

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Директор

МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ

О.И. Родькин

«31» Мая 2023

Регистрационный № УД-1217-26 уч



МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ В ЭКОЛОГИИ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

7-06-0521-01 Экология

Профилизация Экологическая биотехнология

2023 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 7-06-0521-01- 2023 от 18.05.2023 и учебного плана учреждения образования для специальности 7-06-0521-01 Экология (профилизация Экологическая биотехнология) рег.№167-23/уч.маг. от 07.04.2023

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.О. Лемешевский, доцент кафедры общей биологии и генетики учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.Ф. Кулеш, профессор кафедры общей биологии и ботаники учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», доктор биологических наук, профессор
С.Е. Головатый, заведующий кафедрой экологического мониторинга и менеджмента учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей биологии и генетики учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета
(протокол № 10 от 25.05.2023)

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета
(протокол № 9 от 31.05.2023)

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Моделирование биотехнологических процессов и систем в экологии» разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта и учебного плана по специальности 7-06-0521-01 Экология Профилизация Экологическая биотехнология.

Учебная дисциплина «Моделирование биотехнологических процессов и систем в экологии» предполагает рассмотрение сравнительно нового направления биотехнологии, ориентированного на решение экологических проблем в хозяйственной деятельности и природоохранных мероприятиях.

Цель учебной дисциплины ориентирована на приобретение умений и навыков моделирования биотехнологических процессов и систем используемых для оценки экологических ситуаций окружающей среды.

Основная задача курса – получение студентами теоретических знаний и практических навыков, использования биотехнологических процессов и систем для охраны окружающей среды и рационального природопользования.

В соответствии с образовательным стандартом по специальности 7-06-0521-01 Экология (профилизация Экологическая биотехнология) учебная дисциплина «Моделирование биотехнологических процессов и систем в экологии» входит в состав «Биотехнологического» модуля и формирует у студентов компетенцию СК-8: использовать методы моделирования биотехнологических процессов и систем в хозяйственной деятельности и природоохранных мероприятиях.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- методы оценки эффективности производства;
- принципы моделирования биотехнологических процессов и систем в экологии;
- перспективы использования моделирования биотехнологических процессов и систем в целях охраны окружающей среды в Республике Беларусь.

уметь:

- правильно применять основные термины и понятия;
- рассчитывать основные характеристики биотехнологического процесса;
- проводить системный поиск и анализ современных литературных информационных источников по различным аспектам и проблемам биотехнологических процессов и систем в экологии.

владеть:

- принципами и методами подбора и конструирования биологических объектов для целей охраны окружающей среды;
- методами управления и регулирования биотехнологических процессов и систем в экологии.

Программа дисциплины включает в себя следующие темы: введение, биологические методы экологической диагностики как эффективный способ оценки качества природной среды, моделирование биотехнологических процессов и систем в очистке сточных вод, моделирование биотехнологических процессов и систем в очистке газовоздушных выбросов, биоремедиация почв, моделирование биотехнологических процессов и систем в решении энергетических проблем, моделирование биотехнологических процессов и систем в сельском хозяйстве для решения экологических проблем, моделирование биотехнологических процессов и систем в получении и использовании биоразлагаемых биополимеров.

Для управления учебным процессом и организации контрольно-оценочной деятельности рекомендуется использовать учебно-методические комплексы, проводить текущий контроль знаний на каждом практическом занятии, а также итоговый контроль – на зачете.

Самостоятельная работа студентов включает подготовку к практическим (лабораторным) работам. Среди эффективных педагогических методик и технологий, которые способствуют вовлечению студентов в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач, следует выделить:

- технологию проблемно-модульного обучения;
- технологию учебно-исследовательской деятельности;
- интенсивное обучение;
- моделирование проблемных ситуаций и их решение.

