

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**Л. С. Дышлюк**

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,  
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки  
19.03.01 Биотехнология (профиль программы «Пищевая биотехнология»)

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2023

УДК 60 (075.8)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии  
ФГБОУ ВО «КГТУ» Е. С. Землякова

Дышлюк, Л. С.

Экологическая биотехнология: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (профиль программы «Пищевая биотехнология») / Л. С. Дышлюк. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 39 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Экологическая биотехнология» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля; методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам, по организации самостоятельной подготовки студентов, по проведению зачета для направления подготовки Биотехнология, бакалавриат, форма обучения очная.

Табл. 2, список лит. – 20 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой пищевой биотехнологии 23 сентября 2023 г., протокол № 1

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 апреля 2023 г., протокол № 4

УДК 60 (075.8)

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный  
технический университет», 2023 г.  
© Дышлюк Л. С., 2023 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ.....	19
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА.....	23
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАЧЕТА.....	25
ГЛОССАРИЙ.....	26
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	32
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	35
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	36

## ВВЕДЕНИЕ

Антропогенная деятельность привела к различным изменениям состояния и свойств окружающей среды, в том числе неблагоприятным. Для предотвращения нарастания экологических проблем, снижения риска перерастания негативных процессов в необратимые при удовлетворении социально экономических потребностей общества возникла необходимость в создании новых технологий, в частности биотехнологии.

Экологическая биотехнология представляет собой новый раздел современной биотехнологии, направленный на применение биологических систем и процессов для решения задач улучшения качества окружающей среды и рационального природопользования. Экологическая биотехнология является прикладным разделом общей биотехнологии, поскольку призвана решить достаточно широкий круг задач.

К основным задачам экологической биотехнологии относятся:

- ограничение масштабов загрязнения промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми отходами как за счет создания безотходных технологий, так и разработки технологий рекультивации почвы, биологической очистки воды и воздуха;
- уменьшение химизации сельского хозяйства как за счет создания новых форм растений, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессовым факторам среды, так и создания биологических средств защиты растений как альтернативного подхода химическим средствам;
- создание безопасных для человека и окружающей среды технологий конверсии продуктов сельскохозяйственного производства в более ценные товарные формы;
- совершенствование методологии мониторинга состояния окружающей среды на основе использования биоиндикации и биотестирования;
- организация технологических процессов с использованием биообъектов в получении энергоносителей, а также обеспечение восстановления возобновляемых природных ресурсов;
- разработка подходов к синтезу биоразлагаемых полимерных препаратов и материалов, а также подходов к биотрансформации ксенобиотиков, загрязняющих окружающую среду.

Наиболее известные направления экологической биотехнологии связаны с переработкой опасных отходов, безотходными технологиями и решением проблем с загрязнением окружающей среды. Прежде всего, это биоконверсия растительных отходов, отходов животноводства и жизнедеятельности человека и получение полезной утилизированной органики и компостов.

Современный этап развития экологической биотехнологии можно связать с проникновением в ранее неизвестные области применения. Создание

необычных биотехнологических продуктов, в том числе с помощью нанотехнологий, разработка новых методов, их улучшение и комбинирование, применение наиболее активных форм биологических агентов (сверхпродуцентов, «супермикробов»), сочетание прямых, последовательных и косвенных методов их использования. Простота и эксплуатационная надежность соответствующих технических конструкций, снижение эксплуатационных затрат и многое другое.

При реализации дисциплины «» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

*Целью освоения дисциплины «Экологическая биотехнология» является формирование у обучающихся комплекса знаний и навыков по обеспечению безопасности, контролю качества продовольственного сырья и продуктов питания растительного и животного происхождения, в том числе производимых с применением методов биотехнологии.*

*Задачи изучения дисциплины:*

- ознакомление с основными закономерностями функционирования биосферы и отдельных ее компонентов;
- формирование базовых знаний об основных источниках негативного воздействия на различные среды жизни и методы их сохранения и охраны;
- ознакомление с основными принципами организации устойчивого использования основных природных ресурсов;
- ознакомление с основополагающими международными и национальными нормативно-правовыми документами, определяющими охрану окружающей среды и использование основных природных ресурсов;
- формирование базовых знаний об основных принципах экологического использования биотехнологических процессов и их продуктов;
- освоение методов выявления проблем экологического характера при анализе конкретной ситуации;
- освоение современных информационных технологий для получения всей актуальной информации;
- освоение навыков анализа получаемой информации, формулирования выводов и заключений, подготовки презентационного материала, использования соответствующих норм и регламентов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:*

- основные закономерности функционирования биосферы и отдельных ее компонентов;
- основные источники негативного воздействия на различные среды жизни и методы их сохранения и охраны;

– основные принципы организации устойчивого использования основных природных ресурсов;

– основополагающие международные и национальные нормативно-правовые документы, определяющие охрану окружающей среды и использование основных природных ресурсов;

– основные принципы экологического использования биотехнологических процессов и их продуктов;

*уметь:*

– выявлять проблемы экологического характера при анализе конкретной ситуации;

– пользоваться современными информационными технологиями для получения всей актуальной информации;

*владеть:*

– навыками анализа получаемой информации, формулирования выводов и заключений, подготовки презентационного материала, использования соответствующих норм и регламентов.

Для успешного освоения дисциплины «Экологическая биотехнология» студент должен активно работать на лекционных и лабораторных занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые задания по отдельным темам, задания и контрольные вопросы по лабораторным работам. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы.

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета, к которому допускаются студенты, освоившие темы курса и имеющие положительные оценки.

К зачету допускаются студенты:

– положительно аттестованные по результатам текущей аттестации (получившие при этой аттестации оценку «зачтено»);

– получившие положительную оценку по результатам защиты лабораторных работ;

– получившие оценку «зачтено» по результатам выполнения самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины «Экологическая биотехнология» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки к лабораторным работам.

## 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Экологическая биотехнология», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных работах и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лекционных занятий

Номер темы	Содержание лекционного курса	Количество часов лекционных занятий
1	Понятие и задачи экологической биотехнологии. Типы загрязнений окружающей среды. Особенности загрязнения экосистем химическими веществами	2
2	Биоиндикация и биотестирование	2
3	Биологическая очистка сточных вод и газовоздушных выбросов	2
4	Биоремедиация почв	2
5	Биотехнология в энергетике	2
6	Биоразлагаемые полимеры	2
7	Биотехнология и экологизация сельского хозяйства	2
Итого		14

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

## **Тема 1. Понятие и задачи экологической биотехнологии. Типы загрязнений окружающей среды. Особенности загрязнения экосистем химическими веществами**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Понятие и задачи экологической биотехнологии. История развития направления.
2. Основные направления применения экологической биотехнологии. Типы загрязнения окружающей среды.
3. Природные и антропогенные источники загрязнений. Предельно допустимые концентрации (ПДК).
4. Загрязнение окружающей среды веществами природного и промышленного происхождения.

*Ключевые понятия:* экологическая биотехнология, антропогенный источник загрязнения, предельно допустимая концентрация, ксенобиотик, возобновляемое сырье, токсичность, биоразлагаемость, пестициды, радионуклиды, детергенты, полиароматические углеводороды (ПАУ).

