

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Экологическая биотехнология»

Направление подготовки магистров 19.04.01 Биотехнология

Направленность (профиль) – Прикладная биотехнология

Типы задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский;
организационно-управленческий

Форма обучения – очная

Химико-технологический факультет
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»

Тверь 20__

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
доцент кафедры БХС

Л.Ж. Никошвили

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БХС
« ____ » _____ 20 __ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

М.Г. Сульман

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Экологическая биотехнология» является формирование системных знаний о роли современной экологической биотехнологии в охране окружающей среды.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение представления о взаимосвязи достижений биохимии, микробиологии, почвоведения, экологии, геохимии, генетической инженерии, «зеленой химии» и химических технологий при разработке современных биотехнологических подходов к обеспечению охраны окружающей среды;

- приобретение знаний о современных методах биологической трансформации органических соединений и неорганических токсикантов в объектах окружающей среды, а также в промышленных и бытовых отходах и выбросах;

- формирование умения выбирать эффективные пути биологического обезвреживания отходов различного происхождения и корректировать параметры проведения процессов биоочистки и биоконверсии;

- овладение методами диагностики степени загрязненности и оценки эффективности биоочистки объектов окружающей среды от ксенобиотиков и токсикантов; приемами и методами биотехнологической утилизации отходов различных отраслей промышленности; методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплин: «Общая биотехнология», «Современные проблемы биотехнологии», «Молекулярная генетика», «Методологические основы исследований в биотехнологии», «Основы моделирования кинетики биотехнологических процессов».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем для выполнения научно-исследовательской работы, написании статей и тезисов, при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-1. Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-1.1. *Знает и использует фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения задач в профессиональной области.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31.1. Механизмы, лежащие в основе биodeградации биополимеров, а также низкомолекулярных ксенобиотиков и синтетических полимеров.

Уметь:

У1.1. Использовать полученные знания для разработки технологии биологической очистки водоемов и почв, а также для переработки газообразных, жидких и твердых отходов.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-6. Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-6.2. *Владеет навыками разработки и применения инновационных решений в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических и экологических параметров.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

32.1. Современные биотехнологические подходы к осуществлению трансформации органических соединений; современное оборудование для осуществления микробиологической конверсии твердых и жидких отходов, а также очистки газовоздушных выбросов.

Уметь:

У2.1. Оценивать возможности применения того или иного метода и оборудования для осуществления биоконверсии органических соединений определять эффективность выбранного метода.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-3. Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области биотехнологии и смежных наук.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-3.1. *Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

33.1. Теоретические основы и современные методы биотрансформации органических соединений, присутствующих в газообразных, жидких и твердых средах; способы био- и фиторемедиации.

Уметь:

У3.1. Систематизировать существующие данные и выбирать наиболее перспективные пути биологического обезвреживания отходов различного происхождения, оценивать эффективность процесса биоочистки и корректировать параметры биоочистки.

Иметь опыт практической подготовки:

ППЗ.1. В планировании, проведении и обработке результатов биотехнологических экспериментов по биотрансформации органических соединений, присутствующих в газообразных, жидких и твердых средах.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение практических работ; выполнение курсовой работы; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		85
В том числе:		
Лекции		34
Практические занятия (ПЗ)		51
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		23+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		13
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		4
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		6+36(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		64
В том числе:		
Курсовая работа		13
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		51
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Биотехнологические методы в охране окружающей среды	9	2	4	-	1+2(экз.)
2	Очистка сточных вод	17	4	6	-	3+4(экз.)
3	Биологическая очистка газоздушных потоков	10	2	4	-	2+2(экз.)

4	Биоремедиация почв	23	6	8	-	3+6(экз.)
5	Фиторемедиация водоемов и почв	18	4	7	-	3+4(экз.)
6	Переработка органических отходов	21	6	6	-	3+6(экз.)
7	Очистка загрязненных сред от нефтяных загрязнений	19	4	6	-	3+6(экз.)
8	Биогеотехнология металлов	10	2	4	-	2+2(экз.)
9	Биоиндикаторы и биосенсоры	17	4	6	-	3+4(экз.)
Всего на дисциплину		144	34	51	-	23+36(экз)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

Экобиотехнология. Принципы и перспективы. Основные задачи, стоящие перед экобиотехнологией. Биотехнологические методы, используемые в охране окружающей среды.

