

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева)



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке  
РХТУ им. Д.И. Менделеева

А.А. Щербина

«27» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
ПО ГРУППЕ НАУЧНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ  
1.5. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Научные специальности:

1.5.3. Молекулярная биология

1.5.6. Биотехнология

1.5.15. Экология

Москва 2023 г.

## Общие положения

Программа вступительного испытания по группе научных специальностей 1.5. Биологические науки разработана с учетом требований к поступающим, определёнными Правилами приема.

Цель проведения экзамена - оценка уровня знаний поступающих в области группы научных специальностей 1.5. Биологические науки для отбора наиболее подготовленных поступающих для обучения по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Задачей вступительного испытания в аспирантуру является оценка уровня владения специальной дисциплиной, в том числе проверка наличия у поступающего необходимых теоретических и практических знаний по выбранному направлению научного исследования.

Поступающий должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

### Разделы программы

1. Форма проведения вступительного испытания.
2. Язык проведения вступительного испытания.
3. Содержание вступительного испытания.
4. Структурированное по разделам (областям) содержание вступительного испытания.
5. Шкала оценивания для оценивания вступительного испытания.
6. Примерный перечень вопросов для экзамена.
7. Рекомендуемая литература для подготовки к вступительному испытанию.

#### **1. Форма проведения вступительного испытания.**

Вступительное испытание проводится в устной форме и включает в себя вопросы по научной специальности.

#### **2. Язык проведения вступительного испытания.**

Язык проведения экзамена – русский.

#### **3. Содержание вступительного испытания.**

Экзаменационный билет состоит из вопросов по научной специальности.

На подготовку ответа отводится 20 минут.

#### **4. Структурированное по разделам (предметным областям) содержание вступительного испытания.**

### **Раздел 1. Молекулярная биология**

#### *1.1. Основы молекулярной биологии*

Современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии.

Биохимия, микробиология, цитология и генетика, как основа молекулярной биологии.

Основные вехи развития молекулярной биологии.

Перспективы развития молекулярной биологии в свете становления омиксных технологий.

Области применения молекулярной биологии, роль дисциплины в общей стратегии развития биологических и медицинских дисциплин.

Наиболее востребованные области применения знаний и техник молекулярной биологии.

Новые направления, развивающиеся на базе знаний молекулярной биологии.

### *1.2. Молекулярная биология нуклеиновых кислот.*

Основная догма молекулярной биологии. Генетический код.

Структура и функции ДНК и РНК.

Отличия структуры геномов про- и эукариот. Неядерные геномы.

Подвижные генетические элементы и эволюция геномов.

Регуляторные последовательности эукариотических геномов.

Сравнительная геномика. Геном человека. Наследственные заболевания человека

Особенности тРНК, рРНК, мРНК.

Транскрипция, особенности транскрипции у эукариот и прокариот.

Обратная транскрипция и ее значение для науки и медицины.

### *1.3. Молекулярная биология белков.*

Разнообразие структур и функций белков.

Связь первичной структуры и функций белков.

Трансляция. Современные представления о структуре рибосом. Этапы трансляции, ее механизмы и регуляция.

Транслокация белков через мембрану клетки, пост-трансляционные модификации белков.

Антитела: структура, формирование разнообразия.

Белок-белковые взаимодействия и их значение для самосборки белков и надмолекулярных белковых структур.

Взаимодействия белков и нуклеиновых кислот в процессе регуляции активности генома, при самосборке вирусов.

Взаимодействия белков и липидов в процессе формирования биологических мембран.

Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла. Молекулярные основы эволюции, дифференцировки развития и старения.

### *1.4. Методы молекулярной биологии.*

Характеристика современных физических и химических методов изучения структуры и свойств нуклеиновых кислот и белков.

Методы амплификации нуклеиновых кислот.

Биологические и биохимические методы: культуры клеток, получение моноклональных антител, гель-фильтрация и гель-электрофорез, иммуноанализ.

Генетическая инженерия как технология получения функционально активных генетических структур.

Масс-спектрометрические технологии.

Современные методы молекулярной биологии в медицине и диагностике.

## **Раздел 2. Биотехнология**

### *2.1. Общая микробиология*

Объекты микробиологии - эукариоты. Особенности строения, основные органеллы клетки, биологические особенности. Роль в природе, практическое значение. Прокариоты – объекты микробиологии. Особенности строения, систематики, основы питания, биологические особенности. Роль в природе. Вирусы, строение, состав, Типы взаимоотношений с клеткой хозяина. Роль в природе и эволюции. Поступление питательных веществ в клетку микроорганизмов. Типы питания (авто- и фототрофия, хемотрофия, гетеротрофия, сапрофиты, симбионты, паразиты. Влияние химических и физических факторов окружающей среды на жизнедеятельность микроорганизмов. Виды и состав питательных сред для культивирования микроорганизмов.

Методы обнаружения и количественного учёта микроорганизмов в объектах окружающей среды и техногенных средах. Метод накопительных культур. Методы культивирования микроорганизмов. Периодическое культивирование. Кривая роста, диауксия. Показатели роста микроорганизмов. Типы биологического окисления у микроорганизмов. Особенности электрон-транспортной сети, аэробное дыхание. Окисление органических и неорганических соединений. Значение в природе и практике. Анаэробное дыхание микроорганизмов. Роль в природе и практическое значение. Процессы брожения. Разнообразие. Практическое значение. Фототрофные микроорганизмы. Особенности бактериального фотосинтеза. Значение в природе. Структура генетического аппарата у про- и эукариотов. Понятие о генотипе и фенотипе. Виды изменчивости микроорганизмов. Основные понятия о селекции микроорганизмов и генной инженерии. Неполное окисление органических соединений микроорганизмами. Трансформация. Микрофлора природных сред. Типы взаимоотношений микроорганизмов и других представителей биоты.