### *Методические рекомендации*

При изучении первого вопроса обучающиеся знакомятся с понятием и задачами экологической биотехнологии. Особое внимание уделяется преимуществам применения экологической биотехнологии перед традиционными методами экологии. Также при изучении данного вопроса затрагиваются исторические аспекты развития направления.

Второй вопрос темы посвящен изучению основных направлений применения экологической биотехнологии: очистка сточных вод, утилизация твердых отходов, биоремедиация, биоэнергетика, экологизация сельского хозяйства, биоразлагаемые полимеры, биоиндикация загрязнения природных экосистем, восстановление плодородия почв, самоочищение водоемов, биогеотехнология. Рассматриваются типы загрязнений окружающей среды: биологическое, механическое, физическое, химическое.

При изучении третьего вопроса темы обучающиеся знакомятся с природными и антропогенными источниками загрязнений окружающей среды. Вводится понятие ксенобиотиков, их классификация. Особое внимание уделяется изучению понятия о предельно допустимой концентрации (ПДК) отдельных веществ. Обучающиеся знакомятся с видами ПДК для атмосферного воздуха, водоемов и почв.

Четвертый вопрос темы посвящен изучению загрязнения окружающей среды веществами природного и промышленного происхождения. Вводится понятие возобновляемого и невозобновляемого сырья. Рассматриваются

примеры наиболее распространенных, особо токсичных, биоразлагаемых и трудноразлагаемых загрязняющих веществ. Обучающиеся знакомятся с методами определения биоразлагаемости веществ.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Опишите кратко влияние научно-технического прогресса на загрязнение окружающей среды.
2. Дайте определение особо опасных загрязняющих веществ, ксенобиотиков.
3. Что представляет собой экологическая биотехнология? В чем её преимущества в решении экологических проблем?
4. Назовите основные направления экологической биотехнологии.
5. Какие вы знаете виды загрязнения окружающей среды по пространственному распределению, источникам возникновения, природе загрязнителя?
6. Как осуществляется нормирование в области охраны окружающей среды?
7. Назовите нормативные показатели воздуха, воды, почвы.
8. Опишите особенности загрязнения экосистем ксенобиотиками, токсикантами и другими химическими веществами.
9. Дайте определение предельно допустимой концентрации (ПДК) отдельных веществ. Назовите виды ПДК для атмосферного воздуха, водоемов и почв.
10. Дайте определение пестицидов, радионуклидов, детергентов, ПАУ.

## **Тема 2. Биоиндикация и биотестирование**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Экологические основы биоиндикации.
2. Биоиндикаторы и их чувствительность.
3. Объекты биоиндикации.
4. Биотестирование как метод оценки токсичности химических веществ и природных сред.
5. Зависимость «доза – эффект» как основа оценки результатов биотестирования.
6. Оценка качества вод методом биотестирования.

*Ключевые понятия:* биоиндикация, биоиндикатор, биотестирование, зависимость «доза – эффект», лихенофлора, биофлора, бентос, зоопланктон, тест-объекты, острая интоксикация, подострая интоксикация, хроническая интоксикация, среднесмертельная доза, среднесмертельная концентрация.

### *Методические рекомендации*

Первый вопрос темы посвящен изучению экологических основ биоиндикации. Обучающиеся знакомятся с понятием биоиндикации, а также уровнями реакции ответа экосистем на антропогенные воздействия: биохимические и физиологические реакции на вредные факторы, морфометрические, биометрические отклонения, фаунистические и хронологические изменения, изменения биоценозов.

При изучении второго вопроса обучающиеся знакомятся с пятью типами биоиндикационных реакций. Вводятся понятия пассивной и активной, специфической и неспецифической, прямой и косвенной биоиндикации.

Третий вопрос темы посвящен ознакомлению обучающихся с объектами биоиндикации на разных уровнях организации живой материи. Особое внимание уделяется биоиндикации состояния почв, воздушной и водной среды. Обучающиеся знакомятся с такими биоиндикаторами, как реакции хвойных растений, лишенофлоры, бриофлоры, состав и численность донной беспозвоночной фауны, зоопланктона, рыбной фауны, почвенная микро- и мезофауна, растительность, микроорганизмы. Также при изучении данного вопроса обучающиеся знакомятся с критериями выбора биотических индикаторов.

При изучении четвертого вопроса темы обучающиеся знакомятся с понятием биотестирования. Основной акцент ставится на тест-объекты и требования, предъявляемые к ним. Дается классификация биологических тест-объектов: микроорганизмы (энтеробактерии, сальмонеллы, псевдомонады, дрожжи и др.); водоросли; простейшие и низшие животные (планктонные рачки); клеточные культуры и ранние зародыши экспериментальных животных при культивировании *in vitro*; растения; насекомые и другие группы беспозвоночных, включая кольчатых червей; позвоночные животные (рыбы и др.).

Пятый вопрос темы посвящен изучению зависимости «доза – эффект» как основы оценки результатов биотестирования. Вводятся понятия дозы загрязняющего вещества, острой, подострой и хронической интоксикации. Обучающиеся знакомятся с понятиями среднесмертельных доз (ЛД50) и среднесмертельных концентраций (ЛК50).

При изучении шестого вопроса обучающиеся знакомятся с основными принципами биотестирования природных и сточных вод, а также донных отложений. Вводится понятие тест-организмов: бактерии, водоросли, высшие растения, дафнии. Особое внимание уделяется требованиям, предъявляемым к тест-объектам. Вводятся понятия острых, краткосрочных хронических и хронических биотестов. Изучаются основные этапы процедуры биотестирования природных и сточных вод.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Расскажите о применении биологических методов для оценки качества окружающей среды. В чем заключаются экологические основы биоиндикации?
2. Дайте определение биоиндикатора. Как биоиндикаторы классифицируются по чувствительности?
3. Какие объекты биоиндикации вы знаете? Опишите биоиндикацию на разных уровнях организации живой материи.
4. Поясните понятия пассивной и активной, специфической и неспецифической, прямой и косвенной биоиндикации.
5. Какие требования предъявляются к биологическим тест-объектам, используемым для биотестирования?
6. Дайте определение дозы загрязняющего вещества. Опишите зависимость «доза – эффект».
7. Какие биологические тест-объекты могут быть использованы для биотестирования состояния атмосферного воздуха?
8. В чем отличие острых биотестов от краткосрочных хронических и хронических тестов?
9. Дайте определения лишенофлоры, бриофлоры.

## **Тема 3. Биологическая очистка сточных вод и газовоздушных выбросов**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Сточные воды: классификация, санитарно-химический анализ.
2. Классификация методов очистки сточных вод. Типы очистных сооружений.
3. Аэробная очистка сточных вод. Активный ил.
4. Анаэробная очистка сточных вод. Образование биогаза.
5. Микробиологическая очистка газовоздушных выбросов.

*Ключевые понятия:* сточные воды, БПК, ХПК, взвешенные вещества, поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды, биофильтры, аэротенк, биопленка, активный ил, флокуляция, окислительная мощность, иловый индекс, биогаз, метантенк, метаногенез, биоскруббер, биореактор с омываемым слоем, биоабсорбер, иммобилизация микроорганизмов.