Понятие о ксенобиотиках, токсикантах и ядовитых веществах. Классификация ксенобиотиков. Свойства молекул ксенобиотиков, определяющие их токсичность и способность к биodeградации. Основные механизмы деградации органических ксенобиотиков в микробной клетке. Ферментные системы, принимающие участие в метаболизме ксенобиотиков. Оксидазы со смешанной функцией как основной инструмент биodeградации ксенобиотиков в клетках живых организмов.

МОДУЛЬ 2 «ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД»

Основные показатели загрязненности сточных вод. Нормативы. Особенности сточных вод различного происхождения. Общие принципы очистки сточных вод.

Анаэробные методы очистки сточных вод. Аэробные методы очистки сточных вод. Аэробная очистка сточных вод на полях орошения и фильтрации. Очистка сточных вод в аэротенках. Аэробная очистка сточных вод в биофильтрах. Биоценозы очистных сооружений. Активный ил.

МОДУЛЬ 3 «БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ»

Основные источники загрязнения газовой воздушной среды. Основные методы очистки. Классификация методов дезодорации отходящих газов с помощью микроорганизмов. Биофильтры. Принцип работы. Биосорберы. Характеристика микрофлоры в биосорберах.

МОДУЛЬ 4 «БИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ»

Основные способы ремедиации земель. Выбор способов ремедиации. Самоочищение как способ биоремедиации почвы. Биостимулирование *in situ* и *in vitro*. Биовентиляция и биобарботирование как способы биоремедиации

почвы. Биаугментация. Биоконцентрирование. Биовыщелачивание. Использование активных биобарьеров и биоэкранов для ремедиации почв.

МОДУЛЬ 5 «ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ВОДОЕМОВ И ПОЧВ»

Использование растений и водорослей для очистки экосистем. Основные варианты фиторемедиации. Фитоэкстракция. Фитодеградация. Фитоиспарение. Ризосферная биоремедиация. Фитостабилизация. Ризофльтрация. Биопруды. Возможности использования водорослей для очистки загрязненных вод. Фиторемедиация почв. Механизмы обезвреживания ионов тяжелых металлов в растениях-фиторемедиантах.

МОДУЛЬ 6 «ПЕРЕРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ»

Характеристика органических отходов. Основные способы микробиологической переработки органических отходов. Биodeградация растительных полимеров. Биodeградация синтетических полимеров.

Производство микробного белка как способ переработки органических отходов. Компостирование как способ переработки органических отходов. Вермикультивирование и вермикомпостирование. Характеристика дождевых червей. Основные виды червей. Оптимальные условия культивирования червей. Технологические особенности вермикультивирования.

МОДУЛЬ 7 «ОЧИСТКА ЗАГРЯЗНЕННЫХ СРЕД ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ»

Основные источники загрязнения углеводородами нефти природных сред. Характеристика нефти, нефтепродуктов и нефтешламов. Воздействие углеводородов нефти на экосистему. Основные способы очистки почвы от углеводородов нефти. Способы биологической очистки водоемов от нефтяных загрязнений. Ремидиационные и рекультивационные работы при загрязнении поверхности водоемов и почв.

МОДУЛЬ 8 «БИОГЕОТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛОВ»

Биогеотехнология – перспективы развития. Основные части биогеотехнологии. Бактериальное выщелачивание. Прямые и непрямые методы бактериального окисления металлов. Поверхностное выщелачивание. Биосорбция металлов из растворов. Обогащение руд.

МОДУЛЬ 9 «БИОИНДИКАТОРЫ И БИОСЕНСОРЫ»

Понятие о биоиндикаторах. Классификация биоиндикаторов, активная и пассивная биоиндикация. Примеры использования биоиндикаторов для мониторинга состояния окружающей среды.

Понятие о биосенсорах, общая схема устройства биосенсора. Классификация биосенсоров. Примеры использования биосенсоров для мониторинга состояния окружающей среды.