### *2.2. Биохимия*

Аминокислоты: химическое строение, оптическая изомерия и физико-химические свойства аминокислот. Протеиногенные аминокислоты, их классификация. Гормоны, нейромедиаторы и нейрогормоны – производные аминокислот: примеры, биосинтез и функции. Природные пептиды: строение, свойства, биологические функции. Особенности строения пептидной связи и особенности строения природных пептидов в сравнении с белками. Современные методы изучения белков и пептидов. Определение

молекулярной массы, секвенирование белков, лабораторные методы очистки белков. Классификация белков. Многообразие биологических функций белков. Связь пространственного строения и функции белковых молекул, примеры. Реакции посттрансляционной модификации аминокислотных остатков в молекулах белков. Примеры, биологическое значение этих процессов. Строение, свойства и биологическая функция гемоглобина. Покажите влияние первичной структуры белка и нековалентных взаимодействий на пространственную структуру белка и его способность функционировать.

Жирные кислоты: классификация, строение, физико-химические свойства. Полиненасыщенные жирные кислоты, их производные, биохимическая функция. Холестерин: общий план строения молекулы, свойства, биологическая роль. Производные холестерина: особенности образования в организме, выполняемые биохимические функции. Сложные липиды: классификация, строение, свойства, биохимические функции. Липиды биологических мембран. Взаимосвязь строения липидов с их свойствами и выполняемыми функциями в составе биологических мембран. Производные липидов – регуляторы биологических процессов: примеры, принцип биосинтеза и выполняемые в организме функции. Жирорастворимые витамины. Перечислите их, опишите свойства и охарактеризуйте биохимические функции.

Гликопептиды, пептидогликаны, гликопротеины, их строение, свойства, биологическая роль в организме. Моносахариды: классификация, строение, виды изомерии и биологические функции. Примеры олиго- и полисахаридов растительного, животного, грибного и бактериального происхождения: строение, биологические функции.

Ферменты: строение и классификация. Витамины, их биохимическая роль. Витамины как предшественники кофакторов ферментов. Примеры таких кофакторов, коферментов, простетических групп, а также ферментов и реакций, катализируемых ими.

Гликолиз: ферменты и реакции, суммарное уравнение и энергетический баланс процесса, локализация, функции, регуляция. Глюконеогенез. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Суммарное уравнение и энергетический баланс процесса. Цикл лимонной кислоты: локализация процесса, ферменты и реакции, суммарное уравнение окисления ацетил-СоА в цикле Кребса и энергетический баланс процесса. Окисление NADH и FADH<sub>2</sub> в дыхательной цепи. Строение и состав дыхательной цепи в митохондриях. Хемииосмотическая теория синтеза АТФ. Энергетический

баланс процесса аэробного окисления глюкозы. Катаболизм липидов, липолитические ферменты. Катаболизм жирных кислот: механизм  $\beta$ -окисления насыщенных жирных кислот. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов. ДНК, РНК: особенности химического строения и пространственной структуры. Репликация ДНК. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Теломераза и ее функции. Транскрипция. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Понятие гена в молекулярно биологических терминах. Основная догма молекулярной биологии и ее дополнения. Регуляция транскрипции у прокариот. Теория оперона. Структура *lac*-оперона у *E. coli*, регуляция экспрессии гена  $\beta$ -галактозидазы. Трансляция. Основные реакции трансляции, стадии и механизм процесса, участвующие ферменты и органеллы. Генетический код.

### *2.3. Технология ферментных препаратов.*

Ферментные препараты. Классификация. Особенности технологии получения ферментных препаратов из растительного сырья. Характеристика и области применения. Ферментные препараты. Классификация. Особенности технологии получения ферментных препаратов из животного сырья. Свойства и области применения. Амилолитические ферментные препараты. Варианты технологии. Основные характеристики и области применения. Протеолитические ферментные препараты. Варианты технологии. Основные характеристики и области применения. Целлюлолитические ферментные препараты. Варианты технологии. Основные характеристики и области применения.

### *2.4. Биоинформатика.*

Организация современных автоматизированных биотехнологических комплексов: возможные аппаратные и программные средства. Методы поиска и построения эволюционных деревьев. Базы данных филогенетического анализа. Постановка задачи и подходы к множественному выравниванию, алгоритмы, программные средства и интерпретация результатов.

Основные подходы к предсказанию белковых структур по последовательностям ДНК и аминокислот. Парное выравнивание биологических последовательностей: цели, алгоритмы, программные средства, оценка. Глобальное и локальное выравнивание.

### *2.5. Технология белка и БАВ.*

Биомасса промышленных микроорганизмов как сырье для получения широкой гаммы продуктов различного назначения. Типовая схема получения вторичных метаболитов на примере антибиотиков медицинского назначения.

Переработка микробной биомассы с получением продуктов липидной природы. Характеристика различных видов биотехнологических продуктов липидной природы и области их практического применения.