### *Методические рекомендации*

При изучении первого вопроса темы обучающиеся знакомятся с понятием и классификацией сточных вод: бытовые, производственные. Вводятся понятия биохимической потребности в кислороде (БПК) и химической потребности в

кислороде (ХПК). Особое внимание уделяется целевым параметрам очистки сточных вод.

Второй вопрос темы посвящен изучению классификации методов очистки сточных вод: механические, химические, физико-химические, биологические. Вводятся понятия нейтрализации, окисления, коагуляции, флокуляции, сорбции. Обучающиеся знакомятся с основными типами сооружений для биологической очистки сточных вод: поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды, биофильтры, аэротенки.

При изучении третьего вопроса обучающиеся знакомятся со стадиями, показателями эффективности (содержание растворенного кислорода, окислительная мощность, доза ила) аэробной очистки сточных вод и с понятием активного ила. Особое внимание уделяется основным группам микроорганизмов, участвующих в процессах биологической очистки сточных вод: гетеротрофные бактерии, сапрозойные простейшие, ресничные инфузории, коловратки, нематоды, олигохеты. Также при изучении данного вопроса обучающиеся знакомятся со способами утилизации активного ила и путями совершенствования систем аэробной очистки сточных вод.

Четвертый вопрос темы посвящен ознакомлению обучающихся с анаэробной очисткой сточных вод, а именно основными стадиями разложения органического вещества в анаэробных условиях и группами микроорганизмов, их осуществляющих. Вводятся понятия метаногенеза и биогаза. Обучающиеся учатся кратко записывать уравнения химических превращений, вызываемых хемогетеротрофными и хемолитотрофными метаногенами. Вводятся понятия об анаэробных биореакторах первого и второго поколения.

При изучении пятого вопроса темы обучающиеся знакомятся с основными путями загрязнения газовоздушных выбросов и способами их очистки (физическими, химическими, биологическими). Особое внимание уделяется установкам для микробиологической очистки газовоздушных выбросов: биофильтрам, биоскрубберам, биоабсорберам, биореакторам с омываемым слоем.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Опишите классификацию сточных вод. Какую эпидемическую опасность они представляют?
2. Дайте определения БПК и ХПК.
3. Опишите механические, химические и физико-химические методы очистки сточных вод.
4. Опишите основные типы сооружений для биологической очистки сточных вод.
5. Какие стадии различают при аэробной очистке сточных вод?

6. Назовите основные группы микроорганизмов активного ила и опишите их роль в процессах очистки сточных вод.
7. Какие способы утилизации активного ила вы знаете?
8. Опишите основные стадии разложения органических веществ в анаэробных условиях и группы микроорганизмов, их осуществляющие. Дайте определение биогаза.
9. Опишите устройство метантенка.
10. Назовите основные пути загрязнения газовой воздушной среды производств.
11. Охарактеризуйте установки для микробиологической очистки и дезодорации газовой воздушной среды: биофильтры, биоабсорберы, биоскрубберы, биореакторы с омываемым слоем.

#### **Тема 4. Биоремедиация почв**

##### *Ключевые вопросы темы*

1. Классификация методов ремедиации почв.
2. Биологические методы ремедиации почв.
3. Технологии фиторемедиации.
4. Микробные биопрепараты для биоремедиации почв.

*Ключевые понятия:* биоремедиация, очищение почв *in situ* и *ex situ*, биостимулирование, биоаугментация, биоконцентрирование, биовыщелачивание, фиторемедиация, ризофилтрация, фитоэкстракция, фитоволатизация, фитостабилизация, фитодегградация, фитотрансформация, фитостимуляция, микроборемедиация, биосорбенты, зооремедиация.

##### *Методические рекомендации*

При изучении первого вопроса темы обучающиеся знакомятся с понятием ремедиации почв, а также с классификацией методов ремедиации: механические, физико-химические, биологические. Основное внимание уделяется изучению факторов, влияющих на выбор способа ремедиации почв. Вводятся понятия очищения почв *in situ* и *ex situ*.

Второй вопрос темы посвящен детальному ознакомлению с биологическими методами ремедиации почв. Обучающиеся усваивают такие понятия, как биостимулирование, биоаугментация, биоконцентрирование, биовыщелачивание, очистка в биореакторах, фиторемедиация, микроборемедиация, зооремедиация.

В третьем вопросе темы подробно рассматривается метод фиторемедиации почв. Обучающиеся знакомятся с понятием растений-гипераккумуляторов и примерами таких растений. Особое внимание уделяется

классификации методов фиторемедиации почв: фитоволатизация, фитостабилизация, фитодеградация, фитотрансформация, фитостимуляция.

Четвертый вопрос темы посвящен изучению сущности процессов микроборемедиации почв. Обучающиеся знакомятся с принципами получения микробных биопрепаратов для биоремедиации, с биопрепаратами для ликвидации нефтяных загрязнений и биопрепаратами для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Дайте определение ремедиации почв.
2. Опишите классификацию методов ремедиации почв. Какие факторы влияют на выбор способа ремедиации почв?
3. В чем отличие методов очищения почв, реализуемых *in situ* и *ex situ*?
4. Дайте определение биологической ремедиации почв. Какие биологические методы ремедиации почв вы знаете?
5. Опишите понятия фиторемедиации, микроборемедиации, зооремедиации. Назовите преимущества и недостатки фиторемедиации.
6. Опишите технологии фиторемедиации: ризофльтрация, фитоэкстракция, фитостимуляция, фитоиспарение.
7. Дайте определение микроборемедиации. В чем заключаются её преимущества?
8. Опишите принципы получения микробных биопрепаратов для биоремедиации.
9. Назовите известные биопрепараты для ликвидации нефтяных загрязнений.
10. Назовите известные биопрепараты для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв.

### **Тема 5. Биотехнология в энергетике**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Биоэнергетика. Биотопливо: понятие и классификация.
2. Получение газообразного биотоплива.
3. Получение жидкого биотоплива.

*Ключевые понятия:* биоэнергетика, твердое биотопливо, жидкое биотопливо, газообразное биотопливо, биометаногенез, метантенк, биогаз, биодизель, биоэтанол, биометанол, биобутанол, анаэробное сбраживание, биоэлектрокатализ.

### *Методические рекомендации*

При изучении первого вопроса темы обучающиеся знакомятся с понятием биоэнергетики и биомассы как возобновляемого сырья. Вводится понятие биотоплива. Особое внимание уделяется классификации биотоплива на твердое (топливные гранулы и брикеты), жидкое (биоэтанол, биометанол, биодизель) и газообразное (биогаз, биоводород). Кроме того, обучающиеся знакомятся с биотопливом первого, второго и третьего поколения.

Второй вопрос темы посвящен изучению биометаногенеза как процесса ликвидации отходов и экологического метода получения энергоносителей (биогаза). Обучающиеся знакомятся с основными закономерностями биометаногенеза, со стадиями анаэробного сбраживания, а также с режимами работы метантенков. В этом же вопросе обучающиеся знакомятся с получением биоводорода.

