

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

**Программа вступительных испытаний  
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по направлению**

**19.06.01 Промышленная экология и биотехнология**

*Направленность «Биотехнология (в том числе, бионанотехнологии)»*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Программа вступительных испытаний подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре предназначена для лиц, желающих поступить в аспирантуру ФГБОУ ВО РХТУ имени Д.И. Менделеева по направлению подготовки 19.06.01 «Промышленная экология и биотехнология», направленность «Биотехнология, в том числе бионанотехнологии».

Программа разработана в соответствии с порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденным Приказом Министерства образования и науки РФ от 19 ноября 2013 года № 1259.

Программа рекомендуется для подготовки к вступительным испытаниям выпускников технических и технологических вузов, а также институтов Российской Академии наук, ведущих образовательную деятельность, в основных образовательных программах которых содержатся дисциплины (модули), рабочие программы которых аналогичны по наименованию и основному содержанию перечисленных ниже учебных дисциплин, преподаваемых в РХТУ имени Д.И. Менделеева.

Содержание программы базируется на следующих учебных дисциплинах, преподаваемых в РХТУ имени Д.И. Менделеева:

Общая микробиология;

Биохимия;

Технология ферментных препаратов;

Технология белка и биологически активных веществ;

Экологическая биотехнология;

Биоинформатика;

Методологические основы исследований в биотехнологии;

Основы менеджмента качества биотехнологических производств.

Настоящая программа включает перечень вопросов и рекомендуемой литературы по данной направленности «Биотехнология, в том числе бионанотехнологии».

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

**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. эробное 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 геномной инженерии. Неполное окисление органических соединений микроорганизмами. Трансформация. Микрофлора природных сред. Типы взаимоотношений микроорганизмов и других представителей биоты.

**Методологические основы исследований в биотехнологии.** Этапы проведения научного исследования. Актуальность. Объект и предмет исследования. Цели и задачи исследования. Информационный поиск: виды, методика проведения. Информационное пространство в области биотехнологии. Справочно-информационные фонды. Электронный информационный ресурс. Применение научных методов исследования в биотехнологии. Типы моделей, используемых в биотехнологии. Методы аналитического, имитационного и натурального моделирования. Правовая охрана интеллектуальной собственности. Федеральная служба по интеллектуальной собственности. Патентное право:

изобретение, полезная модель, промышленный образец. Защита прав авторов и патентообладателей. Процедура патентования в РФ. Правила составления и оформления заявок на объекты интеллектуальной собственности в РФ. Корреляционный и регрессионный анализ. Дисперсионный анализ. Выбор оптимального плана, критерии оптимального плана. Уравнения регрессии. Планы многофакторных экспериментов. Дробный факторный план. Ротатабельное планирование. Оптимизация многофакторных экспериментов. Выделение существенных факторов. Международное сотрудничество в области биотехнологии. Технологические платформы в области биотехнологии. Биоэтика, биобезопасность. Основы биологической безопасности на биотехнологических и микробиологических производствах. Генетически модифицированные организмы и продукты, основы обеспечения биологической безопасности.

**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 декарбонирование пирувата. Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Суммарное уравнение и энергетический баланс процесса. Цикл лимонной кислоты: локализация процесса, ферменты и реакции, суммарное уравнение окисления ацетил-СoА 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.

**Технология ферментных препаратов.** Ферментные препараты. Классификация. Особенности технологии получения ферментных препаратов из расти-

тельного 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.

**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.

### **Основы менеджмента качества биотехнологических производств**

1. Основные принципы и особенности государственного регулирования производственной деятельности биотехнологических предприятия и качества продукции в Российской Федерации на примере одной из отраслей промышленности. Особенности биотехнологической продукции как объекта управления качеством на примере одного из видов биотехнологических производств. Формализация качества продукции: показатели качества и документация. Реализация принципов системы менеджмента качества на основе стандарта ISO 9001 на биотехнологических производствах. Принципы управления качеством ISO, цикл Деминга и процессный подход. Основные особенности фармацевтическая система качества производств биологических субстанций и лекарственных препаратов. Роль уполномоченного лица на современном биофармацевтическом предприятии. Основные принципы производства стерильной продукции. Принципы ХАССП и их применение на биотехнологических предприятиях. Основные особенности стандарта ISO 22000. Санитарно-гигиенические требования к биотехнологическим производствам и контрольным лабораториям. Сравнение требований для различных отраслей промышленно-

сти. Особенности работы с патогенными и условно-патогенными микроорганизмами. Технологический регламент производства или технологическая инструкция на производство пищевой продукции как основной документ, содержащий требования к процессу биотехнологического производства на примере одной из отраслей. Виды регламентов. Требования к составлению и оформлению регламентов или технологических инструкций.