Технология получения дрожжевой РНК. Гидролиз полинуклеотидов с получением продуктов технического и пищевого назначения и субстанций для синтеза лекарственных средств. Технологические приемы получения микробных нуклеотидов и нуклеозидов. Переработка денуклеинизированной микробной биомассы с получением продуктов белковой природы. Основы технологии получения белковых изолятов. Микробиологический синтез аминокислот. Принципы регуляции, обеспечивающие сверхсинтез первичных метаболитов на примере промышленных продуцентов аминокислот. Типовые технологические схемы получения препаратов аминокислот. Промышленные методы выделения и очистки аминокислот, получаемых при микробиологическом синтезе. Характеристика препаратов аминокислот и области их практического применения. Микробиологическое производство витаминов. Технологическая схема получения витамина В12 медицинского назначения. Производство витаминов группы В кормового назначения. Технологические схемы получения антибиотиков медицинского назначения. Производство пенициллина: биосинтез пенициллина G. Общие принципы построения технологических схем получения препаратов антибиотиков кормового назначения. Организация современного микробиологического производства органических кислот на примере лимонной кислоты. Микробиологическая трансформация органических соединений. Понятие о биотрансформации, ее биохимические основы. Микробиологическая трансформация производных индола. Классификация микробиологических трансформаций по типу возникновения и отщепления функциональных групп. Микробиологическая трансформация производных пиридина.

#### *2.6. Экологическая биотехнология*

Приоритетные загрязнения. Основные пути их переноса и трансформации в живых организмах и в окружающей среде. Природные водные экосистемы, основные абиотические и биотические факторы и процессы, влияющие на состояние загрязненных водных сред. Основные требования к очистке сточных вод и к качеству воды. Основные показатели загрязненности сточных вод и оценки качества воды. Организация очистных сооружений. Основные этапы обработки сточных вод. Принципиальная схема очистных сооружений. Характеристика отдельных стадий очистки.

Наиболее распространенные методы очистки сточных вод. Методы биологической очистки сточных вод. Биоценозы очистных сооружений. Основные биохимические процессы и условия эффективного

функционирования биологической очистки сточных вод в аэробных и анаэробных условиях. Сооружения аэробной биоочистки. Их классификация. Технологические схемы, основные конструкции и их сравнительная характеристика. Сооружения анаэробной биоочистки. Их классификация. Технологические схемы, основные конструкции и их сравнительная характеристика. Основные группы отходов, пригодных для биологической переработки. Биоконверсия возобновляемого сырья и отходов. Особенности сырья для биоконверсии и пути его использования.

Принципы, методы, основные технологические особенности переработки растительных и углеводсодержащих отходов в кормовой белок. Принципы организации малоотходного биотехнологического производства. Силосование и компостирование. Биологические и технологические основы. Биоконверсия биомассы в топливо. Основные варианты. Особенности биотоплива. Вермикультивирование и вермикомпостирование. Биологические основы. Методы. Технологические основы и особенности.

Почвенные экосистемы. Основные свойства почвы и почвенные процессы. Основные абиотические и биотические факторы и процессы, влияющие на состояние загрязненных почвенных сред. Роль физических и физико-химических параметров почвенной среды в процессах ремедиации и биоремедиации. Биоремедиация природных сред и обезвреживания загрязнений. Роль факторов окружающей среды и особенностей загрязнения в выборе методов биоремедиации. Основные методы биоремедиации и биологической очистки загрязненных природных сред. Использование растений и водорослей для очистки загрязненных сред. Особенности накопления и трансформации загрязнений растениями и водорослями. Фиторемедиация почв. Основные методы, требования к растениям. Ремедиация и очистка природных сред, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Биопрепараты для очистки природных сред. Основные особенности их использования.

### **Раздел 3. Экология**

#### *3.1. Общая экология*

Основные понятия экологии. Законы экологии. Экосистемы, гомеостаз экосистем; популяционный анализ; искусственные экосистемы; моделирование экосистем; строение биосферы. Основы климатологии; основы почвоведения. Основы биогеохимии; биогеохимический круговорот вещества и связанные с ним формы удержания, перераспределения и накопления энергии; биогеохимические круговороты основных биогенных элементов и их нарушение человеком; основные понятия системной экологии. Экология человека; глобальные и региональные экологические проблемы.



### *3.2. Науки о Земле*

*Почвоведение.* Роль почвы в биосферных процессах; факторы и условия почвообразования; основные почвенные процессы. *Гидрология.* Основы гидрометрии; общие закономерности гидрологических процессов. *Климатология и метеорология.* Климат и климатообразующие факторы; формирование и динамика климата; антропогенное влияние на климат Земли; солнечная радиация, радиационный баланс, фотосинтетически активная радиация; микроклимат и фитоклимат; метеорологические наблюдения и прогнозы. *Геология и гидрогеология.* Строение, состояние Земли и земной коры; эндогенные и экзогенные геологические процессы; процессы формирования, состав и свойства подземных вод; прогноз изменения количества и качества подземных вод. *Ландшафтоведение.* Классификация геосистем; функционирование, продуктивность, устойчивость ландшафтов; ландшафт и этногенетические процессы.

### *3.3. Безопасность жизнедеятельности*

Человек и среда обитания; характерные состояния системы «человек-среда обитания»; негативные факторы техносферы, их воздействия на человека; управление безопасностью жизнедеятельности; правовые и нормативно-технические основы управления; международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.

### *3.4. Промышленная экология, рациональное природопользование, малоотходные и природоподобные производства*

Рациональное природопользование. Системный подход к природопользованию. Анализ потоков в эколого-экономической системе. Техногенный круговорот веществ. Понятие об эколого-экономических системах. Понятие малоотходного и природоподобного производства. Основные критерии и принципы создания таких производств; комплексное использование ресурсов, цикличность материальных потоков, ограничение воздействия производства на окружающую среду и т.д.