Целью третьего вопроса темы является ознакомление обучающихся с закономерностями процессов получения жидкого биотоплива: биоэтанола, биодизеля, биометанола, биобутанола. Особое внимание уделяется технологиям получения биоэтанола из растительных субстратов: кукурузы, сорго, пшеницы, ячменя, ржи, топинамбура. Обучающиеся знакомятся с продуцентами разных видов жидкого биотоплива.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Дайте определение биоэнергетики.
2. Какие виды биотоплива относятся к твердому, жидкому и газообразному?
3. По каким критериями биотопливо классифицируется на топливо первого, второго и третьего поколения?
4. Опишите закономерности биометаногенеза.
5. В чем заключается принцип функционирования метантенка?
6. Как получают биоводород?
7. Какие микробные штаммы используются для получения биоэтанола, биобутанола?
8. Назовите основные виды растительного сырья, используемого для получения жидкого биотоплива.
9. Дайте определение биоэлектrokатализа.

## **Тема 6. Биоразлагаемые полимеры**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Биоразлагаемые полимеры: определение, области применения, классификация.

2. Перспективы производства биоразлагаемых полимеров из возобновляемых ресурсов. Способы получения биоразлагаемых полимеров.

3. Способы придания биоразлагаемым полимерам функциональных свойств.

4. Методы оценки биоразлагаемости полимерных материалов.

*Ключевые понятия:* биоразлагаемые полимеры, биодеструкция, полигидроксиалканоаты, экструзия, мономер, гидроколлоиды, полиэферы, поликапролактоны, желатин, альгинат, каррагинан, биоцидный агент, пластификатор, сшивающий агент, грибостойкость, микроорганизм, оксибиоразлагающие добавки.

#### *Методические рекомендации*

При изучении первого вопроса темы обучающиеся знакомятся с понятием биодеструкции и биоразлагаемых полимеров. Особое внимание уделяется классификации биоразлагаемых полимеров в зависимости от используемого сырья, а также сферам их применения.

Второй вопрос темы посвящен изучению сырья, используемого для получения биоразлагаемых полимеров: полисахариды, белки, липиды, полимолочная кислота, полигидроксиалканоаты, бактериальная целлюлоза, композиционные материалы. Также при изучении данного вопроса обучающиеся знакомятся с факторами окружающей среды, оказывающими влияние на скорость биодеструкции биоразлагаемых полимеров. Особое внимание следует уделить описанию способов получения биоразлагаемых материалов: экструзия, метод налива.

При изучении третьего вопроса обучающиеся знакомятся со способами придания биоразлагаемым полимерам функциональных свойств: введение пластификаторов, антиоксидантов, антимикробных компонентов, эмульгаторов, нутрицевтиков, ароматизаторов.

Четвертый вопрос темы посвящен изучению инструментальных методов исследования биоразлагаемости полимеров, в частности, таких как: оценка газовой выделенности, испытание на грибостойкость, имитация естественных почвенных условий, биоиндикаторные и спектральные методы, радиоизотопный метод, электро-термический анализ.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Дайте определение биоразлагаемых полимеров.
2. На чем основана классификация биоразлагаемых полимеров?
3. Какое сырье может быть использовано для производства биоразлагаемых полимеров?

4. В каких областях промышленности используются биоразлагаемые полимеры?

5. Какие добавки могут быть использованы для придания биоразлагаемым полимерам функциональных свойств?

6. Какие факторы окружающей среды оказывают влияние на скорость биодеструкции биоразлагаемых полимеров?

7. Какие способы получения биоразлагаемых полимеров вы знаете?

8. Какие методы используются для оценки биоразлагаемости полимеров?

## **Тема 7. Биотехнология и экологизация сельского хозяйства**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Принципы органического (экологического) сельского хозяйства.

2. Биологические средства защиты растений: классификация, принцип действия, область применения.

3. Биопестициды: принципы действия, методы получения, область применения.

4. Биоудобрения: принципы действия, методы получения, область применения.

*Ключевые понятия:* органическое сельское хозяйство, органическое растениеводство, органическое животноводство, биопестициды, биоинсектициды, биофунгициды, биогербициды, биоудобрения, азотфиксирующие микроорганизмы, диазотрофы, симбиотическая азотфиксация, ассоциативная азотфиксация, ризобактерии, растение–хозяин, ризосфера, бобово-ризобийный симбиоз, арбускулярный микоризный симбиоз, фитогормоны, антимикробная активность, бактериальный консорциум, биосовместимость.

### *Методические рекомендации*

При изучении первого вопроса темы обучающиеся знакомятся с принципами органического сельского хозяйства, основными трендами Технологической платформы «БиоТех2030» и FoodNet. Обучающиеся знакомятся с недостатками использования химических пестицидов в агропромышленном комплексе. Вводятся понятия органического земледелия, растениеводства и животноводства.

Второй вопрос темы посвящен изучению биологических средств защиты растений как альтернативы химическим средствам. Особое внимание уделяется критериям отбора микроорганизмов, используемых для конструирования биоинсектицидов, биогербицидов и биофунгицидов.

Третий вопрос темы посвящен изучению биопестицидов: биоинсектицидов, биогербицидов и биофунгицидов. Обучающиеся знакомятся

с механизмами действия биопестицидов и микробными штаммами, которые входят в их состав. Особое внимание следует уделить областям применения биопестицидов.

При изучении четвертого вопроса обучающиеся знакомятся с микробиологическими удобрениями как альтернативой химическим удобрениям. Особое внимание уделяется азотфиксирующим микроорганизмам: изучению их свойств и местообитаний. Обучающиеся знакомятся с биопрепаратами на основе азотфиксирующих микроорганизмов, применяемых в растениеводстве: Ризоагрин, Азоризин, Агрофил, Ризоторфин, Флавобактерин и др. Вводятся понятия почвенного микробиома, ризосферы и ризосферных микроорганизмов. Отдельно внимание следует уделить изучению бобово-ризобиального симбиоза и арбускулярных микоризных грибов.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Назовите недостатки применения химических пестицидов в агропромышленном комплексе.
2. Дайте определение органического сельского хозяйства.
3. Опишите основные тенденции ТП «БиоТех2030» и FoodNet в области экологизации сельского хозяйства.
4. Дайте определения органического растениеводства и животноводства.
5. Что такое биологические средства защиты растений? На какие группы они классифицируются?
6. Опишите принцип действия биопестицидов. Какие методы используются для их получения?
7. Какие микроорганизмы входят в состав микробиологических удобрений?
8. Назовите биопрепараты на основе азотфиксирующих микроорганизмов, применяемые в растениеводстве.
9. Поясните понятия ризосферы и ризосферных микроорганизмов.
10. Дайте определение бобово-ризобиального симбиоза и арбускулярных микоризных грибов.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Лабораторные работы являются важным звеном профессиональной подготовки биотехнологов пищевой промышленности. Цель лабораторных работ заключается в формировании у студентов систематизированных знаний в области современных методов исследований в области биотехнологии, а также воспитании навыков самостоятельной научно-исследовательской работы.

Лабораторные работы способствуют закреплению и углублению теоретических знаний студентов по изучаемой дисциплине, развивают практические умения в работе по организации научных исследований и прививают навыки анализа получаемой информации, формулирования выводов и заключений, использования соответствующих норм и регламентов.

В процессе подготовки и выполнения лабораторных работ студент закрепляет знания по общим принципам анализа и подготовки проб; современным методам химического, физического, физико-химического и биохимического анализа природных объектов.