В соответствии с учебным планом дневной формы получения образования программа рассчитана на 100 часов, из них 48 аудиторных часов. Распределение по видам занятий: лекции – 20 часов, практические занятия – 16 часов, лабораторные занятия – 12 часов. Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы. Форма текущей аттестации – зачет во 2 семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение

Развитие биотехнологии, ее место в современной науке. Экологические аспекты биологических процессов и биотехнологических производств. Использование биотехнологических процессов для решения задач защиты окружающей среды. Основные тенденции и перспективные направления развития природоохранных биотехнологий в Республике Беларусь.

2. Биологические методы экологической диагностики как эффективный способ оценки качества природной среды

Применение биологических методов для оценки качества окружающей среды. Экологические основы биоиндикации. Биоиндикаторы и их чувствительность. Объекты биоиндикации. Биоиндикация состояния почв. Биоиндикация состояния воздушной среды. Биоиндикация состояния водной среды.

Биотестирование как метод оценки токсичности химических веществ и природных сред. Развитие методов биотестирования в мировой практике. Биотестирование природных вод и донных отложений. Биотестирование сточных вод. Оценка качества вод методом биотестирования в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения.

3. Моделирование биотехнологических процессов и систем в очистке сточных вод

Основные показатели загрязненности сточных вод. Сравнительная характеристика биологических методов очистки сточных вод с механическими, физико-химическими, химическими. Классификация методов биологической очистки сточных вод. Показатели работы очистных сооружений и их сравнение.

Характеристика процессов аэробной очистки сточных вод. Типы очистных сооружений в естественных (поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды) и искусственных (биофильтры, аэротенки) условиях. Основные группы организмов и их роль в процессах очистки сточных вод. Способы утилизации активного ила. Пути совершенствования систем аэробной очистки сточных вод. Малые установки для локальных очистных сооружений. Технологические схемы многостадийной биологической очистки сточных вод.

4. Моделирование биотехнологических процессов и систем в очистке газовоздушных выбросов

Основные пути загрязнения газовоздушных выбросов производств. Установки для микробиологической очистки и дезодорации газовоздушных выбросов. Биофильтры. Биоабсорберы. Биореакторы с омываемым слоем. Эффективность различных биологических методов очистки газовоздушных выбросов.

5. Биоремедиация почв

Классификация методов ремедиации почв. Основные факторы, влияющие на выбор способа ремедиации почв. Биологические методы ремедиации почв. Биоконцентрирование и локализация. Биомобилизация и биовыщелачивание. Обработка в биореакторах.

Понятия фиторемедиации, микроборемедиации, зооремедиации. Технологии фиторемедиации: ризофилтрация, фитоэкстракция, фитостимуляция, фитоиспарение.

Микроборемедиация и ее преимущества. Принципы получения микробных биопрепаратов для биоремедиации. Биопрепараты для ликвидации нефтяных загрязнений. Биопрепараты для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв.

6. Моделирование биотехнологических процессов и систем в решении энергетических проблем

Использование биотехнологических процессов для решения энергетических проблем. Биоэнергетика. Получение биотоплива из возобновляемых источников: проблемы и перспективы. Биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков. Получение биогаза. Получение биоэтанола, биобутанола и других спиртов. Перспективы получения углеводов на основе биосистем. Биологическое получение водорода.

7. Моделирование биотехнологических процессов и систем в сельском хозяйстве для решения экологических проблем

Биотехнологические процессы в растениеводстве. Биологические методы и препараты для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и животных. Биопестициды как экологически безопасная альтернатива химическим пестицидам. Методы получения, принцип действия, область применения биопестицидов. Микробные биопрепараты для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и животных. Бактериальные удобрения как альтернатива химическим удобрениям. Получение и применение бактериальных удобрений.