### *3.5. Рациональное использование воздуха, воды и обращение с твердыми отходами производства и потребления*

*Понятие атмосферы.* Рациональное использование атмосферного воздуха. Анализ основных источников загрязнения атмосферы. Тенденции их развития. Очистка отходящих газов. Основные методы, достоинства и недостатки особенности их использования и аппаратного оформления в зависимости от производства и регионов. Уменьшение выбросов в атмосферу путем совершенствования технологий. Очистка промышленных выбросов от твердых частиц и аэрозолей, оксидов серы и азота, хлор- и фторсодержащих

газов, органических загрязнителей и оксида углерода. Замкнутые газооборотные циклы.

*Понятие гидросферы.* Значение и использование воды в химических производствах. Источники воды и характеристики воды различного происхождения. Требования к воде технологического и коммунально-бытового назначения. Рациональное использование воды. Водный баланс. Ресурсы пресной воды. Промышленная подготовка воды и методы ее очистки от примесей. Основные показатели качества и методы контроля качества воды. Экономия водопотребления в производстве. Водооборотные системы. Основные системы и проблемы водоотведения промышленных предприятий. Состав и свойства сточных вод. Пути уменьшения степени загрязнения и объема сточных вод. Очистка сточных вод. Основные способы. Физико-химические основы процессов очистки. Достоинства и недостатки, аппаратное оформление. Очистка сточных вод от твердых веществ и эмульсий. Реагентные, мембранные, электрохимические методы очистки сточных вод. Очистка сточных вод, основанная на фазовых переходах (выпарка, дистилляция, кристаллизация). Опреснение воды. Использование сорбционных методов очистки природных и сточных вод, выделение ценных компонентов. Биохимические методы очистки. Необходимые условия и требования к биохимической очистке. Аэробные и анаэробные процессы. Активный ил. Биофильтры. Основные характеристики процесса биохимической очистки. Способы организации биохимической очистки. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий. Экономическая оценка различных методов очистки сточных вод и замкнутых водооборотных систем. Перспективы их совершенствования.

*Понятие литосферы.* Переработка и утилизация отходов производства и потребления. Классификация отходов. Вторичные материальные ресурсы. Общие и специальные методы переработки отходов. Система сбора и переработки промышленных отходов. Сбор, переработка, обезвреживание и утилизация твердых бытовых отходов. Обезвреживание, переработка и утилизация отходов сельскохозяйственных комплексов. Обезвреживание, переработка и захоронение токсичных и радиоактивных отходов. Особенности работы с токсичными и радиоактивными отходами. Порядок накопления, транспортировка, обезвреживание и захоронение токсичных промышленных отходов. Полигоны по их обезвреживанию и захоронению. Радиоактивные отходы. Подготовка и захоронение радиоактивных отходов. Специальные полигоны. Загрязнение окружающей среды твердыми коммунальными (бытовыми) отходами. Требования законодательства РФ в части обращения с отходами. Организация управления отходами, внедрение новейших

технологий и оборудования для сбора, удаления, обезвреживания и утилизации ТКО.

### *3.6. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) и экологическая экспертиза*

Организация и развитие деятельности по управлению воздействием на окружающую среду в Российской Федерации. Процедура ОВОС при обосновании проекта, выборе площадки строительства, разработке проектов (ТЭО) строительства предприятий. Организация работ при проведении государственной и общественной экологической экспертизы. Сравнение вариантов проектных решений (оценка экологической эффективности технологических процессов и производств).

### *3.7. Экологический менеджмент и экологическое аудирование*

Понятие «Экологический менеджмент», системы международных стандартов ISO 14000, 9000, 45000. Экономическая эффективность экологического менеджмента; аудирование как вид профессиональной экологической деятельности. Концепция ESG (экологическое, социальное и корпоративное управление).

### *3.8. Теоретические основы защиты окружающей среды*

Теоретические основы защиты окружающей среды: физико-химические основы процессов очистки сточных вод и отходящих и утилизации твердых отходов. Процессы коагуляции, флокуляции, флотации, адсорбции, жидкостной экстракции, ионного обмена, электрохимического окисления и восстановления, электрокоагуляции и электрофлотации, электродиализа, мембранные процессы (обратный осмос, ультрафильтрация), осаждение, дезодорации и дегазации, катализа, конденсации, пиролиза, переплава, обжига, огневого обезвреживания, высокотемпературной агломерации. Теоретические основы защиты окружающей среды от энергетических воздействий. Принцип экранирования, поглощения и подавления в источнике.

### *3.9. Процессы и аппараты защиты окружающей среды*

Основные методы (аппараты) и особенности очистки отходящих газов от аэрозолей, токсичных газовых примесей. Механические, химические, физико-химические и биохимические методы очистки сточных вод, основные аппараты.

### *3.10. Экологический мониторинг*

Структура современного экологического мониторинга, его цели и задачи; организация государственной службы наблюдения за состоянием окружающей природной среды; государственный экологический контроль (ГЭК); производственный экологический контроль (ПЭК); общественный экологический контроль (ОЭК); методы экологического контроля; средства

экологического контроля; приборы контроля загрязнения воздуха, воды, почвы; метрологическое обеспечение экологического контроля.

### 3.11. Зеленая химия для устойчивого развития

Зеленая химия как инструмент достижения Целей устойчивого развития. Двенадцать принципов зеленой химии. «Зеленый» подход к проведению химических реакций и процессов. Примеры использования зеленых технологий в химической и нефтехимической промышленности.

### 3.12. Экологические особенности технологии основных производств и пути организации в них природоподобных и малоотходных процессов

Анализ основных технологических процессов, источников образования промышленных отходов и путей снижения воздействия на состояние окружающей среды и создания малоотходных производств на предприятиях химического, нефтехимического, энергетического и горнодобывающего профилей. Основные химические производства. Производство серной, фосфорной кислот. Современные тенденции в развитии химической технологии. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов. Перспективные источники сырья и энергии. Энерго-ресурсосберегающие технологии. Перспективы и основные этапы решения проблемы рационального природопользования и организации устойчивого функционирования народного хозяйства.