*Общие методические рекомендации по подготовке и выполнению лабораторных работ*

Со структурой и последовательностью занятий студент знакомится на первом занятии, там же проводится инструктаж обучающихся по охране труда, технике безопасности и правилам работы в лаборатории по инструкциям утвержденного образца с фиксацией результатов в журнале инструктажа.

Обучающиеся также знакомятся с основными требованиями преподавателя по выполнению учебного плана, с графиком прохождения лабораторных занятий и основными формами отчетности по выполненным работам.

При подготовке к лабораторной работе обучающийся предварительно должен повторить теоретические знания, полученные на лекции по данной теме, а также самостоятельно изучить специальную литературу, рекомендованную преподавателем.

При оформлении лабораторной работы в тетради обучающийся должен обязательно указать номер и тему занятия, её цель и задачи, при необходимости – перечень материалов и оборудования. Далее необходимо оформить ход лабораторной работы, оставив место каждому опыту для экспериментальных данных, полученных непосредственно во время проведения исследований, а также расчетов. В конце каждого опыта должен делаться анализ полученных данных. В конце лабораторной работы обучающийся должен подвести итоги работы.

Для допуска студента к лабораторной работе преподаватель проверяет теоретическую подготовку обучающегося к каждому лабораторному занятию по вопросам, приведенным в конце каждой работы.

В ходе выполнения заданий у обучающихся должны сформироваться практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения: наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты. Обучающемуся необходимо обратить внимание, что полученные экспериментальные данные должны сравниваться с нормативными документами.

По результатам выполнения лабораторной работы студент должен защитить свои теоретические и практические знания. *Критерии оценки устного ответа на контрольные вопросы* следующие.

**«5» (отлично):** обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся на высоком уровне способен:

- организовать свою работу ради достижения поставленных целей; на высоком уровне готов к использованию инновационных идей;
- работать самостоятельно;
- к познавательной деятельности;
- применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- проводить оценку качества пищевых продуктов, биологически активных веществ и добавок, обрабатывать полученные результаты, представлять их в виде научного доклада, научной статьи;
- ориентироваться в основных проблемах пищевой биотехнологии;
- принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные;
- решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива.

**«4» (хорошо):** обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся на базовом уровне способен:

- организовать свою работу ради достижения поставленных целей; на базовом уровне готов к использованию инновационных идей;
- работать самостоятельно;
- к познавательной деятельности;
- применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- проводить оценку качества пищевых продуктов, биологически активных веществ и добавок, обрабатывать полученные результаты, представлять их в виде научного доклада, научной статьи;
- ориентироваться в основных проблемах пищевой биотехнологии;
- принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные;
- решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива.

**«3» (удовлетворительно):** обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает недостаточно свободное владение монологической речью, терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся на пороговом уровне способен:

- организовать свою работу ради достижения поставленных целей; на пороговом уровне готов к использованию инновационных идей;
- работать самостоятельно;
- к познавательной деятельности;
- применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- проводить оценку качества пищевых продуктов, биологически активных веществ и добавок, обрабатывать полученные результаты, представлять их в виде научного доклада, научной статьи;
- ориентироваться в основных проблемах пищевой биотехнологии;
- принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные;
- решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива.

**«2» (неудовлетворительно):** обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и

приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем. Отказывается отвечать на поставленные вопросы.

Обучающийся на низком уровне способен:

- организовать свою работу ради достижения поставленных целей; на низком уровне готов к использованию инновационных идей;
- работать самостоятельно;
- к познавательной деятельности;
- применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- проводить оценку качества пищевых продуктов, биологически активных веществ и добавок, обрабатывать полученные результаты, представлять их в виде научного доклада, научной статьи;
- ориентироваться в основных проблемах пищевой биотехнологии;
- принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные;
- решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива.

Время защиты – 10–15 мин. При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

Тематический план лабораторных занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоёмкость освоения) и структура лабораторных занятий

Номер лабораторной работы	Номер темы	Тема лабораторной работы	Кол-во часов (очная форма)
1	1, 3	Определение биохимического и химического потребления кислорода природных и сточных вод	4
2	6	Получение биоразлагаемых пленок на основе полисахаридов и изучение их свойств	4
3	4	Определение физико-химических и биохимических свойств почв разных территорий	4
4	7	Изучение состава и свойств биоудобрений	4
Итого			16

### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА**

Согласно учебному плану дисциплины «Экологическая биотехнология» направления подготовки 19.03.01 Биотехнология, студенты очной формы обучения закрепляют изучаемый материал при выполнении самостоятельной работы.

Очень важно на достойном уровне выполнить индивидуальное задание.

Тема индивидуального задания выбирается из перечня, представленного в приложении А к настоящему учебно-методическому пособию. Студент должен выбрать одну тему, согласовав ее с преподавателем.

Для выполнения индивидуального задания необходимо представить теоретическую обзорную часть (реферат) и защитить работу.

В реферате студент должен:

- проанализировать классическую литературу по теме реферата;
- подобрать, изучить и проанализировать современную и техническую литературу;
- выразить собственное мнение по теме реферата.

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном варианте. Шрифт текстовой части размер – 12 (для заголовков – 14), Times New Roman, интервал 1,5. Поля страницы: левое 3 см, правое 1,5 см, верхнее и нижнее 2 см. Выравнивание текста по ширине. Нумерация страниц внизу справа.

Структура реферата:

- титульный лист (пример оформления титульного листа приведен в Приложении Б к настоящему учебно-методическому пособию);
- содержание;
- текстовая часть (каждый вопрос начинается с нового листа);
- список используемой литературы оформляется в соответствии с действующим ГОСТ.

Объем выполненной работы не должен превышать 15 листов формата А4. Стилль и язык изложения материала индивидуальной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников (не менее 20 источников).

Защита индивидуального задания проходит в виде его устного сообщения с представлением электронной презентации в течение 7–10 мин и ответов на вопросы. При положительной защите студент получает оценку «зачтено».

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в индивидуальной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу). Студент, получивший индивидуальную работу с оценкой «зачтено», знакомится с рецензией и с учетом замечаний преподавателя дорабатывает отдельные вопросы с целью углубления своих знаний.

Индивидуальная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю.

Индивидуальная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

Результат работы учитывается при промежуточной аттестации по дисциплине.

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными, ясными и содержать элементы анализа.

#### 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАЧЕТА

Промежуточная аттестация по дисциплине «Экологическая биотехнология» проводится в форме зачета. Промежуточная аттестация проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. К зачету допускаются студенты:

- положительно аттестованные (оценки «отлично» и «хорошо») по результатам текущего контроля успеваемости (тестовые задания);
- получившие положительную оценку по результатам выполнения лабораторных работ;
- получившие положительную оценку по результатам защиты реферата.

В приложении В приведены вопросы и задания для зачета по дисциплине. При сдаче зачета студент получает два вопроса из приведенного перечня.

Промежуточная аттестация по дисциплине по уровням «зачтено» и «не зачтено» определяется степенью освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на два вопроса и выполнении одного задания). При этом учитываются оценки студента по практическим заданиям.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: «зачтено», «не зачтено».

