Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.08.2026 16:48:43
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ / А.С. Соколов /

«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Экобиотехнология»

Направление подготовки
19.03.01 «Биотехнология»

Профиль **«Промышленная биотехнология и биоинженерия»**

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2026 г.

Разработчик(и):

к.т.н., доцент  /М.Ю. Попова/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «ХимБиотех»,
д.с-х.н., доцент  /Н.В. Мясищева/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 11
7. Фонд оценочных средств 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основной цели** освоения дисциплины «Экобиотехнология» следует отнести:

- обучение основам исследования и разработки современных биотехнологических методов защиты окружающей среды;
- формирование у студентов навыков применения методов биотехнологии для защиты окружающей среды.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Экобиотехнология» следует отнести:

- формирование знаний о естественных биологических процессах, происходящих во всех природных экосистемах и принципах их использования в биотехнологических методах;
– обучение основным принципам организации экологически безопасных биотехнологических процессов;
– обучение теоретико-методологическим основам и практическим навыкам применения современных методов утилизации всех видов загрязнений, связанных с хозяйственной деятельностью человека.

К задачам изучения дисциплины следует отнести приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему специалисту для обоснованных решений, при организации и проведении биотехнологических процессов в будущей профессиональной деятельности.

Обучение по дисциплине «Экобиотехнология» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-8 Способен проводить Мониторинг технического состояния средств и систем защиты окружающей среды в организации	ИПК-8.1 Знает: Порядок проведения испытаний средств и систем защиты окружающей среды в организации с применением биотехнологий; приборы и оборудование для проведения испытаний средств и систем защиты окружающей среды в организации; ИПК-8.1 Умеет: Оценивать технологические характеристики средств и систем защиты окружающей среды от негативного воздействия в организации; проводить испытания средств и систем защиты окружающей среды в организации при изменении биотехнологических процессов и (или) режимов работы технологического оборудования ИПК-8.2 Владеет биотехнологическими методами контроля технического состояния средств и систем защиты окружающей среды в организации

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Экобиотехнология» относится к элективной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.2.ЭД.7.1 «Элективные дисциплины».

«Экобиотехнология» взаимосвязана логически и содержательно- методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой и вариативной части базового цикла (Б1.1.)

- Общая биология и микробиология;
- Биохимия;
- Основы биотехнологии;
- Процессы и аппараты биотехнологических производств;
- Промышленная биотехнология;
- Энзимология.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины:составляет **2** зачетных единицы, т.е. **72** академических часа (из них 18 часов – самостоятельная работа студентов).

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			8	
1	**Аудиторные занятия**	**54**	**54**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	36	-
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	-
1.3	Лабораторные занятия	-	-	
2	**Самостоятельная работа**	**18**	18	-
3	**Промежуточная аттестация**			-
	Зачет			-
	Итого	72	72	-

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час				
		Всего	Аудиторная работа			
			Лекции	Семинарские и пракические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка
1.	Тема 1. Введение. **Получение экологически чистой энергии**	14	4	4		-
2.	Тема 2. Метантенки и аэротенки	6	4	4		-
3.	**Тема 3. Биологические методы очистки сточных вод и утилизация твердых отходов**	14	6	6		-
4.	Тема 4. Биотехнология перерботки отходов	12	4	4		-
5.	Тема 5.Биотехнология защиты атмосферного воздуха	12	4	4		-
6.	Тема 6. Биологическая рекультивация	6	4	4		-

7.	**Тема 7. Биоремедиация. Биотехнологическая очистка вод и почв от нефти и нефтепродуктов**	4	4	4		-	
8.	**Тема 8. Биодеградация ксенобиотиков. Биологические методы контроля**	4	4	4			
	Итого	72	36	**36**		-	

3.3 Содержание дисциплины

Введение

Предмет экологической биотехнологии, ее цели и задачи. Антропогенная деятельность человека. Роль биотехнологии в защите и оздоровлении биосферы. Биотехнологические методы и средства защиты окружающей среды. Биологические агенты и процессы экологической биотехнологии. Применение ферментных технологийв экобиотехнологии. Биотехнологическая переработка отходов, применение биотехнологии в борьбе против распространения ксенобиотиков и нефтяных загрязнений. Биотехнология, применяемая в целях очистки всех компонентов биосферы (воды, почвы, воздуха и др.) от загрязняющих веществ. Использование выделенных отходов в качестве вторичного сырья.