5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

5.4. Практические занятия

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Цель: ознакомиться с основными способами трансформации ксенобиотиков	Основные способы и биохимические пути трансформации ксенобиотиков. Факторы, влияющие на трансформацию органических ксенобиотиков	4
Модуль 2 Цель: систематизировать и расширить знания о применении микроорганизмов в очистке сточных вод	Аэробная очистка сточных вод. Активный ил. Биопленки и биофильтры. Анаэробная очистка сточных вод.	6
Модуль 3 Цель: ознакомиться с основными биотехнологическими методами очистки газовой воздушной среды	Дезодорация газовой воздушной среды	4
Модуль 4 Цель: систематизировать знания о биологических препаратах, используемых для восстановления грунта и территорий	Биостимулирование <i>in situ</i> . Специализированные биопрепараты для рекультивации территорий	8
Модуль 5 Цель: ознакомиться с основными методами очистки и обезвреживания загрязненных сред с использованием водорослей и растений	Фиторемедиация водоемов и почв	7
Модуль 6 Цель: обобщить материал по использованию дождевых червей для переработки органических веществ	Вермикюльтивирование и вермикомпостирование	6
Модуль 7 Цель: конкретизировать знания об очистке экосистемы от углеводородов нефти	Очистка вод, загрязненных углеводородами нефти. Ремедиационные и рекультивационные работы при загрязнении почв	6
Модуль 8 Цель: рассмотреть технологические аспекты извлечения металлов из растворов и руд биотехнологическими способами	Биосорбция металлов из растворов. Обогащение руд	4
Модуль 9 Цель: обобщить материал по использованию биоиндикаторов и биосенсоров в экобиотехнологии	Возможности использования биоиндикаторов и биосенсоров для мониторинга состояния окружающей среды	6

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы магистрантов является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости; подготовке курсовой работы, доклада и презентации; подготовке к экзамену.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на практические занятия. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы практических занятий. Оценивание осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного задания.

После вводных лекций студентам выдаются темы курсовой работы, определяется порядок подготовки доклада и презентации для его защиты.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Антипова, Л.В. Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции : учебное пособие для вузов / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова; под научной редакцией Л.В. Антиповой. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-12435-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/515825> . - (ID=135818-0)

2. Сазыкин, Ю.О. Биотехнология : учеб. пособие для вузов : в составе учебно-методического комплекса / Ю.О. Сазыкин, С.Н. Орехов, И.И. Чакалева; под ред. А.В. Катлинского. - Москва : Академия, 2006. - 254 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование) (УМК-У). - Библиогр. : с. 250 - 251. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7695-2899-0 : 219 р. 56 к. - (ID=60718-14)

3. Сельскохозяйственная биотехнология = Agricultural biotechnology : учебник для вузов по с.-х., естеств.-науч. и пед. спец. и магистер. программам : в составе учебно-методического комплекса / В.С. Шевелуха [и др.]; под ред. В.С. Шевелухи. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2003. - 470 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-06-004264-2 : 108 р. 30 к. - (ID=4003-10)

4. Орлов, Д.С. Химия почв : учебник для вузов / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова. - Москва : Высшая школа, 2005. - 558 с. - Библиогр. : с. 554 - 555. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-06-004428-5 : 364 р. 10 к. - (ID=59192-8)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии : учеб. пособие для вузов по спец. "Охрана окружающей среды и рацион. использование природ. ресурсов" и "Машины и аппараты хим. пр-в" : в составе учебно-методического комплекса / В.В. Бирюков; [ред. Л.И. Галицкая]. - Москва : КолосС : Химия, 2004. - 295 с. : ил. - (Для высшей школы) (УМК-У). - Библиогр. : с. 295. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-9532-0231-8 (КолосС) : 228 р. - (ID=22058-25)

2. Пехов, А.П. Биология с основами экологии : учебник для студентов вузов по естественнонауч. спец. и напр. / А.П. Пехов. - 2-е изд. ; испр. и доп. - СПб. ; Москва ; Краснодар : Лань, 2004. - 687 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-8114-0219-8 : 209 р. - (ID=22750-8)