«Зачтено» выставляется студенту, если он показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; незначительные ошибки допускаются.

«Не зачтено», если есть серьезные упущения в процессе изложения учебного материала; в случае отсутствия знаний основных понятий и определений курса или присутствии большого количества ошибок при интерпретации основных определений; обнаружено непонимание большей части учебного материала; если студент показывает значительные затруднения при ответе на предложенные вопросы; при отсутствии ответа на основные и дополнительные вопросы.

## ГЛОССАРИЙ

*Экологическая биотехнология* – один из разделов биотехнологии, посвященный решению задач охраны окружающей среды и рационального природопользования с применением биологических систем и процессов.

*Антропогенное загрязнение* – вред, наносимый биосфере деятельностью человека.

*Предельно допустимая концентрация (ПДК)* – такая максимальная концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований, в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений.

*Ксенобиотик* – условная категория для обозначения чужеродных для живых организмов химических веществ, естественно не входящих в биотический круговорот.

*Возобновляемые (неисчерпаемые) ресурсы* – природные ресурсы, запасы которых или восстанавливаются быстрее, чем используются, или не зависят от того, используются они или нет.

*Токсичность* – токсикометрический показатель, вычисляемый как величина, обратная средней смертельной дозе или средней смертельной концентрации токсичного вещества.

*Биоразлагаемость* – способность вещества распадаться в окружающей среде.

*Пестициды* – ядовитые вещества, используемые для уничтожения вредителей и возбудителей болезней растений, а также различных паразитов, сорняков, вредителей зерна и зернопродуктов, древесины, изделий из хлопка, шерсти, кожи, эктопаразитов домашних животных, переносчиков опасных заболеваний человека и животных.

*Радионуклиды* – нуклиды, ядра которых нестабильны и испытывают радиоактивный распад.

*Детергенты (моющие средства)* – водорастворимые вещества химического производства, используемые для очистки твёрдых тел от загрязнений.

*Полиароматические углеводороды (ПАУ)* – органические соединения, для которых характерно наличие в химической структуре двух и более конденсированных бензольных колец.

*Биоиндикация* – оценка качества среды обитания и её отдельных характеристик по состоянию биоты в природных условиях.

*Биотестирование* – процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того,

какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов.

*Бентос* – совокупность организмов, обитающих на грунте и в грунте дна водоёмов.

*Зоопланктон* – водные животные, которые не могут противостоять течениям и пассивно переносятся вместе с водными массами.

*Тест-объекты* – биоиндикаторы (растения и животные), которых используют для оценки качества воздуха, воды или почвы в лабораторных опытах.

*Острая интоксикация* – патологическое состояние организма, являющееся результатом однократного или кратковременного воздействия.

*Подострая интоксикация* – патологическое состояние организма, являющееся результатом нескольких повторных воздействий.

*Хроническая интоксикация* – состояние, возникающее в результате действия на организм токсических веществ, попадающих извне или образующихся внутри организма, сопровождается постепенным, прогрессирующим поражением органов и систем организма.

*Среднесмертельная доза* – полученная доза облучения или концентрация химического вещества, которая является причиной смерти 50 % людей или животных при определённой экспозиции и определённом сроке последующего наблюдения.

*Среднесмертельная концентрация* – концентрация в воздухе, вызывающая гибель 50 % (100 %) подопытных животных при ингаляционном воздействии вещества при определенной экспозиции (стандартная 2–4 ч) и определенном сроке последующего наблюдения.

*Сточные воды* – атмосферные воды и осадки, к которым относятся талые и дождевые воды, а также воды от полива зеленых насаждений и улиц, отводимые в водоёмы с территорий промышленных предприятий и населённых мест через систему канализации или самотёком, свойства которых оказались ухудшенными в результате деятельности человека.

*Биохимическое потребление кислорода (БПК)* – количество кислорода, израсходованное на аэробное биохимическое окисление под действием микроорганизмов и разложение нестойких органических соединений, содержащихся в исследуемой воде.

*Химическое потребление кислорода (ХПК)* – показатель содержания органических веществ в воде, выражается в миллиграммах кислорода (или другого окислителя в пересчёте на кислород), пошедшего на окисление органических веществ, содержащихся в 1 дм<sup>3</sup> воды.

*Взвешенные вещества* – вещества, выделенные из воды путем фильтрования или центрифугирования.

*Поля орошения* – участки земли, подготовленные для естественной биологической очистки сточных вод и выращивания сельскохозяйственных растений.

*Поля фильтрации* – участок земли, на поверхности которого распределяют канализационные и другие сточные воды в целях их очистки; разновидность водоочистного сооружения.

*Биологические пруды* – сооружения, в которых очистка сточных вод происходит в условиях, близких к естественному течению биохимических процессов, обеспечивающих самоочищение водоемов.

*Биофильтры* – сооружение для искусственной биологической очистки сточных вод путём минерализации органических веществ бактериями – аэробами.

*Аэротенк* – резервуар прямоугольного сечения, по которому протекает сточная вода, смешанная с активным илом, где происходит биохимическая очистка сточной воды.

*Биопленка* – множество (конгломерат) микроорганизмов, расположенных на какой-либо поверхности, клетки которых прикреплены друг к другу.

*Активный ил* – биоценоз зоогенных скоплений (колоний) бактерий и простейших организмов, которые участвуют в очистке сточных вод.

*Флокуляция* – вид коагуляции, при которой мелкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в жидкой или газовой среде, образуют рыхлые хлопьевидные скопления.

*Иловый индекс* – объём (1 см<sup>3</sup>) активного ила после отстаивания в течение 30 мин, отнесенный к 1 г сухого вещества.

*Биогаз* – газ, получаемый водородным или метановым брожением биомассы.

*Метантенк* – устройство для анаэробного брожения жидких органических отходов с получением метана.

*Метаногенез* – процесс образования метана анаэробными археями, сопряжённый с получением ими энергии.

*Иммобилизация микроорганизмов* – процесс закрепления клеток на поверхности или в объеме носителя.

*Биоремедиация* – комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов — растений, грибов, насекомых, червей и других организмов.

*Биостимулирование* – использование различных микроорганизмов для удаления загрязнителей при отсутствии каких-либо естественных очистителей.

*Биоаугментация* – внесение в загрязненную почву биопрепаратов, в основу которых входят микроорганизмы, способствующие расщеплению загрязняющих веществ.

*Биовыщелачивание* – избирательное извлечение химических элементов из многокомпонентных соединений посредством их растворения микроорганизмами в водной среде.

*Фиторемедиация* – комплекс методов очистки сточных вод, грунтов и атмосферного воздуха с использованием зеленых растений.

*Ризофильтрация* – форма фиторемедиации, которая включает фильтрацию загрязненных подземных вод, поверхностные воды и сточные воды через массу корней для удаления токсичных веществ или избытка питательных веществ.

*Фитоэкстракция* – накопление в организме растения опасных загрязнений.

*Фитоволатизация* – способность растений поглощать и впоследствии выделять загрязняющие примеси в атмосферу.

*Фитостабилизация* – перевод химических соединений в менее подвижную и активную форму.

*Микроборемедиация* – использование микроорганизмов для восстановления загрязненных территорий.