8. Моделирование биотехнологических процессов и систем в получении и использовании биоразлагаемых биополимеров

Экологические проблемы, связанные с аккумуляцией в биосфере синтетических пластиков. Биопластики – классификация, способы получения, перспективы использования. Перспективы производства биопластиков из возобновляемых ресурсов. Факторы, влияющие на скорость разложения биополимеров в природе.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1.	Введение	2						компьютерная презентация № 1	
2.	Биологические методы экологической диагностики как эффективный способ оценки качества природной среды	2	4					компьютерная презентация № 2	устный опрос
3.	Моделирование биотехнологических процессов и систем в очистке сточных вод	2			4			компьютерная презентация № 3	выполнение заданий в тестовой форме, защита рефератов, письменная контрольная работа
4.	Моделирование биотехнологических процессов и систем в очистке газовоздушных выбросов	2			4			компьютерная презентация № 4	устный опрос, контрольная работа
5.	Биоремедиация почв	4	4					компьютерная презентация № 5	устный опрос, защита рефератов
6.	Моделирование биотехнологических процессов и систем в решении энергетических проблем	2	4					компьютерная презентация № 6	устный опрос, контрольная работа
7.	Моделирование биотехнологических процессов и систем в сельском хозяйстве для решения экологических проблем	4			4			компьютерная презентация № 7	индивидуальная работа
8.	Моделирование биотехнологических процессов и систем в получении и использовании биоразлагаемых биополимеров	2	4					компьютерная презентация № 8	устный опрос, контрольная работа
	ИТОГО:	20	16		12				Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инновационные подходы и методы к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется *практико-ориентированный подход*, который предполагает:

- освоение содержания образования через решение практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов;
- использование процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Биотехнология : практикум / И.В. Коктыш, Т.С. Пицко, Я.И. Мельникова ; УО "МГЭИ им. А.Д. Сахарова" БГУ. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – 167 с.
2. Прикладная экобиотехнология: учеб. пособие: в 2 т. / А.Е. Кузнецов [и др.]. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
3. Математические методы обработки данных в экологии : учеб. пособие / А. А. Волчек, Ю. Ю. Гнездовский, Л. В. Образцов [и др.]. – Минск : РИВШ, 2018. – 212 с.
4. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова [и др.]; под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой. – М. : Академия, 2017. – 288 с.
5. Дитченко, Т.И. Культуры растительных клеток: учеб.-метод. пособие / Т.И. Дитченко, Минск : БГУ, 2018. – 96 с.
6. Мошинский, А.И. Математическое моделирование химико-технологических и биотехнологических процессов / А.И. Мошинский. – М. : КноРус, 2023. – 336 с.

Дополнительная

7. Ермишин, А.П. Биотехнология. Биобезопасность. Биоэтика / А.П. Ермишин. – Мн. : Тэхналогія, 2005. – 430 с.
8. Сельскохозяйственная биотехнология: Учебник / В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова, Е.З. Кочиева и др.; Под ред. В.С. Шевелухи. – 3-изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2008. – 710 с.

9. Экологическая биотехнология / под ред. К. Форстера, Д. Вейза. – Л. : Химия, 1990. – 384 с.

10. Градова, Н.Б. Биологическая безопасность биотехнологических производств / Н.Б. Градова, Е.С. Бабусенко, В.И. Панфилов. – М. : ДеЛи Принт, 2010. – 136 с.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности студентов

В целях стимулирования познавательной активности и организации работы студентов в течение семестра рекомендуется использование модульно-рейтинговой системы оценки.

Промежуточный контроль проводится после изложения теоретического материала по соответствующему разделу на практических занятиях. Итоговая оценка учебных достижений студента осуществляется на зачете.

Для оценки профессиональных компетенций студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- устные и письменные опросы на практических (лабораторных) занятиях;
- выполнение заданий в тестовой форме;
- защита подготовленного студентом реферата.

Формы контроля знаний

1. Контрольные опросы/работы.
2. Доклады на лабораторных занятиях.
3. Рефераты.
4. Оценивание на основе деловой игры.
5. Коллоквиумы.
6. Тестовые задания.
7. Аттестация по индивидуальной работе.
8. Собеседования при защите отчетов по лабораторным/практическим занятиям.
9. Зачет.