## 5. Критерии оценки.

Вопросы по научной специальности оцениваются в 70 баллов. Ответы на дополнительные вопросы оцениваются в 30 баллов.

### Шкала оценивания

Ответ на вопросы билета	Полное соответствие содержания ответа вопросу в экзаменационном билете, присутствует ясность, четкость и логика изложения. Поступающий показывает владение понятийным аппаратом, выводы аргументированы, высокий уровень	Соответствие содержания ответа вопросу в экзаменационном билете, присутствует ясность, четкость и логика изложения. Поступающий показывает владение понятийным аппаратом, выводы не полностью аргументированы, высокий уровень	Не полное соответствие содержания ответа вопросу в экзаменационном билете. Поступающий показывает недостаточное владение понятийным аппаратом, выводы частично аргументированы, низкий уровень владения материалом, недостаточно	Не полное соответствие содержания ответа вопросу в экзаменационном билете, отсутствует ясность, четкость и логика изложения. Поступающий показывает слабое владение понятийным аппаратом, выводы не аргументированы, низкий уровень

	владения материалом, показывает знание смежных вопросов.	владения материалом, показывает знание смежных вопросов.	показывает знание смежных вопросов.	владения материалом, не показывает знание смежных вопросов.
Количество баллов	61-70	46-60	21-45	0-20
<b>Ответ на дополнительные вопросы</b>	Исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией	Полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленный экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.	В целом правильные ответы на вопросы, поставленный экзаменационной комиссией, при этом поступающий недостаточно аргументирует ответы	Демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.
Количество баллов	21-30	11-20	6-10	0-5

## **6. Примерный перечень вопросов для экзамена (избранные вопросы по специальной дисциплине)**

### **1.5.3. Молекулярная биология**

1. Строение молекулы ДНК.
2. Структура хроматина ядра и хромосомы.
3. Транспортные РНК: структура и функции.
4. Рибосомальные РНК: структура и функции.
5. Информационные РНК: структура и функции.
6. Общая структура геномов высших эукариот
7. Понятие «транскриптом» и примеры полных или специализированных транскриптомов.
8. Методы секвенирования и сравнительного анализа транскриптомов
9. Особенности организации митохондриальной ДНК растений и животных
10. Механизмы и виды репарации.
11. Молекулярная биология развития
12. Кольцевые молекулы ДНК и понятие о сверхспирализации ДНК
13. Полимеразы, типы полимераз, механизмы функционирования.
14. Регуляция экспрессии генов.
15. Общая рекомбинация у про- и эукариот.

16. Типы и функции мобильных элементов. Значение мобильных элементов в эволюции.
17. Структура белка, уровни организации
18. Молекулярная биология в медицинской диагностике: текущее применение и перспективы
19. Биочипы: принципы создания, типы, применение.
20. Способы деления клеток. Особенности и биологическое значение митоза и мейоза.
21. Способы обнаружения первичных и вторичных метаболитов клетки.
22. Иммунодиагностические методы.
23. Молекулярно-генетические маркеры: определение, информативность.
24. Альтернативный сплайсинг и его биологические последствия.
25. Методы изучения белок-белковых взаимодействий.
26. Перспективы дальнейшего развития молекулярной биологии
27. Методы экстракции биомолекул из тканей и клеток. Центрифугирование.
28. Полимеразная цепная реакция (ПЦР).
29. Наследственные заболевания человека. Роль молекулярной диагностики.
30. Геном человека. Старение.

#### **1.5.6. Биотехнология**

1. Объекты микробиологии - эукариоты. Особенности строения, основные органеллы клетки, биологические особенности. Роль в природе, практическое значение.
2. Прокариоты – объекты микробиологии. Особенности строения, систематики, основы питания, биологические особенности. Роль в природе.
3. Вирусы, строение, состав, Типы взаимоотношений с клеткой хозяина. Роль в природе и эволюции.
4. Поступление питательных веществ в клетку микроорганизмов. Типы питания (авто- и фототрофия, хемотрофия, гетеротрофия, сапрофиты, симбионты, паразиты).
5. Влияние химических и физических факторов окружающей среды на жизнедеятельность микроорганизмов.
6. Методы культивирования микроорганизмов. Периодическое культивирование. Кривая роста, диауксия. Показатели роста микроорганизмов.
7. Типы биологического окисления у микроорганизмов. Особенности электрон-транспортной сети.
8. Аэробное дыхание. Окисление органических и неорганических соединений. Значение в природе и практике.
9. Анаэробное дыхание микроорганизмов. Роль в природе и практическое значение.