*Биоэнергетика* – отрасль электроэнергетики, основанная на использовании биотоплива.

*Биометаногенез* – сложный микробиологический процесс, в котором органическое вещество разлагается в анаэробных условиях до метана и диоксида углерода.

*Метантенк* – устройство для анаэробного брожения жидких органических отходов с получением метана.

*Биогаз* – газ, получаемый водородным или метановым брожением биомассы.

*Биодизель* – жидкое моторное биотопливо, представляющее собой смесь моноалкильных эфиров жирных кислот.

*Биоэтанол* – этанол, получаемый в процессе переработки растительного сырья для использования в качестве биотоплива.

*Биометанол* – метиловый спирт, произведенный в результате переработки биологического сырья.

*Анаэробное сбраживание* – разложение органических веществ с помощью микроорганизмов без доступа кислорода в герметических резервуарах – метантенках.

*Биоэлектрокатализ* – совокупность явлений, приводящих к ускорению электрохимических процессов с использованием биологических катализаторов, в первую очередь ферментов.

*Биоразлагаемые полимеры* – полимерные материалы, самопроизвольно разрушающиеся в результате естественных микробиологических и химических процессов.

*Биодеструкция* – процесс разрушения материала под влиянием процессов жизнедеятельности микроорганизмов или изменения состава поверхностной среды под действием продуктов метаболизма.

*Полигидроксиалканоаты* – полиэфиры оксикислот, запасные полимеры микроорганизмов.

*Экструзия* – метод и процесс получения изделий из полимерных материалов (резиновых смесей, пластмасс, крахмалсодержащих и белоксодержащих смесей, металлов) путём продавливания расплава материала через формующее отверстие в экструдере.

*Гидроколлоиды* – собирательное название гидрофильных полимеров, способных в низкой концентрации образовывать стабильные гидрогели.

*Биоцидный агент* – химическое вещество или микроорганизм, предназначенные для борьбы с вредными (в том числе болезнетворными) организмами.

*Пластификатор* – вещество, которое вводят в состав полимерных материалов для повышения эластичности или пластичности при их переработке и эксплуатации.

*Сшивающий агент* – вещество, превращающее молекулы полимеров или олигомеров (смола) в твердые неплавкие и нерастворимые сетчатые полимеры.

*Грибостойкость* – способность объекта выдерживать разрушительные воздействия плесневых грибов.

*Органическое сельское хозяйство* – метод ведения сельского хозяйства, в рамках которого происходит сознательная минимизация использования синтетических удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений, кормовых добавок.

*Биопестициды* – несколько типов препаратов для биологической борьбы с вредителями, содержащихся в живых организмах и продуктах их жизнедеятельности.

*Биоинсектициды* – биологические инсектициды, в состав которых входят живые микроорганизмы, продукты их жизнедеятельности, споры грибов или экзотоксины, предназначенные для уничтожения вредоносных насекомых.

*Биофунгициды* – средства природного происхождения, предназначенные для профилактики и лечения бактериальных и грибковых заболеваний растений.

*Биоудобрения* – препараты микроорганизмов, которые способствуют увеличению плодородия почвы за счёт повышения концентрации или биодоступности макроэлементов.

*Азотфиксирующие бактерии* – бактерии, обладающие способностью к биологической азотфиксации, т. е. связыванию азота атмосферы и переводу его в азотсодержащие соединения.

*Диазотрофы* – микроорганизмы, образующие эндоризосферные ассоциации на корнях небобовых растений

*Симбиотическая азотфиксация* – сложная экологическая система, которая характеризуется прогрессивной морфологической специализацией и развитием более тесных отношений между макросимбионтом (растением) и микросимбионтом (ризобиями).

*Ассоциативная азотфиксация* – азотфиксация бактериями, находящимися в тесной связи с растениями (в прикорневой зоне или на поверхности листьев) и использующими их (растений) выделения (корневые выделения составляют до 30 % продукции фотосинтеза) как источник органического вещества.

*Ризосфера* – узкий слой почвы, прилегающий к корням растения и попадающий под непосредственное действие корневых выделений и почвенных микроорганизмов, толщиной около 2–5 мм.

*Бобово-ризобияльный симбиоз* – уникальное биологическое явление, позволяющее бобовым растениям усваивать атмосферный азот с помощью эндогенного микросимбионта – клубеньковых бактерий, представителей семейства Rhizobiaceae.

*Арбускулярные микоризные грибы (АМГ)* – это симбионты растений, которые живут в их корнях и помогают своим хозяевам лучше расти, ассимилируя питательные вещества из почвы, и делают их более устойчивыми к неблагоприятным условиям окружающей среды.

*Фитогормоны* – низкомолекулярные органические вещества, вырабатываемые растениями и выполняющие регуляторные функции; вызывают различные физиологические и морфологические изменения в чувствительных к их действию частях растений.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии: учеб. пособие для высших педагогических учебных заведений / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. – Москва: Изд. Центр «Академия», 2008. – 208 с.
2. Пучкова, Т. А. Биотехнология очистки промышленных отходов: пособие / Т. А. Пучкова. – Минск: БГУ, 2018. – 175 с.
3. Евтушенко, А. Н. Введение в биотехнологию: курс лекций / А. Н. Евтушенко, Ю. К. Фомичев. – Минск: БЕУ, 2004. – 105 с.
4. Войнов, Н. А. Современные проблемы и методы биотехнологии: электрон. учеб. пособие / Н. А. Войнов, Т. Г. Волова, Н. В. Зобова [и др.]; под науч. ред. Т. Г. Воловой. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009.
5. Кузнецов, А. Е. Прикладная экобиотехнология: учеб. пособие: в 2 т. / А. Е. Кузнецов [и др.]. – Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2010. – Т. 1. – 629 с.
6. Кузнецов, А. Е. Научные основы экобиотехнологии: учеб. пособие для студентов / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова. – Москва: Мир, 2006. – 504 с.
7. Ручай, Н. С. Экологическая биотехнология: учеб. пособие для студентов специальности «Биоэкология» / Н. С. Ручай, Р. М. Маркевич. – Минск: БГТУ, 2006. – 312 с.
8. Волова, Т. Г. Экологическая биотехнология: учеб. пособие для вузов по направлению «Биология» и смежным направлениям / Т. Г. Волова [и др.]. – Красноярск, 2014. – 290 с.
9. Загоскина, Н. В. Биотехнология: теория и практика: учеб. пособие для вузов / Н. В. Загоскина [и др.]. – Москва: Изд-во «Оникс», 2009. – 496 с.
10. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – Москва: Мир, 2002. – 589 с.
11. Ермишин, А. П. Биотехнология. Биобезопасность. Биоэтика / А. П. Ермишин [и др.]. – Минск: Тэхналогія, 2005. – 430 с.
12. Нетрусов, А. И. Введение в биотехнологию: учебник для вузов / А. И. Нетрусов. – Москва: Академия, 2014. – 288 с.
13. Методическое руководство по контролю процесса биологической очистки городских сточных вод: учебно-методическое пособие для студентов вузов специальности «Биоэкология» / Р. М. Маркевич [и др.]. – Минск: БГТУ, 2009. – 159 с.
14. Долина, Л. Ф. Очистка сточных вод от биогенных элементов: монография / Л. Ф. Долина. – Днепропетровск: Континент, 2011. – 198 с.
15. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – Москва: АКВАРОС, 2003. – 512 с.