Тема 1. Получение экологически чистой энергии

Современные источники энергии (ГЭС, ТЭС, АЭС) как источники серьезных нарушений во внешней среде. Получение ценных видов органического топлива. Альтернативные источники получения экологически чистой энергии. Экологические характеристики биотоплива. Топливный этанол, водород, биогаз, ацетон, бутанол, изопропанол. Образование водорода микроорганизмами. Биофотолиз воды. Промышленные сельскохозяйственные и бытовые отходы – сырье для производства биогаза. Биогаз. Биометаногенез. Экологически чистые источники энергии.

Тема 2. Метантенки и аэротенки

Биокомпостирование твёрдых отходов. Аэробная очистка стоков. Аэробное биокомпостирование твёрдых отходов. Характеристика и структура аэротенков и метатенков. Типы и устройство метантенков.

Микробиологическая характеристика анаэробного ила. Метанобразующие бактерии. Биодеградация органических веществ в процессе метанового брожения. Фазы метанового брожения. Метановое сбраживание твёрдых отходов. Адаптация к токсинам.

Тема 3. Биологические методы очистки сточных вод и утилизация твердых отходов

Методы очистки сточных вод: биологическая, биохимическая, биофизическая. Биологические методы очистки стоков. Аэробные процессы очистки сточных вод. Качество воды и методы очистки. Особенности биологических методов по сравнению с физико-химическими методами очистки. Критерии проектирования биотехнологических процессов очистки. Активный ил – составляющие и химизм действия. Типы аппаратов для аэробной очистки стоков. Гомогенные реакторы и гетерогенные аэробные реакторы, принцип действия. Окситенки. Реакторы с неподвижной биоплёнкой. Особенности эксплуатации и производительность. Характеристика биоплёнки.

Анаэробные процессы очистки сточных вод. Теоретические основы процесса. Кинетика, биохимия, микробиология. Промышленные аппараты для сбраживания стоков. Септитенки. Характеристики биоплёнки и активного ила. Требования к параметрам процессов водоочистки. Эффективность работы анаэробных очистных сооружений. Утилизация активного ила.

Количество и качество отходов. Утилизация и конверсия. Сырой активный ил. Переработка ила. Переработка растительных отходов. Метантенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей.

Применение микроорганизмов в качестве флокулянтов. Иммобилизованные микроорганизмы в процессах очистки воды. Физиология иммобилизованных микроорганизмов. Типы реакторов с иммобилизованными микроорганизмами. Полимерные насадки. Загрузки волокнистой структуры в качестве носителей специализированной микрофлоры в системах очистки воды.

Тема 4. Биотехнология переработки отходов.

Биологическая переработка отходов, ее основные цели. Аэробная переработка отходов в сельском хозяйстве. Переработка отходов сельского хозяйства в анаэробных условиях. Аэробное и анаэробное компостирование. Параметры и выход продуктов компостирования. Компостирование органических отходов. Основные принципы процесса компостирования. Микробиологические аспекты компостирования. Микрофлора. Микрофауна. Биохимические аспекты компостирования: содержание сухих веществ; изменение температуры во времени при компостировании. Три стадии компостирования. Параметры процесса компостирования (разделение, д и сперсность частиц, питательные вещества, добавки, влажность, свободный объем, аэрация, перемешивание, тепловыделение). Процессы компостирования, используемые на практике. Оптимальные значения параметров. Преимущества компостирования.

Тема 5. Биотехнология защиты атмосферного воздуха

Биологические источники загрязнения атмосферы. Составы газовых смесей, подверженных биологической очистке. Биологическая очистка газовых выбросов.

Выбросы в атмосферу, содержащие вредные или дурно пахнущие примеси. Создание биологически активного сорбирующего материала для очистки загрязненного воздуха. Биотехнологические методы защиты воздуха от дурно пахнущего загрязнения. Применение биореакторов и биофильтрационных установок для очистки и дезодорации газовоздушных выбросов, а также применение биоиндикаторов чистоты воздуха.

