеристика ДНК и РНК.
31. Вторичная структура ДНК.
32. РНК, виды РНК, их биологические функции.
33. Особенности ферментов как природных катализаторов.
34. Строение, состав ферментов, классификация ферментов.
35. Механизм действия ферментов, основные теоретические положения ферментативного катализа (на примере ацетилхолинэстеразы и пероксидазы)
36. Оксидоредуктазы, коферменты оксидоредуктаз.
37. Трансферазы, коферменты трансферазных реакций.
38. Гидролазы, их роль в деструкции биополимеров.
39. Лиазы, изомеразы, лигазы, роль АТФ в функционировании лигаз.
40. Кинетическая схема ферментативного катализа, уравнение Михаэлиса-Ментен для реакции первого порядка.
41. Физический смысл каталитической константы (константы Михаэлиса-Ментен), экспериментальное определение каталитической константы.
42. Зависимость активности ферментов от температуры и pH среды.
43. Способы выражения каталитической активности ферментов. Методы регуляции активности ферментов.
44. Регуляция активности ферментов через ассоциацию-диссоциацию, фосфорилирование-дефосфорилирование на примере регуляции метаболизма гликогена
45. Консервативные аминокислоты в активном центре ферментов. Их функции.
46. Кислотно-основная активация субстрата в каталитическом центре

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 20**

1. Строение и физико-химические свойства основных представителей полисахаридов: целлюлозы, крахмала, гликогена, гемицеллюлозы, пектинов, гуми-веществ, хитина.
2. Вторичная структура ДНК.
3. Консервативные аминокислоты в активном центре ферментов. Их функции.

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 2**

1. Стеролы, строение, биологические функции
2. Структура и физико-химические свойства основных представителей моносахаридов: глюкозы, эритрозы, ксилозы, рибозы, рибулозы, арабинозы, фруктозы, галактозы, маннозы
3. Механизм действия ферментов, основные теоретические положения ферментативного катализа

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 3**

1. Причины и механизм перекисного окисления липидов. Антиоксидантные системы клетки
2. Особенности строения и физико-химических свойств, редуцирующих и нередуцирующих дисахаридов: сахарозы, мальтозы, целлобиозы, трегалозы, лактозы.
3. Оксидоредуктазы, коферменты оксидоредуктаз

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 4**

1. Общая характеристика аминокислот и их физические свойства
2. Гликозаминополисахариды
3. Трансферазы, коферменты трансферазных реакций.

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 5**

1. Общая характеристика аминокислот и их физические свойства.
2. Липиды, биологические функции липидов.
3. Гидролазы, их роль в деструкции биополимеров

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 6**

1. Ионные равновесия в водных растворах аминокислот, изоэлектрическая точка.
2. Жирные кислоты, влияние жирнокислотного состава на свойства липидов
3. Лиазы, изомеразы, лигазы, роль АТФ в функционировании лигаз

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 7**

1. Химические свойства аминокислот по группе  $\text{COOH}$ . Качественные реакции аминокислот.
2. Классификация липидов. Основные реакции простых липидов
3. Кинетическая схема ферментативного катализа, уравнение Михаэлиса-Ментен для реакции первого порядка

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 8**

1. Химические свойства аминокислот по группе  $\text{NH}_2$
2. Фосфолипиды, строение, свойства
3. Физический смысл каталитической константы (константы Михаэлиса-Ментен), экспериментальное определение каталитической константы

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 9**

1. Пептиды и особенности пептидной связи
2. Гликолипиды, строение, свойства
3. Зависимость активности ферментов от температуры и pH среды.

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 10**

1. Определение первичной структуры пептидов и белков
2. Причины и механизм перекисного окисления липидов. Антиоксидантные системы клетки
3. Способы выражения каталитической активности ферментов. Методы регуляции активности ферментов.

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 11**

1. Белки, вторичная структура белков
2. Стероиды, строение, биологические функции
3. Регуляция активности ферментов через ассоциацию-диссоциацию, фосфорилирование-дефосфорилирование на примере регуляции метаболизма гликогена

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 12**

1. Белки, типы взаимодействий между аминокислотными остатками (водородные, ван-дер-ваальсовы, гидрофобные), их роль в формировании третичной и четвертичной структур
2. Желчные кислоты, строение, биологические функции
3. Особенности ферментов как природных катализаторов

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 13**

1. Классификация белков
2. Главные азотистые основания, нуклеозиды, нуклеотиды, химия образования фосфодиэфирной связи в нуклеотидах.
3. Молекулярный механизм функционирования ферментов



Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 14**

1. Методы разделения белков
2. Комплементарные взаимодействия между азотистыми основаниями
3. Особенности ферментов как природных катализаторов

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 15**

1. Физико-химические свойства белков
2. Сравнительная характеристика ДНК и РНК
3. Молекулярный механизм функционирования ферментов

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 16**

1. Типы изомерии моносахаридов
2. Химические основы синтеза пептидов
3. Консервативные аминокислоты в активном центре ферментов. Их функции.

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 17**

1. Формулы Фишера, Колли-Толленса и Хеуорса моносахаридов, их взаимный перевод
2. РНК, виды РНК, их биологические функции
3. Особенности аминокислотного состава активного и каталитического центров фермента.

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 18**

1. Белки, типы взаимодействий между аминокислотными остатками (водородные, вандер-ваальсовы, гидрофобные), их роль в формировании третичной и четвертичной структур
2. Желчные кислоты, строение, биологические функции
3. Строение, состав ферментов, классификация ферментов

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 19**

1. Формулы Фишера, Колли-Толленса и Хеуорса моносахаридов, их взаимный перевод
2. РНК, виды РНК, их биологические функции
3. Классификация белков

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 20**

1. Пептиды и особенности пептидной связи
2. Желчные кислоты, строение, биологические функции
3. Особенности аминокислотного состава активного и каталитического центров фермента.

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 21**

1. Методы разделения белков
2. Главные азотистые основания, нуклеозиды, нуклеотиды, химия образования фосфодиэфирной связи в нуклеотидах.
3. Кислотно-основная активация субстрата в каталитическом центре

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева  
Кафедра «Нанотехнологии и биотехнологии»  
Дисциплина «Химия БАВ»

**БИЛЕТ № 22**

1. Белки, вторичная структура белков
2. Причины и механизм перекисного окисления липидов. Антиоксидантные системы клетки
3. Способы выражения каталитической активности ферментов. Методы регуляции активности ферментов.