16. Активный ил: база данных / Е. А. Флюрик [и др.] [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (1,3 Гб). – Минск: БГТУ, 2009.
17. Сушкова, В. И. Безотходная конверсия растительного сырья в биологически активные вещества / В. И. Сушкова, Г. И. Воробьева. – Москва: ДеЛи принт, 2008. – 215 с.
18. Келль, Л. С. Экологическая биотехнология / Л. С. Келль. – Москва: Лань, 2022. – 232 с.
19. Бурова, Т. Е. Экологическая биотехнология: учеб. пособие / Т. Е. Бурова, О. Б. Иванченко. – Москва: ГИОРД, 2018. – 172 с.
20. Сазонова, И. А. Экологическая биотехнология: учеб. пособие / И. А. Сазонова. – Саратов, 2012. – 106 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

#### ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

1. Проблемы загрязнения окружающей среды в Российской Федерации.
2. Технологии биоремедиации почв.
3. Биологическая очистка сточных вод.
4. Биологическая очистка воздуха.
5. Биотехнологии в энергетике.
6. Получение и перспективы использования биоразлагаемых полимеров.
7. Производство бактериальных удобрений.
8. Производство микробных средств защиты растений.
9. Биотрансформация, биодеструкция и биодоступность органических ксенобиотиков.
10. Биодеструкция природных и синтетических полимерных материалов, в том числе поверхностно-активных веществ.
11. Ликвидация нефтяных загрязнений воды и почвы.
12. Использование микроводорослей для очистки сточных вод промышленных предприятий.
13. Технологические аспекты производства биогаза.
14. Биотехнология преобразования солнечной энергии.
15. Промышленные аппараты для сбраживания стоков. Септиктенки. Анаэробный биофильтр. Характеристики биоплёнки и активного ила.
16. Трансгенные микроорганизмы – эффективные биодеструкторы ксенобиотиков.
17. Применение в биотестировании водорослей на примере тест-культур *Scenedesmus quadricauda* и *Chlorella vulgaris*.
18. Биотопливо третьего поколения.
19. Экологическая токсикология.
20. Технологии вермикультивирования.

**ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА РЕФЕРАТА**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»

Институт агроинженерии и пищевых систем  
Кафедра пищевой биотехнологии

Индивидуальная работа допущена к  
защите  
должность (звание), ученая степень  
\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Индивидуальная работа защищена  
должность (звание), ученая степень  
\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ РАБОТА  
по дисциплине  
«Экологическая биотехнология»

ТЕМА

Работу выполнил  
студент гр. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Калининград – 20\_\_\_\_

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Влияние научно-технического прогресса на загрязнение окружающей среды. Особо опасные загрязняющие вещества. Ксенобиотики.
2. Экологическая биотехнология и её преимущества в решении экологических проблем.
3. Основные направления экологической биотехнологии.
4. Виды загрязнения окружающей среды по пространственному распределению, источникам возникновения, природе загрязнителя.
5. Нормирование в области охраны окружающей среды. Нормативные показатели воздуха, воды, почвы.
6. Особенности загрязнения экосистем ксенобиотиками, токсикантами и другими химическими веществами.
7. Понятие о предельно допустимой концентрации (ПДК) отдельных веществ. Виды ПДК для атмосферного воздуха, водоемов и почв.
8. Применение биологических методов для оценки качества окружающей среды. Экологические основы биоиндикации.
9. Биоиндикаторы и их чувствительность. Объекты биоиндикации. Биоиндикация на разных уровнях организации живой материи.
10. Биоиндикация состояния почв.
11. Биоиндикация состояния воздушной среды.
12. Биоиндикация состояния водной среды.
13. Биоиндикация в экологическом мониторинге.
14. Биотестирование как метод оценки токсичности химических веществ и природных сред.
15. Универсальные биотесты, стратегия выбора тест-организмов и тест-операций.
16. Зависимость «доза-эффект» как основа оценки результатов биотестирования.
17. Биотестирование природных вод и донных отложений. Биотестирование сточных вод.
18. Оценка качества вод методом биотестирования в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения.
19. Биотестирование как основа разработки нормативов содержания токсических веществ в водоемах рыбных хозяйств.
20. Биотестирование отходов и определение класса их опасности.
21. Классификация сточных вод. Их эпидемическая опасность. Влияние поступления сточных вод на состояние водоемов.

22. Характеристика процессов аэробной очистки сточных вод. Типы очистных сооружений для аэробной очистки: поля орошения и фильтрации, биологические пруды, биофильтры, аэротенки.

23. Основные группы микроорганизмов активного ила и их роль в процессах очистки сточных вод. Способы утилизации активного ила.

24. Основные стадии разложения органических веществ в анаэробных условиях и группы микроорганизмов, их осуществляющие. Образование биогаза.

25. Малые установки для локальных очистных сооружений. Устройство метантенка.

26. Сравнительные преимущества и недостатки процессов аэробной и анаэробной очистки сточных вод.

27. Основные пути загрязнения газовой среды выбросов производств.

28. Установки для микробиологической очистки и дезодорации газовой среды выбросов. Биофильтры. Биоабсорберы. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток микроорганизмов. Биореакторы с омываемым слоем.

29. Классификация методов ремедиации почв. Основные факторы, влияющие на выбор способа ремедиации почв.

30. Биологические методы ремедиации почв. Биоаугментация. Биоконцентрирование и локализация. Биомобилизация и биовыщелачивание.

31. Понятия фиторемедиации, микроборемедиации, зооремедиации. Преимущества и недостатки фиторемедиации.

32. Технологии фиторемедиации: ризофильтрация, фитоэкстракция, фитостимуляция, фитоиспарение.

33. Микроборемедиация и её преимущества. Принципы получения микробных биопрепаратов для биоремедиации.

34. Биопрепараты для ликвидации нефтяных загрязнений. Биопрепараты для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв.

35. Использование биотехнологических процессов для решения энергетических проблем. Биоэнергетика. Получение биотоплива из возобновляемых источников: проблемы и перспективы.

36. Биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей.

37. Типы и устройство метантенков.

38. Получение биоэтанола, биобутанола и других спиртов. Перспективы получения углеводов на основе биосистем.

39. Биологическое получение водорода. Биотопливные элементы и биоэлектрокатализ.

40. Биоразлагаемые полимеры – классификация, способы получения, перспективы использования.

41. Перспективы производства биоразлагаемых полимеров из возобновляемых ресурсов. Факторы, влияющие на скорости разложения биоразлагаемых полимеров в природе.

42. Принципы органического (экологического) сельского хозяйства. Биопестициды как экологически безопасная альтернатива химическим пестицидам.

43. Методы получения, принцип действия, область применения биопестицидов.

44. Микробные биопрепараты для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и животных.

45. Бактериальные удобрения как альтернатива химическим удобрениям. Получение и применение бактериальных удобрений.

Локальный электронный методический материал

Любовь Сергеевна Дышлюк

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 3,1. Печ. л. 2,4

Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»,  
236022, Калининград, Советский проспект, 1