Критерии оценок

Для оценки учебных достижений студентов используются критерии, утверждаемые Министерством образования Республики Беларусь.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии:

разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, курс лекций, мультимедийные презентации, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться обучающимися на:

- подготовку к лекциям;
- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- выполнение исследовательских заданий;
- подготовку тематических докладов, рефератов, презентаций;
- выполнение лабораторных заданий.
- подготовку к экзамену по учебной дисциплине;

Основные методы организации самостоятельной работы:

- написание и презентация реферата;
- выступление с докладом;
- изучение тем и проблем, не выносимых на лекции;
- компьютеризированное тестирование;
- подготовка и участие в активных формах обучения.

Контроль самостоятельной работы может осуществляться в виде:

- контролирующих тестов;
- обсуждения рефератов;
- оценки устного ответа на вопрос, сообщения, доклада, решения ситуационных задач на практических занятиях;
- проверки рефератов, результатов тестирования;
- индивидуальной беседы.

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

Примерная тематика практических занятий по учебной дисциплине

1. Биологические методы экологической диагностики как эффективный способ оценки качества природной среды.
2. Биоремедиация почв.
3. Моделирование биотехнологических процессов и систем в решении энергетических проблем.
4. Моделирование биотехнологических процессов и систем в получении и использовании биоразлагаемых биополимеров.

Примерная тематика лабораторных занятий по учебной дисциплине

1. Моделирование биотехнологических процессов и систем в очистке сточных вод. Определение необходимой степени очистки сточных вод.

2. Моделирование биотехнологических процессов и систем в очистке газовоздушных выбросов. Определение выброса загрязняющих веществ в воздух автотранспортом на городских автомагистралях. Определение концентрации диоксида углерода, поступающего с выбросами автотранспорта.

3. Моделирование биотехнологических процессов и систем в сельском хозяйстве для решения экологических проблем. Принцип действия, область применения биопестицидов, бактериальных удобрений.

Примерные темы реферативных работ по учебной дисциплине

1. Биоиндикация как метод исследования экологических систем.
2. Применение биоиндикаторов для оценки устойчивости экосистем урбанизированных и придорожных территорий, агроценозов.
3. Области применения биоиндикации.
4. Биотестирование. Методы биотестирования.
5. Биоиндикация с использованием мхов и лишеноиндикация.
6. Биоремедиация загрязнённых почв и грунтов.
7. Биопестициды – альтернатива химическим пестицидам.
8. Биологические препараты в защите растений.
9. Биопластик – будущее индустрии пластмасс.
10. Мировой рынок биополимеров.
11. Проблемы загрязнения окружающей среды в Республике Беларусь.
12. Производство бактериальных удобрений.
13. Биотехнологии в энергетике.

Вопросы к зачету

1. Использование биотехнологических процессов для решения задач защиты окружающей среды. Основные тенденции и перспективные направления развития природоохранных биотехнологий в Республике Беларусь.

2. Применение биологических методов для оценки качества окружающей среды. Экологические основы биоиндикации.

3. Биоиндикаторы и их чувствительность. Объекты биоиндикации.

4. Биоиндикация состояния почв.

5. Биоиндикация состояния воздушной среды.

6. Биоиндикация состояния водной среды.

7. Биотестирование как метод оценки токсичности химических веществ и природных сред.

8. Биотестирование сточных вод. Оценка качества вод методом биотестирования в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения.