**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 В<sub>12</sub> 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 микро-

биологических трансформаций по типу возникновения и отщепления функциональных групп. Микробиологическая трансформация производных пиримидина.

**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 биоре-

медиации 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.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

### **Общая микробиология**

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. Виды и состав питательных сред для культивирования микроорганизмов. Методы обнаружения и количественного учёта микроорганизмов в объектах окружающей среды и техногенных средах. Метод накопительных культур.
7. Методы культивирования микроорганизмов. Периодическое культивирование. Кривая роста, диауксия. Показатели роста микроорганизмов.
8. Типы биологического окисления у микроорганизмов. Особенности электрон-транспортной сети.
9. Аэробное дыхание. Окисление органических и неорганических соединений. Значение в природе и практике.
10. Анаэробное дыхание микроорганизмов. Роль в природе и практическое значение.
11. Процессы брожения. Разнообразие. Практическое значение.
12. Фототрофные микроорганизмы. Особенности бактериального фотосинтеза. Значение в природе.

13. Структура генетического аппарата у про- и эукариотов. Понятие о генотипе и фенотипе. Виды изменчивости микроорганизмов. Основные понятия о селекции микроорганизмов и генной инженерии.

14. Неполное окисление органических соединений микроорганизмами. Трансформация.

15. Микрофлора природных сред. Типы взаимоотношений микроорганизмов и других представителей биоты.

### **Методологические основы исследований в биотехнологии**

1. Этапы проведения научного исследования. Актуальность. Объект и предмет исследования. Цели и задачи исследования.

2. Информационный поиск: виды, методика проведения. Информационное пространство в области биотехнологии. Справочно-информационные фонды. Электронный информационный ресурс.

3. Применение научных методов исследования в биотехнологии. Типы моделей, используемых в биотехнологии. Методы аналитического, имитационного и натурального моделирования.

4. Правовая охрана интеллектуальной собственности. Федеральная служба по интеллектуальной собственности. Патентное право: изобретение, полезная модель, промышленный образец. Защита прав авторов и патентообладателей

5. Процедура патентования в РФ. Правила составления и оформления заявок на объекты интеллектуальной собственности в РФ.

6. Корреляционный и регрессионный анализ. Дисперсионный анализ. Выбор оптимального плана, критерии оптимального плана.

7. Уравнения регрессии. Планы многофакторных экспериментов. Дробный факторный план. Ротатабельное планирование. Оптимизация многофакторных экспериментов. Выделение существенных факторов.

8. Международное сотрудничество в области биотехнологии. Технологические платформы в области биотехнологии.

9. Биоэтика, биобезопасность. Основы биологической безопасности на биотехнологических и микробиологических производствах.

10. Генетически модифицированные организмы и продукты, основы обеспечения биологической безопасности.

### **Биохимия**

1. Аминокислоты: химическое строение, оптическая изомерия и физико-химические свойства аминокислот. Протеиногенные аминокислоты, их классификация.
2. Гормоны, нейромедиаторы и нейрогормоны – производные аминокислот: примеры, биосинтез и функции.
3. Природные пептиды: строение, свойства, биологические функции. Особенности строения пептидной связи и особенности строения природных пептидов в сравнении с белками.
4. Современные методы изучения белков и пептидов. Определение молекулярной массы, секвенирование белков, лабораторные методы очистки белков.
5. Классификация белков. Многообразие биологических функций белков. Связь пространственного строения и функции белковых молекул, примеры.
6. Реакции посттрансляционной модификации аминокислотных остатков в молекулах белков. Примеры, биологическое значение этих процессов.
7. Строение, свойства и биологическая функция гемоглобина. Покажите влияние первичной структуры белка и нековалентных взаимодействий на пространственную структуру белка и его способность функционировать.
8. Жирные кислоты: классификация, строение, физико-химические свойства. Полиненасыщенные жирные кислоты, их производные, биохимическая функция.
9. Холестерин: общий план строения молекулы, свойства, биологическая роль. Производные холестерина: особенности образования в организме, выполняемые биохимические функции.
10. Сложные липиды: классификация, строение, свойства, биохимические функции.
11. Липиды биологических мембран. Взаимосвязь строения липидов с их свойствами и выполняемыми функциями в составе биологических мембран.
12. Производные липидов – регуляторы биологических процессов: примеры, принцип биосинтеза и выполняемые в организме функции.
13. Жирорастворимые витамины. Перечислите их, опишите свойства и охарактеризуйте биохимические функции.