10. Процессы брожения. Разнообразие. Практическое значение.
11. Фототрофные микроорганизмы. Особенности бактериального фотосинтеза. Значение в природе.
12. Неполное окисление органических соединений микроорганизмами. Трансформация. классификация.
13. Природные пептиды: строение, свойства, биологические функции. Особенности строения пептидной связи и особенности строения природных пептидов в сравнении с белками.
14. Реакции посттрансляционной модификации аминокислотных остатков в молекулах белков. Примеры, биологическое значение этих процессов.
15. Жирные кислоты: классификация, строение, физико-химические свойства. Полиненасыщенные жирные кислоты, их производные, биохимическая функция.
16. Сложные липиды: классификация, строение, свойства, биохимические функции.
17. Производные липидов – регуляторы биологических процессов: примеры, принцип биосинтеза и выполняемые в организме функции.
18. Моносахариды: классификация, строение, виды изомерии и биологические функции.
19. Примеры олиго- и полисахаридов растительного, животного, грибного и бактериального происхождения: строение, биологические функции.
20. Ферменты: строение и классификация. Приведите примеры ферментов и реакций, катализируемых ими для каждого класса.
21. Гликолиз: ферменты и реакции, суммарное уравнение и энергетический баланс процесса, локализация, функции, регуляция. Глюконеогенез.
22. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Суммарное уравнение и энергетический баланс процесса.
23. Цикл лимонной кислоты: локализация процесса, ферменты и реакции, суммарное уравнение окисления ацетил-СоА в цикле Кребса и энергетический баланс процесса.
24. Окисление NADH и FADH<sub>2</sub> в дыхательной цепи. Строение и состав дыхательной цепи в митохондриях. Хемииосмотическая теория синтеза. АТФ. Энергетический баланс процесса аэробного окисления глюкозы.
25. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов. ДНК, РНК: особенности химического строения и пространственной структуры.
26. Репликация ДНК. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Теломераза и ее функции.

27. Транскрипция. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот.

28. Понятие гена в молекулярно-биологических терминах. Основная догма молекулярной биологии и ее дополнения.

29. Регуляция транскрипции у прокариот. Теория оперона. Структура *lac*-оперона у *E. coli*, регуляция экспрессии гена  $\beta$ -галактозидазы.

30. Трансляция. Основные реакции трансляции, стадии и механизм процесса, участвующие ферменты и органеллы. Генетический код.

31. Амилолитические ферментные препараты. Варианты технологии. Основные характеристики и области применения.

32. Протеолитические ферментные препараты. Варианты технологии. Основные характеристики и области применения.

33. Целлюлолитические ферментные препараты. Варианты технологии. Основные характеристики и области применения.

34. Организация современных автоматизированных биотехнологических комплексов: возможные аппаратные и программные средства.

35. Методы поиска и построения эволюционных деревьев. Базы данных филогенетического анализа.

36. Постановка задачи и подходы к множественному выравниванию, алгоритмы, программные средства и интерпретация результатов.

37. Основные подходы к предсказанию белковых структур по последовательностям ДНК и аминокислот.

38. Парное выравнивание биологических последовательностей: цели, алгоритмы, программные средства, оценка. Глобальное и локальное выравнивание.

39. Типовые технологические схемы получения препаратов аминокислот. Промышленные методы выделения и очистки аминокислот, получаемых при микробиологическом синтезе. Характеристика препаратов аминокислот и области их практического применения.

40. Микробиологическое производство витаминов. Технологическая схема получения витамина В12 медицинского назначения. Производство витаминов группы В кормового назначения.

41. Технологические схемы получения антибиотиков медицинского назначения. Производство пенициллина: биосинтез пенициллина G.

42. Организация современного микробиологического производства органических кислот на примере лимонной кислоты.

43. Микробиологическая трансформация органических соединений. Понятие о биотрансформации, ее биохимические основы. Микробиологическая трансформация производных индола.

44. Микробиологический синтез аминокислот. Принципы регуляции, обеспечивающие сверхсинтез первичных метаболитов на примере промышленных продуцентов аминокислот.



45. Организация очистных сооружений. Основные этапы обработки сточных вод. Принципиальная схема очистных сооружений. Характеристика отдельных стадий очистки.

46. Наиболее распространенные методы очистки сточных вод. Методы биологической очистки сточных вод.

47. Биоценозы очистных сооружений. Основные биохимические процессы и условия эффективного функционирования биологической очистки сточных вод в аэробных и анаэробных условиях.

48. Сооружения аэробной биоочистки. Их классификация. Технологические схемы, основные конструкции и их сравнительная характеристика.

### **1.5.15. Экология**

1. Основные принципы и господствующие философии в различных направлениях развития человечества, их связь с проблемами охраны окружающей среды.

2. Экологическая парадигма, формы и важнейшие события в области охраны природы в XXI веке.

3. Трансформация вещества и энергии в экосистемах. Пищевые цепи, пищевые сети и трофические уровни. Трофическая структура и экологические пирамиды. Факторы, лимитирующие и регулирующие развитие экосистем.

4. Основные законы экологии.

5. Очистка промышленных выбросов от кислотообразующих веществ (оксиды серы, азота). Достоинства и недостатки.

6. Очистка промышленных выбросов от хлор- и фторсодержащих газов. Достоинства и недостатки.

7. Санитарно-гигиеническое нормирование и классификация по степени опасности водных объектов хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного водопользования, в атмосферном воздухе населенных мест, в воздухе рабочей зоны, в почве, в пищевых продуктах.

8. Какова тенденция (и почему) происходит загрязнение атмосферы диоксидом серы в промышленности? С чем связаны опасности поступления диоксида серы в атмосферу?

9. Какова тенденция (и почему) происходит загрязнение атмосферы оксидами азота? С чем связаны опасности поступления оксидов азота в атмосферу?

10. Очистка сточных вод. Физико-химические основы процессов очистки воды. Достоинства и недостатки, аппаратное оформление.

11. Понятие «система экологического менеджмента». Основные причины внедрения системы экологического менеджмента. Преимущества системы экологического менеджмента для предприятий.

12. Сравните воздействие на окружающую среду при производстве серной кислоты из серы, пирита и природного газа.

13. Основные экологические проблемы при производстве фосфорной кислоты и пути их решения.