Тема 6. Биологическая рекультивация

Биологическая рекультивация заключается в искусственном создании растительных покровов различного вида и включает механическую подготовку поверхностного слоя почвы, внесение в нее удобрений, посев многолетних трав. Механическая обработка нарушенных земель. Использование при биорекультивации микроорганизмов, разрушающих нефть и нефтепродукты, а также биокомпосты и нефтесорбенты. Детоксикация почвы от пестицидов и других химических загрязнителей.

Тема 7. Биоремедиация. Биотехнологическая очистка вод и почв от нефти и нефтепродуктов

Общие концепции биоремедиации. Понятия фиторемедиация, микроборемедиация зооремедиация. Преимущества и недостатки фитобиоремедиации. Технологии фитобиоремедиации: ризофильтрация, фитоэкстракция, фитостимуляция, фитоиспарение. Микроборемедиация. Агенты микроборемедиации. Преимущества микроборемедиации. Методы и технологии биоремедиации. Микробная биотехнология. Микробно-ферментативная биотехнология. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов. Биоремедиация in situ, биоремедиация ex situ. Биоремедиация окружающей среды.

Переработка нефтешламов резервуарного типа. Биотехнологическая очистка углеводородов нефти. Интенсивная биотермическая обработка шламовых отходов нефтяного комплекса. Эффективность биодеструкции нефтяного загрязнения. Методы, с помощью которых снижают и ликвидируют загрязнения нефтью и нефтепродуктами.

Тема 8. Биодеградация ксенобиотиков. Биологические методы контроля

Ксенобиотики, их классификация. Метаболический цикл ксенобиотиков. Биодеградация ксенобиотиков.

Биотестирование и биоиндикация. Определение биоиндикации. Классификация тест-объектов. Требования, предъявляемые к биоиндикаторам. Живые организмы, выбираемые для определения уровня загрязнения окружающей среды, клеточные культуры для оценки токсичности и мутагенного потенциала сточных вод. Развитие селективных, чувствительных и воспроизводимых методов анализа токсикантов в природных средах на основе биосенсоров, биотестов и биоиндикаторных систем. Иммуноферментный анализ.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

4.1 основная литература

1. Барабаш, Н. В. Биохимические методы очистки сточных вод : учебное пособие / Н. В. Барабаш. — Ставрополь : СКФУ, 2015. — 98 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/155516
2. Келль, Л. С. Экологическая биотехнология / Л. С. Келль. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 232 с. — ISBN 978-5-507-46630-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/314663

4.2 Дополнительная литература

1. Музафаров, Е. Н. Экологическая биотехнология : учебное пособие для вузов / Е. Н. Музафаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 120 с. — ISBN 978-5-8114-9290-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/233231

4.3 Электронные образовательные ресурсы

ЭОР не разработан

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Программное обеспечение не предусмотрено.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Программное обеспечение не предусмотрено.

5. Материально-техническое обеспечение

Для реализации рабочей программы используются:

Лекционная аудитория кафедры «ХимБиотех» Ав5504. (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 5)), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Аудитория для семинарских и практических занятий кафедры «ХимБиотех» Ав5404а (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Лаборатория кафедры «ХимБиотех» Ав5405б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (корпус 5)), оборудованная: Лабораторные столы, вытяжной шкаф, весы прецизионные KERN, весы аналитические Vibra, магнитные мешалки, спектрофотометр ПВЭ-5300, pH-метр Эконикс, химическая мойка, химические реактивы, химическая посуда.

Лаборатория кафедры «ХимБиотех» Ав5406а (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1 (5 корпус)), оборудованная: лабораторные столы, биореактор, установка баромембранной фильтрации, вакуумный сушильный шкаф, шейкер-инкубатор микробиологический, фотобиореактор, установка для культивирования фототрофов.

Реализация учебной программы должна обеспечиваться доступом каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду и сетевым ресурсам Интернет.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Методика преподавания дисциплины «Экобиотехнология» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме контрольной работы;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Экобиотехнология» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6.2 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

• контрольная работа;

• подготовка и выступление на семинарском занятии с презентацией и обсуждением на тему «Методы биодеградации ксенобиотиков» (индивидуально для каждого обучающегося);

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме контрольной работы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 2.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
ПК-8 - способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности				