3. Биология с основами экологии : учебник : в составе учебно-методического комплекса / А.С. Лукаткин [и др.]; под ред. А.С. Лукаткина. - М. : Академия, 2008. - 398 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки) (УМК-У). - Библиогр. : с. 390 - 395. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-3103-3 : 390 р. 50 к. - (ID=74034-16)

4. Кольцов, В.Б. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учебник и практикум для вузов : в 2 частях. Часть 2 / В.Б. Кольцов, О.В. Кондратьева; под общей редакцией В.И. Каракеяна. - 2-е изд. ; доп. и перераб. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-06056-0. - URL: <https://urait.ru/book/processy-i-apparaty-zaschity-okruzhayuschey-sredy-v-2-ch-chast-2-490831> . - (ID=133782-0)

5. Каракеян, В.И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учебник и практикум для вузов : в 2 частях. Часть 1 / В.И. Каракеян, В.Б. Кольцов, О.В. Кондратьева; под общей редакцией В.И. Каракеяна. - 2-е изд. ; доп. и перераб. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-06055-3. - URL: <https://urait.ru/book/processy-i-apparaty-zaschity-okruzhayuschey-sredy-v-2-ch-chast-1-490830> . - (ID=82638-0)

6. Белоконев, Е.Н. Водоотведение и водоснабжение : учеб. пособие для вузов : в составе учебно-методического комплекса / Е.Н. Белоконев, Т.Е. Попова, Г.Н. Пурас. - Ростов н/Д : Феникс, 2009. - 379 с. - (Строительство). - Библиогр. : с. 375 - 379. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-222-15465-6 : 179 р. 10 к. - (ID=80224-6)

7. Ветошкин, А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды : учеб. пособие для вузов по спец. "Инж. защита окружающей среды" / А.Г.

Ветошкин. - Москва : Высшая школа, 2008. - 397 с. : ил. - (Для высших учебных заведений). - Библиогр. : с. 393 - 394. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-06-005764-5 : 495 р. . - (ID=71541-32)

8. Берне, Ф. Водочистка. Очистка сточных вод нефтепереработки. Подготовка водных систем охлаждения / Ф. Берне, Ж. Кордонье. - Москва : Химия, 1997. - 287 с. - ISBN 5-7245-1097-9 (рус.). - ISBN 2.7108-0613-4 (фр.). - ISBN 0768-147X (фр.) : 18000 р. - (ID=2064-6)

9. Варламов, А.А. Мониторинг земель : учеб. пособие / А.А. Варламов, С.Н. Захарова, С.А. Гальченко; Департамент кадровой политики и образования мин. сел. хоз-ва и продовольствия РФ. - Москва : МСХ, 2000. - 108 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-8122-02228-1 : 80 р. 25 к. - (ID=8755-19)

7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины "Экологическая биотехнология" направления подготовки 19.04.01 Биотехнология. Направленность (профиль): Прикладная биотехнология : ФГОС 3++ / Каф. Биотехнология и химия ; сост. Л.Ж. Никошвили. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/129424> . - (ID=129424-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. - (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/129424>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Экологическая биотехнология» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 15. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием справочного материала и непрограммируемого калькулятора.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене:

- 1) Понятие о ксенобиотиках, токсикантах и ядовитых веществах. Факторы, определяющие экологическую опасность и токсичность ксенобиотиков.
- 2) Какие свойства молекул ксенобиотиков определяют их токсичность? Какое влияние оказывают размер молекулы и растворимость

ксенобиотика на его биологическую активность и токсичность, а также способность к биодegradации?