14. Реагентные, химические методы очистки сточных вод. Достоинства и недостатки, аппаратное оформление. Приведите примеры конкретных производств.

15. Мембранные методы очистки сточных вод химического и нефтехимического профилей.

16. Биохимические методы очистки. Необходимые условия и требования к биохимической очистке. Аэробные и анаэробные процессы. Активный ил. Основные характеристики процесса биохимической очистки.

17. Сорбционные методы очистки отходящих газов и сточных вод.

18. Производственные отходы в экономике замкнутого цикла.

19. Организация государственного экологического мониторинга в РФ. Основные принципы. Уровни нормирования.

20. Технологическое нормирование. Понятие НДТ.

21. Понятие твердые коммунальные отходы (ТКО). ТКО как источник загрязнения окружающей среды.

22. Что такое «Зеленая химия»? Каковы основные принципы организации химико-технологического процесса, относящиеся к зеленой химии, Вы знаете? Приведите примеры зеленых химических процессов и технологий.

23. Цели устойчивого развития. Основные критерии достижения Цели «Устойчивое потребление и производство». Роль химии и химической технологии в достижении Целей устойчивого развития.

24. Загрязнение окружающей среды соединениями тяжелых металлов. Экологические последствия. Основные антропогенные источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду.

25. Дайте определение понятиям «сырьевые и энергетические ресурсы». Какие ресурсы относятся к возобновляемым и невозобновляемым ресурсам? Как классифицируют вторичные энергетические ресурсы?

26. Антропогенные нарушения глобальных циклов азота и фосфора, причины и последствия. Понятие планетарных границ.

27. Техногенный кругооборот вещества. Проблемы образования отходов производства и потребления.

28. В чём разница в понятии отходов производства и потребления? Как классифицируют отходы? Как Вы считаете отходы это символ смерти или символ жизни?

29. Основные проблемы, связанные с твердыми коммунальными отходами. Пути переработки твердых коммунальных отходов.

30. В чем особенность выбора аппаратного оформления процесса очистки выбросов от аэрозолей? Какие способы очистки от аэрозолей Вы знаете?

31. Чем обусловлена необходимость создания замкнутых систем производственного водоснабжения? Какие основные принципы создания замкнутых водооборотных систем Вы знаете?

32. Научно-технические экологические нормативы работы предприятий. Что такое ПДВ и ПДС, как они связаны с соответствующими

ПДК?

33. Нарисуйте и объясните вид зависимости температуры атмосферы от высоты над уровнем моря. Назовите основные слои в атмосфере и пограничные слои между ними.

34. Каков состав сухого воздуха у земной поверхности? Как изменяется состав воздуха с высотой? Почему? В каких единицах принято выражать содержание газов в атмосфере?

35. Что такое озоновый слой планеты, какие «дыры» в нем могут образоваться? Какие действия по сохранению озонового слоя приняты в соответствии с Монреальским протоколом. Каково состояние озонового слоя в настоящее время?

36. Что такое «нулевой» цикл озона? В чем измеряется и как меняется содержание озона в атмосфере с изменением высоты над уровнем моря, географической широты, времени года? Какие процессы могут приводить к уменьшению содержания озона в стратосфере?

37. Что такое океанический конвейер? К каким последствиям может привести его «остановка»?

38. Органические соединения в атмосфере. Источники поступления и стока органических соединений.

39. Суперэкоотоксиканты в окружающей среде.

40. Техногенные потоки веществ в биогеоценозе. Миграция химических элементов в почвенном профиле.

## **7. Рекомендуемая литература для подготовки к вступительному испытанию**

### **1.5.3. Молекулярная биология**

1. Коничев, А. С. Молекулярная биология : учеб. для студ. пед. вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. – М. : Академия, 2003. – 400 с.

2. Коничев, А. С. Молекулярная биология : учеб. для студ. пед. вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. – Изд. 2-е, испр. – М. : Академия, 2005. – 400с

3. Рис, Э. Введение в молекулярную биологию: от клеток к ато-мам / Э. Рис, М. Стернберг. – М. : Мир, 2002. – 141 с.

4. Спирин А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. Изд. Академия, 512 с., 2011.

5. Степанов В. М. Молекулярная биология. Структура и функции белков. Изд. МГУ, Наука, 336 с., 2005.

6. Скворцова, Н.Н. Основы молекулярной биологии [Текст]: учебное пособие / Н.Н. Скворцова. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 74 с

7. Современное естествознание: энциклопедия: в 10 т. – Т. 8: Молекулярные основы биологических процессов; под ред. Ю. А. Владимиров-ва. – М.: Магистр-Пресс, 2000. – 408 с.

8. Биологическая химия: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю. Б. Филиппович с соавт.; под ред. Н. И. Ковалевской. – М.: Академия, 2005. – 256 с.
9. Войцековская, С. А. Биохимия и основы биорегуляции организмов. Молекулярная биология: практикум / С. А. Войцековская, Т. Г. Угай. – Томск: издательство ТГПУ, 2007. – 92 с.
10. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002. – 420 с.
11. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Издание 4. Сибирское университетское издательство - Новосибирск, 2007
12. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами (Изд. 2-е). Либроком, 298 с., 2012.
13. Альбертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. В 3-х томах. М.: R&D Dynamics, 2013.