9. Классификация методов биологической очистки сточных вод. Показатели работы очистных сооружений и их сравнение.
10. Характеристика процессов аэробной очистки сточных вод.
11. Типы очистных сооружений в естественных (поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды) и искусственных (биофильтры, аэротенки) условиях.
12. Пути совершенствования систем аэробной очистки сточных вод. Малые установки для локальных очистных сооружений.
13. Технологические схемы многостадийной биологической очистки сточных вод.
14. Установки для микробиологической очистки и дезодорации газовоздушных выбросов. Биофильтры. Биоабсорберы. Биореакторы с омываемым слоем.
15. Эффективность различных биологических методов очистки газовоздушных выбросов.
16. Классификация методов ремедиации почв. Основные факторы, влияющие на выбор способа ремедиации почв.
17. Биологические методы ремедиации почв. Биоконцентрирование и локализация. Биомобилизация и биовыщелачивание.
18. Понятия фиторемедиации, микроборемедиации, зооремедиации.
19. Технологии фиторемедиации: ризофильтрация, фитоэкстракция, фитостимуляция, фитоиспарение.
20. Микроборемедиация и ее преимущества. Принципы получения микробных биопрепаратов для биоремедиации.
21. Биопрепараты для ликвидации нефтяных загрязнений.
22. Биопрепараты для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв.
23. Использование биотехнологических процессов для решения энергетических проблем. Биоэнергетика.
24. Получение биотоплива из возобновляемых источников: проблемы и перспективы.
25. Биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков.
26. Получение биогаза. Получение биоэтанола, биобутанола и других спиртов. Перспективы получения углеводов на основе биосистем.
27. Биологическое получение водорода.
28. Биотехнологические процессы в растениеводстве. Биологические методы и препараты для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и животных.
29. Методы получения, принцип действия, область применения биопестицидов.
30. Микробные биопрепараты для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и животных.
31. Бактериальные удобрения как альтернатива химическим удобрениям. Получение и применение бактериальных удобрений.

32. Экологические проблемы, связанные с аккумуляцией в биосфере синтетических пластиков.

33. Биопластики – классификация, способы получения, перспективы использования.

34. Перспективы производства биопластиков из возобновляемых ресурсов.

35. Факторы, влияющие на скорость разложения биополимеров в природе.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (дата, протокол)
Дисциплина «Моделирование биотехнологических процессов и систем в экологии» входит в состав «Биотехнологического» модуля	Общей биологии и генетики	Содержание учебной программы дисциплины «Моделирование биотехнологических процессов и систем в экологии» не дублируется с содержанием дисциплин, входящих в состав «Биотехнологического» модуля	Протокол № 10 от 25.05.23

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на 2023/2024 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения по дисциплине	Основание
1	В 2023-2024 году дополнений и изменений не предус- мотрено	протокол №10 от 25.05.2023

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(название кафедры) _____ (протокол № _____ от _____ 202__)

Заведующий кафедрой

к.с.-х.н., доцент
(степень, звание)

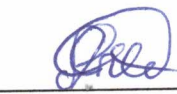

(подпись)

Н. П. Зрачехин
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

к.х.н., доцент
(степень, звание)


(подпись)

А. Т. Сова
(И.О.Фамилия)

Сведения об авторе (составителе) учебной программы

Фамилия, имя, отчество	Лемешевский Виктор Олегович
Должность, ученая степень, ученое звание	Доцент кафедры общей биологии и генетики МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, к.с.-х.н., доцент
 служебный	(+375.17)373.0486
Факс:	(+375.17)378.9953
E-mail:	<u>lemeshonak@yahoo.com</u>

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на 2023/2024 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	дополнений и изменений к учебной программе в 2023-2024 уч. году не предусмотрено	пр. № 1 от 31.08.2023

Учебная программа по дисциплине «Моделирование биотехнологических процессов и систем в экологии» пересмотрена и одобрена на заседании кафедры общей биологии и
(название кафедры)

генетики

(протокол № 1 от 31.08.2023 г.)

Заведующий кафедрой

к.с.х.н., доцент
(ученая степень, ученое звание)


(подпись)

А. Т. Чернышова
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

к.с.х.н., доцент
(ученая степень, ученое звание)


(подпись)

А. Т. Соса
(И.О.Фамилия)