14. Гликопептиды, пептидогликаны, гликопротеины, их строение, свойства, биологическая роль в организме.
15. Моносахариды: классификация, строение, виды изомерии и биологические функции.
16. Примеры олиго- и полисахаридов растительного, животного, грибного и бактериального происхождения: строение, биологические функции.
17. Ферменты: строение и классификация. Приведите примеры ферментов и реакций, катализируемых ими для каждого класса.
18. Витамины, их биохимическая роль. Витамины как предшественники кофакторов ферментов. Примеры таких кофакторов, коферментов, простетических групп, а также ферментов и реакций, катализируемых ими.
19. Гликолиз: ферменты и реакции, суммарное уравнение и энергетический баланс процесса, локализация, функции, регуляция. Глюконеогенез.
20. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Суммарное уравнение и энергетический баланс процесса.
21. Цикл лимонной кислоты: локализация процесса, ферменты и реакции, суммарное уравнение окисления ацетил-СоА в цикле Кребса и энергетический баланс процесса.
22. 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.
23. Катаболизм липидов, липолитические ферменты. Катаболизм жирных кислот: механизм  $\beta$ -окисления насыщенных жирных кислот.
24. Виды и биологические функции нуклеиновых кислот у про- и эукариотических организмов. ДНК, РНК: особенности химического строения и пространственной структуры.
25. Репликация ДНК. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот. Теломераза и ее функции.
26. Транскрипция. Основные стадии и механизм процесса, участвующие ферменты, особенности процесса у про- и эукариот.
27. Понятие гена в молекулярно биологических терминах. Основная догма молекулярной биологии и ее дополнения.

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

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

### **Технология ферментных препаратов**

1. Ферментные препараты. Классификация. Особенности технологии получения ферментных препаратов из растительного сырья. Характеристика и области применения.

2. Ферментные препараты. Классификация. Особенности технологии получения ферментных препаратов из животного сырья. Свойства и области применения.

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

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

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

### **Биоинформатика**

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

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

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

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

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

### **Основы менеджмента качества биотехнологических производств**

1. Основные принципы и особенности государственного регулирования производственной деятельности биотехнологических предприятия и качества продукции в Российской Федерации на примере одной из отраслей промышленности.

2. Особенности биотехнологической продукции как объекта управления качеством на примере одного из видов биотехнологических производств. Формализация качества продукции: показатели качества и документация.
3. Реализация принципов системы менеджмента качества на основе стандарта ISO 9001 на биотехнологических производствах. Принципы управления качеством ISO, цикл Деминга и процессный подход.
4. Основные особенности фармацевтическая система качества производств биологических субстанций и лекарственных препаратов. Роль уполномоченного лица на современном биофармацевтическом предприятии. Основные принципы производства стерильной продукции.
5. Принципы ХАССП и их применение на биотехнологических предприятиях. Основные особенности стандарта ISO 22000
6. Санитарно-гигиенические требования к биотехнологическим производствам и контрольным лабораториям. Сравнение требований для различных отраслей промышленности. Особенности работы с патогенными и условно-патогенными микроорганизмами.
7. Технологический регламент производства или технологическая инструкция на производство пищевой продукции как основной документ, содержащий требования к процессу биотехнологического производства на примере одной из отраслей. Виды регламентов. Требования к составлению и оформлению регламентов или технологических инструкций.

## **Технология белка и БАВ**

1. Биомасса промышленных микроорганизмов как сырье для получения широкой гаммы продуктов различного назначения.
2. Типовая схема получения вторичных метаболитов на примере антибиотиков медицинского назначения.
3. Переработка микробной биомассы с получением продуктов липидной природы. Характеристика различных видов биотехнологических продуктов липидной природы и области их практического применения.
4. Технология получения дрожжевой РНК. Гидролиз полинуклеотидов с получением продуктов технического и пищевого назначения и субстанций для синтеза лекарственных средств.