### **1.5.6. Биотехнология**

#### *Основная литература:*

1. Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов, И. В. Шакир. Микробиологический контроль биотехнологических производств. — ДеЛи плюс Москва, 2016. — С. 142.
2. Белодед А.В. Методы работы с плазмидной и геномной ДНК прокариот. Лабораторный практикум по биохимии и молекулярной биологии: учебное пособие - М.: Издательство РХТУ, 2019. - 200
3. Панфилов В.И., Винаров А.Ю., Гордеев Л.С., Кухаренко А.А. Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты: учебное пособие для среднего профессионального образования - М.: Юрайт, 2020. - 274 с.
4. Белодед А.В., Хабибулина Н.В., Луценко Н.Г. Энзимология. Лабораторный практикум по биохимии и молекулярной биологии: учебное пособие - М.: Издательство РХТУ, 2019. - 88 с.
5. Красноштанова А.А. (ред.) Организация биотехнологического производства: учебное пособие для вузов. – Москва: Издательство Юрайт, 2021 – 170 с.
6. Н.Б. Градова, Е.С. Бабусенко, В.И. Панфилов. Биологическая безопасность биотехнологических производств. — ДеЛи Москва, 2010. — С. 132.
7. М. Г. Гордиенко, Д. В. Баурин, Б. А. Кареткин и др. Измерения. Статистическая обработка результатов пассивного и активного экспериментов в биотехнологии. /— Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева Издательский центр Москва, 2014. — С. 107.
8. Быстрицкий Л.Д., Бикбаев А.А. и др. Организация системы качества биотехнологических и фармацевтических производств/ Учебное пособие. — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 258 с.

9. Быковский С.Н. (ред.) Комментарий к Руководству Европейского Союза по надлежащей практике производства лекарственных средств для человека и применения в ветеринарии – М.: Изд-во «Перо», 2014. - 488 с.

6. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии. – М. Мир, 2006 г. – 504 с.

10. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б., Лушников С.В. и др. Прикладная экобиотехнология (в 2-х томах). – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – Т.1 - 829 с., Т.2 - 485 с. (книга переиздана в 2012 г. с исправлениями).

11. И.М. Грачева, А.Ю. Кривова. Технология ферментных препаратов.- М.:Элевар, 2000, 512с.

12. Баурин Д.В., Баурина М.М., Ваккар Л.Л., Градова Н.Б., Грошева В.Д., Епишкина Ю.М., Калёнов С.В., Кареткин Б.А., Марквичев Н.С., Панфилов В.И., Побережный Д.Ю., Синеокий С.П., Складнев Д.А., Суясов Н.А., Хромова Н.Ю., Шагаев А.А., Шакир И.В. Лабораторный практикум по общей микробиологии для биотехнологов: Учебное пособие - М.: ДеЛи, 2023. - 195 с.

#### *Дополнительная литература*

1. Баурина М. М., Красноштанова А. А., Шакир И. В. Технология получения биологически активных веществ. — РХТУ Москва, 2009. — С. 120.

2. Экологическая биотехнология. /Под ред. К.Ф. Форстера и Д.А.Дж. Вейза.-Л.: Химия, 1990.

3. Бейли Дж., Оллис Д. Основы биохимической инженерии. В 2-х частях. М.: Мир, 1989.

4. В.Н. Борисова, Ю.В. Дружинина, С.М. Палей. Новый шаг к совершенству сертификация систем менеджмента научно-производственной компании /«Сертификация» – 2008. – №3 – с. 28-29.

#### **1.5.15. Экология**

1. Малков А.В. Основы промышленных технологий – М.: РХТУ, 2020. – 108 с.

2. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология - 8-е изд., перераб. и дополн. Москва: Изд. центр «Академия», 2012, 571с.

3. Зайцев В.А. Промышленная экология: учебное пособие. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2012. – 382 с.

4. Бесков В.С. Общая химическая технология. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 152 с.

5. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука. 1987, 338 с.

6. Тарасова Н.П. Оценка воздействия на окружающую среду при принятии технологических решений / Н.П. Тарасова, Б.В. Ермоленко, В.А. Зайцев, С.В. Макаров. М.: Изд-во «КолосС», 2010, 227 с.

7. Тарасова Н.П., Кузнецов В.А. Химия окружающей среды: атмосфера: учебное пособие для вузов: - М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 228 с.: ил.

8. Химия окружающей среды: учебное пособие / Кузнецов О.Ю., Кручинина Н.Е., Иванцова Н.А., Гриневич В.И., Костров В. В. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018. – 188 с.
9. Нистратов А.В., Клушин В.Н., Крылова Е.В. Техника защиты окружающей среды. Очистка сточных вод. Сборник задач: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2017. – 64 с.
10. Родионов А.Н. Технологические процессы экологической безопасности: Учебник для вузов / А.Н. Родионов, В.Н. Клушин, В.Г. Систер – 4-е изд., перераб. и дополн. Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2007, 799 с.
11. Лейкин Ю.А. Основы экологического нормирования: учебное пособие.- М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 396 с.
12. Тихонова И.О. Мониторинг водных объектов суши: учебное пособие / И.О. Тихонова, Н.Е. Кручинина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 184 с.
13. Тарасова Н.П., Ермоленко Б.В., Зайцев В.А., Макаров С.В. Оценка воздействия промышленных предприятий на окружающую среду: учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 230 с.
14. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В. Управление техносферной безопасностью и экологический менеджмент: учебное пособие/ Д.Д. Фазуллин, Г.В. Маврин. – Набережные Челны: НЧИ КФУ, 2019. – 103 с.
15. Ларионов Н.М., Рябышенков А.С. Промышленная экология: учебник для бакалавров. - М. : Издательство Юрайт, 2013. - 495 с.
16. Иванцова Н.А., Кузин Е.Н., Костылева Е.В. Специальные технологии очистки воды от органических экотоксикантов: учебное пособие. - РХТУ им. Д. И. Менделеева, Москва, 2022. - 120 с.