- 3) Классификация ксенобиотиков по их способности к биодegradации. Приведите развернутое описание и примеры.
- 4) В чем заключается концепция двухфазного метаболизма ксенобиотиков? К каким последствиям с точки зрения изменения биологической активности может приводить биотрансформация ксенобиотика в организме?
- 5) Опишите основные механизмы дegradации органических ксенобиотиков в микробной клетке. Какие факторы обуславливают способность того или иного органического вещества проникать в клетки, накапливаться в них и оказывать токсическое действие?
- 6) Оксидазы со смешанной функцией как основной инструмент биодegradации ксенобиотиков в клетках живых организмов.
- 7) Охарактеризуйте ферментные системы, принимающие участие в реакциях первой фазы метаболизма ксенобиотиков.
- 8) Охарактеризуйте ферментные системы, принимающие участие в реакциях второй фазы метаболизма ксенобиотиков.
- 9) Опишите основные стадии и технологические операции биотехнологического производства микробного белка.
- 10) Опишите требования, предъявляемые к микроорганизмам-продуцентам микробного белка.
- 11) Охарактеризуйте глубинный метод культивирования, используемый в производстве микробного белка. Границы применимости метода, достоинства и недостатки.
- 12) Охарактеризуйте глубинное гетерофазное культивирование как метод получения микробного белка. Границы применимости метода, достоинства и недостатки.
- 13) Охарактеризуйте метод твердофазной ферментации, используемый в производстве микробного белка. Границы применимости метода, достоинства и недостатки.
- 14) Опишите ключевые факторы, оказывающие влияние и подлежащие контролю на каждом этапе производства микробного белка.
- 15) Каким образом можно повысить содержание белка в конечном продукте производства кормовой микробной биомассы, а также чистоту микробного белка?
- 16) Опишите основные приемы, используемые с целью организации малоотходного производства кормового белка.
- 17) Самоочищение как способ биоремедиации почвы. Охарактеризуйте основные показатели, характеризующие самоочищающую способность почвы.
- 18) Биостимулирование *in situ* и *in vitro* как способ биоремедиации почвы. Каким образом можно повысить биодоступность органических соединений и ускорить биодеструкцию?

- 19) Биовентиляция и биобарботирование как способы биоремедиации почвы. Принцип организации, достоинства и недостатки методов.
- 20) Биовентиляция и биобарботирование как способы биоремедиации почвы. Каким образом можно организовать эффективную доставку кислорода к месту загрязнения?
- 21) Биовентиляция и биобарботирование как способы биоремедиации почвы. Каким образом можно интенсифицировать процесс биоремедиации?
- 22) Биоаугментация как способ биоремедиации почвы. В каких случаях целесообразно применять данный метод биоремедиации?
- 23) Биоконцентрирование как способ биоремедиации почвы. Способы организации процесса.
- 24) Биовыщелачивание как способ биоремедиации почвы. Способ организации процесса. Область практического применения.
- 25) Опишите возможности использования активных биобарьеров и биоэкранов для ремедиации почв.
- 26) Фиторемедиация почв. Преимущества и недостатки метода. Критерии подбора растений для фиторемедиации.
- 27) Способы организации процесса фиторемедиации почв. Опишите кратко сущность каждого способа.
- 28) Фиторемедиация почв. Опишите механизмы обезвреживания ионов тяжелых металлов в растениях-фиторемедиантах.
- 29) Возможности использования водорослей для очистки загрязненных вод. Как осуществляется организация работы биопрудов и гидрботанических площадок?
- 30) Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов. Какие существуют методы очистки (опишите кратко суть каждого процесса)?
- 31) Компостирование как способ обработки загрязненной почвы. Способы организации процесса. Факторы, влияющие на ход компостирования.
- 32) Какие вы знаете типы/поколения биотоплив? Приведите примеры и опишите кратко суть процессов получения биотоплив различных типов с применением биотехнологических агентов.
- 33) Полимеры каких типов можно отнести к биodeградируемым (приведите примеры)? Какие ферментные системы микроорганизмов принимают участие в биodeградации полимерных материалов?
- 34) В чем заключается опасность загрязнения водоемов и почв нефтью и нефтепродуктами? Какие этапы включает в себя проведение ремедиационных работ в случае нефтяных загрязнений?
- 35) Способы биологической очистки почв от нефтяных загрязнений: стадии и основные параметры проведения процессов очистки.
- 36) Способы биологической очистки водоемов от нефтяных загрязнений, стадии и основные параметры проведения процессов очистки.