знать: биотехнологи ческие способы ограничения антропогенног о воздействия на окружающую среду и способы ее оздоровления биотехнологи ческими методами.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: биотехнологическ ки е способы ограничения антропогенного воздействия на окружающую среду и способы ее оздоровления биотехнологическ ки ми методами.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: биотехнологические способы ограничения антропогенного воздействия на окружающую среду и способы ее оздоровления биотехнологическими методами. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийс я демонстрируе т частичное соответствие следующих знаний: биотехнологи че ские способы ограничения антропогенно го воздействия на окружающую среду и способы ее оздоровления биотехнологи че скими методами, но допускаются незначительн ые неточности	Обучающий ся демонстриру ет полное соответстви е следующих знаний: биотехнологическ ки е способы ограничения антропогенного воздействия на окружающую среду и способы ее оздоровления биотехнологическ ки ми методами, свободно излагает материал
уметь: работать с научно-технической информацией использовать российский и	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать методы математическо го	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: работать с научно-технической информацией использовать российский и	Обучающий ся демонстриру ет частичное соответстви е следующих умений: работать с	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: работать с научно-

международ дн ый опыт в профессион ал ьной деятельност и	анализа и моделирован ия	международный опыт в профессиональной деятельности. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	научно-технической информацией использовать российский и международн ый опыт в профессионал ьн ой деятельности. Умения освоены, но допускаются незначительн ые ошибки, неточности, затруднения при аналитическ их операциях, переносе умений на новые, нестандартн ые ситуации	технической информацией использовать российский и международный опыт в профессиональн ой деятельности. Свободно излагает материал, применяет полученные знания в ситуациях повышенной сложности.
владеть: основным и методами и приемами проведени я эксперимент альных исследова ни й	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами экспериментальн ых исследований	Обучающийся владеет основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийс я частично владеет основными методами и приемами проведения эксперимент ал ьных исследовани й, навыки освоены, но допускаются незначительн ые неточности	Обучающийся в полном объеме владеет основными методами и приемами проведения экспериментал ьн ых исследований, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

			переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Экобиотехнология»– выполнили контрольную работу.

7.2. Оценочные средства

Примерные вопросы к зачёту

1. Задачи биоремедиации
2. Понятие биосферы, экосистемы, важнейшие биогеохимические функции
3. живых организмов. Функционирование экосистем, самоочищающая способность.
4. Характеристика химических веществ-загрязнителей. Отходы (целлюлозно- бумажной промышленности, сельского хозяйства, перерабатывающей промышленности, очистных сооружений).
5. Используемые биотехнологические способы переработки или обезвреживания отходов. Характеристика биологического загрязнения.
6. Загрязнение промышленными штаммами микроорганизмов. Генетически
7. модифицированные микроорганизмы.
8. Пути переноса и трансформации загрязняющих веществ.
9. Миграция загрязняющих веществ.
10. Биогенный перенос загрязняющих веществ.
11. Абиотическая трансформация загрязнений в окружающей среде (окислительные процессы, фотохимические и

фотокаталитические процессы трансформации, полимеризация)

12. .Микробиологическая трансформация. Микроорганизмы-деструкторы

13. Факторы окружающей среды и биодоступность ксенобиотиков.

14. Динамика роста микроорганизмов-деструкторов и биологическое разложение ксенобиотиков.

15. Микробиологическая трансформация органических ксенобиотиков (нефти и нефтепродуктов, ПАВ, ПАУ, пестицидов, взрывчатых и отравляющих веществ).

16. Ремедиация: определение, используемые технологии

17. Компостирование органических отходов. Основные принципы процесса компостирования.

18. Микробиологические аспекты компостирования. Микрофлора. Микрофауна.

19. Биохимические аспекты компостирования. Содержание сухих веществ.

20. Изменение температуры во времени при компостировании. Три стадии компостирования.

21. Параметры процесса компостирования.

22. Процессы компостирования, используемые на практике.

23. Оптимальные значения параметров.

24. Предварительная обработка субстрата.

25. Компостные кучи и ряды.

26. Компостные ряды с принудительной аэрацией.

27. Механизированные процессы.

28. Применение компоста.

29. Выход процесса компостирования.

30. Состав компоста.

31. Преимущества компостирования.

32. Компостная масса как источник микробной активности.

33. Факторы, препятствующие выживанию патогенных микроорганизмов в компосте.

34. Компостирование соломы.

35. Компостирование нефтезагрязненных почв