5. Технологические приемы получения микробных нуклеотидов и нуклеозидов.
6. Переработка денуклеинизированной микробной биомассы с получением продуктов белковой природы. Основы технологии получения белковых изолятов.
7. Микробиологический синтез аминокислот. Принципы регуляции, обеспечивающие сверхсинтез первичных метаболитов на примере промышленных продуцентов аминокислот.
8. Типовые технологические схемы получения препаратов аминокислот. Промышленные методы выделения и очистки аминокислот, получаемых при микробиологическом синтезе. Характеристика препаратов аминокислот и области их практического применения.
9. Микробиологическое производство витаминов. Технологическая схема получения витамина В<sub>12</sub> медицинского назначения. Производство витаминов группы В кормового назначения.
10. Технологические схемы получения антибиотиков медицинского назначения. Производство пенициллина: биосинтез пенициллина G.
11. Общие принципы построения технологических схем получения препаратов антибиотиков кормового назначения.
12. Организация современного микробиологического производства органических кислот на примере лимонной кислоты.
13. Микробиологическая трансформация органических соединений. Понятие о биотрансформации, ее биохимические основы. Микробиологическая трансформация производных индола.
14. Классификация микробиологических трансформаций по типу возникновения и отщепления функциональных групп. Микробиологическая трансформация производных пиридина.

### **Экологическая биотехнология**

1. Приоритетные загрязнения. Основные пути их переноса и трансформации в живых организмах и в окружающей среде.
2. Природные водные экосистемы, основные абиотические и биотические факторы и процессы, влияющие на состояние загрязненных водных сред.

3. Основные требования к очистке сточных вод и к качеству воды. Основные показатели загрязненности сточных вод и оценки качества воды.
4. Организация очистных сооружений. Основные этапы обработки сточных вод. Принципиальная схема очистных сооружений. Характеристика отдельных стадий очистки.
5. Наиболее распространенные методы очистки сточных вод. Методы биологической очистки сточных вод.
6. Биоценозы очистных сооружений. Основные биохимические процессы и условия эффективного функционирования биологической очистки сточных вод в аэробных и анаэробных условиях.
7. Сооружения аэробной биоочистки. Их классификация. Технологические схемы, основные конструкции и их сравнительная характеристика.
8. Сооружения анаэробной биоочистки. Их классификация. Технологические схемы, основные конструкции и их сравнительная характеристика.
9. Основные группы отходов, пригодных для биологической переработки. Биоконверсия возобновляемого сырья и отходов. Особенности сырья для биоконверсии и пути его использования.
10. Принципы, методы, основные технологические особенности переработки растительных и углеводсодержащих отходов в кормовую белок.
11. Принципы организации малоотходного биотехнологического производства.
12. Силосование и компостирование. Биологические и технологические основы.
13. Биоконверсия биомассы в топливо. Основные варианты. Особенности биотоплива.
14. Вермикультивирование и вермикомпостирование. Биологические основы. Методы. Технологические основы и особенности.
15. Почвенные экосистемы. Основные свойства почвы и почвенные процессы. Основные абиотические и биотические факторы и процессы, влияющие на состояние загрязненных почвенных сред.
16. Роль физических и физико-химических параметров почвенной среды в процессах ремедиации и биоремедиации.
17. Биоремедиация природных сред и обезвреживания загрязнений. Роль факторов окружающей среды и особенностей загрязнения в выборе методов биоремедиации.

18. Основные методы биоремедиации и биологической очистки загрязненных природных сред.
19. Использование растений и водорослей для очистки загрязненных сред. Особенности накопления и трансформации загрязнений растениями и водорослями.
20. Фиторемедиация почв. Основные методы, требования к растениям.
21. Ремедиация и очистка природных сред, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Биопрепараты для очистки природных сред. Основные особенности их использования.

## ЛИТЕРАТУРА

### А) 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. Н.Б. Градова, Е.С. Бабусенко, В.И. Панфилов. Биологическая безопасность биотехнологических производств. — ДеЛи Москва, 2010. — С. 132.
3. 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.
4. Быстрицкий Л.Д., Бикбаев А.А. и др. Организация системы качества биотехнологических и фармацевтических производств/ Учебное пособие. — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 258 с.
5. 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.
7. 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).
8. И.М. Грачева, А.Ю. Кривова. Технология ферментных препаратов.-М.:Элевар, 2000, 512с.

**Б) 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.