- 37) Охарактеризуйте типы микробиологические процессов, используемых в биогеотехнологии и основанных на повышении подвижности и концентрировании металлов.
- 38) Вермикомпостирование и вермикультивирование. Особенности дождевых червей, используемых для вермикомпостирования и вермикультивирования.
- 39) Охарактеризуйте возможности использования вермикюльтуры для биоремедиации почв. Требования, предъявляемые к почве, подвергаемой биоремедиации.
- 40) Вермикомпостирование и вермикультивирование. Факторы, влияющие на процессы роста и развития дождевых червей.
- 41) Способы организации и основные стадии процесса аэробной очистки сточных вод от тяжелых металлов и органических поллютантов.
- 42) Возможности использования способности к биоаккумуляции тяжелых металлов микроорганизмами для очистки сточных вод.
- 43) Опишите основные составляющие биоценоза активного ила, используемого для аэробной очистки сточных вод, а также показатели, характеризующие состояние активного ила.
- 44) Аэробная очистка сточных вод на полях орошения и фильтрации. Особенности организации процессов очистки. Требования к очищаемой воде.
- 45) Очистка сточных вод в аэротенках. Способы организации процесса. Факторы, влияющие на эффективность очистки сточных вод в аэротенках.
- 46) Аэробная очистка сточных вод в биофильтрах. Особенности организации процесса очистки. Достоинства и недостатки использования биофильтров для аэробной очистки сточных вод.
- 47) Биосенсоры. Типы биосенсоров и возможности их практического использования для решения проблем охраны окружающей среды.
- 48) Понятие о биоиндикаторах. Классификация биоиндикаторов и виды биоиндикации.
- 49) Понятие о биоиндикаторах. Возможности практического использования биоиндикаторов для мониторинга состояния окружающей среды.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсовой работы.

1) Рекультивация территорий, загрязненных тяжелыми углеводородами нефти.

2) Биоремедиация прудов и озер.

3) Биodeградация хлорсодержащих ксенобиотиков.

4) Биodeградация фенольных соединений.

5) Биodeградация полимерных ксенобиотиков.

6) Фиторемедиация почв.

7) Вермикультивирование, как метод ремедиации почв.

8) Использование гидробионтов для очистки водоемов от ксенобиотиков.

9) Биodeградация нефтяных загрязнений.

10) Применение биоиндикаторов и биосенсоров в экобиотехнологии.

11) Биоочистка газовых выбросов.

12) Альтернативные методы защиты сельскохозяйственных растений.

13) Биогаз – перспективы и возможности производства.

14) Компостирование как способ получения удобрений из растительной биомассы и отходов животноводства.

15) Биологическая очистка сточных вод от тяжелых металлов и органических ксенобиотиков.

16) Переработка избыточного активного ила.

17) Биометаллургические процессы извлечения металлов из руд.

Студент по согласованию с преподавателем может самостоятельно выбрать объект курсовой работы на базе организации или предприятия, на котором проводится практика или научно-исследовательская работа.

Курсовая работа может являться этапом подготовки к написанию ВКР.

3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу.

Таблица 4. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
	Нормативные ссылки	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Общая часть (обзор литературных, патентных и нормативных документов по теме курсовой работы)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Специальная часть (сравнительный анализ современных подходов к решению проблемы, рассматриваемой в курсовой работе, оценка перспектив исследований в данном разделе биотехнологии и т.д.)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
	Заключение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Приложения (при необходимости)	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 18 до 22;

«хорошо» – при сумме баллов от 14 до 17;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 9 до 13;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 9, а также при любой другой сумме, если по разделам «Общая часть» или «Специальная часть» работа имеет 0 баллов.

4. В процессе выполнения курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- студенты выбирают тему для курсовой работы самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение двух первых недель обучения;

- проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающего достоинства и недостатки курсовой работы и ее оценку. Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада и презентации на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;
- работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;
- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ, всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки магистров 19.04.01 Биотехнология
Направленность (профиль) – Прикладная биотехнология
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»
Дисциплина «Экологическая биотехнология»
Семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Классификация ксенобиотиков по их способности к биодegradации.
Приведите развернутое описание и примеры.
2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
В чем заключается опасность загрязнения водоемов и почв нефтью и нефтепродуктами? Какие этапы включает в себя проведение ремедиационных работ в случае нефтяных загрязнений?
3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Вермикомпостирование и вермикультивирование. Факторы, влияющие на процессы роста и развития дождевых червей.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла;

Составитель: доц. кафедры БХС

Л.Ж. Никошвили

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман