

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В. Красильников /_____ /

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Почвенная биотехнология

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

06.04.02 «Почвоведение»

Направленность (профиль) ОПОП:

Биология почв

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
факультета почвоведения (протокол №_____, дата _____)

Москва 2021

На обратной стороне титула:

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 06.04.02 «Почвоведение» программы магистратуры

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от 28 декабря 2020 года (протокол № 7).

1. Место дисциплины в структуре ОПОП: вариативной части, профильная дисциплина

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: до данной дисциплины студентами должны быть освоены Общая химия, Физическая химия, Коллоидная химия, Органическая химия, Почвоведение, а также спецкурсы «Строение, развитие и систематика бактерий», «Строение, развитие и систематика грибов», «Строение, развитие и систематика актиномицетов», «Биологический контроль окружающей среды», «Биохимия почвенных микроорганизмов», «Физиология микроорганизмов», «Молекулярные методы в почвоведении», «Микробная трансформация азота».

3. Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями Знать ... Уметь ... Владеть ... Иметь опыт деятельности ... Автор программы дисциплины формулирует сам
М-СПК-4. Способен использовать в профессиональной деятельности знания о роли микроорганизмов в глобальных биогеохимических циклах элементов в биосфере, а также значения почвенных организмов в почвообразовании и формировании плодородия почв	СПК-4.1. Использует в профессиональной деятельности знания о роли микроорганизмов в глобальных биогеохимических циклах элементов в биосфере	Знает о роли микроорганизмов в биологических круговоротах веществ и химических элементов
	СПК-4.2. Имеет четкое представление о значении почвенных организмов в почвообразовании и формировании плодородия почв, использует эти знания при решении практических задач	Знает основные реализованные на практике достижения почвенной биотехнологии, направления актуальных исследований, о значении биотехнологии не только в растениеводстве и ее роли в решении природоохранных проблем в аграрном и промышленном производстве, ремедиации загрязненных почв, грунтов и водных объектов; имеет

		<p>представление об основных группах биопрепаратов и способах их получения, биологических методах очистки стоков и переработки отходов, обезвреживания загрязнений в воде, воздухе и почве, методах биоремедиации природных сред, использовании биопрепаратов в сельском хозяйстве, позволяющих заменить химические пестициды и удобрения, путях разработки и модернизации технологических схем производств, методиках технико-экономической и экологической оценки реализуемых биотехнологий.</p> <p><u>Умеет</u> с использованием биотехнологических подходов решать задачи по поддержанию и повышению плодородия и качества почвы; находить оптимальные варианты замены химических пестицидов на безопасные биологические препараты в растениеводстве; решать задачи по поиску и характеристике микробных штаммов для создания биопрепаратов; выбирать оптимальные биотехнологии для ремедиации загрязненных почв поллютантами; определять необходимые биотехнологии для очистки стоков и переработки отходов</p>
--	--	--

4. **Объем дисциплины** 2 з.е., в том числе 24 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 48 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** очный

6. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)				Самостоятельная работа обучающегося			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	Всего	Анализ научной литературы	Подготовка презентаций, докладов, рефератов	Всего
Раздел 1. Предмет и место почвенной биотехнологии в системе научных и технологических дисциплин	4		2			2	2		2
Раздел 2. Роль микроорганизмов в сельском и лесном хозяйствах	28		10			10	10	8	18
Тема 1. Микроорганизмы почв и продуктивность агроэкосистем	4		2			2	2		2
Тема 2. Микробные препараты, фиторегуляторы и микоризные грибы в растениеводстве и лесном	6		2			2	2	2	4

хозяйстве									
Тема 3 . Биопрепараты для защиты растений от микробных патогенов	6		2			2	2	2	4
Тема 4 . Микробные инсектициды, нематоциды и гербициды	6		2			2	2	2	4
Тема 5. Генно-инженерные мутанты эпифитных бактерий для предохранения растений от заморозков	6		2			2	2	2	4
Форма текущей аттестации по разделам –	<i>Доклады с презентациями, дискуссия</i>								
Раздел 3. Роль микроорганизмов в переработке отходов, биоремедиации и охране почв от загрязнения	30		10			10	10	10	20
Тема 1. Переработка отходов и растительного сырья для получения пищевых и кормовых продуктов, биотоплива	6		2			2	2	2	4
Тема 2. Биоиндикация загрязнения почв и мониторинг их восстановления	6		2			2	2	2	4
Тема 3. Биоремедиация загрязненных почв	6		2			2	2	2	4
Тема 4. Загрязнение тяжелыми металлами и биота почв	6		2			2	2	2	4

Тема 5. Биоповреждения и деградация материалов	6		2			2	2	2	4
Форма текущей аттестации по разделу –	<i>Доклады с презентациями, дискуссия</i>								
Раздел 4. Почва и сопряженные с ней компоненты наземных экосистем как источники скрининга микроорганизмов для биоиндустрии	6		2			2	2	2	4
Форма текущей аттестации по разделу –	<i>Доклады с презентациями, дискуссия</i>								
Промежуточная аттестация	<i>Зачёт</i>						4		
Итого:	72								

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Предмет и место почвенной биотехнологии в системе научных и технологических дисциплин. Основные задачи почвенной биотехнологии и ее связь с микробиологией, почвоведением, растениеводством, агрохимией, фитопатологией, биохимией, генетикой. Сложности в реализации биотехнологий в природных условиях. Экологические и энергетические проблемы современного сельского хозяйства и необходимость новых биотехнологических подходов для повышения плодородия почв, защиты растений и охраны окружающей среды

Раздел 2. Роль микроорганизмов в сельском и лесном хозяйствах.

Тема 1. Микроорганизмы почв и продуктивность агроэкосистем. Структура, воздушный режим и участие биоты в модификации этих почвенных свойств. Физико-химические факторы структурообразования. Роль растений, микоризных и сапротрофных грибов, внеклеточных микробных полимерных соединений, водорослей, беспозвоночных в формировании водопрочных агрегатов и порозности почв.

Роль микроорганизмов и беспозвоночных в превращениях макро- и микроэлементов в почве. Особенности микробной трансформации различных элементов минерального питания растений в почвах. Высвобождение минеральных элементов при воздействии микроорганизмов и их метаболитов на почвенные минералы. Участие микроорганизмов в накоплении и разрушения гумуса. Органическое вещество почвы как источник питательных элементов. Скорость разложения и доступность различных органических соединений для почвенных микроорганизмов. Минерализация и иммобилизация соединений азота и фосфора в почвах. Соотношение C/N в биомассе разных групп почвенных микроорганизмов и животных, растительных остатках и гумусе. Ферментативная активность почв. Факторы, влияющие на интенсивность мобилизации питательных элементов в почвах.

Микроорганизмы и их активность в корневой зоне растений. Влияние сапротрофной микробиоты ризосферы и ризопланы на растения. Микроорганизмы - симбионты и патогены растений.

Функционирование биоты почвы при различных системах земледелия и пути регулирования ее активности. Особенности биоты почв разных систем земледелия. Интенсивность микробиологических процессов при вовлечении почвы в сельскохозяйственное производство. Влияние способов обработки почвы (отвальной, безотвальной, минимальной) на минерализацию и накопление органических веществ. Роль севооборота и монокультуры в формировании комплекса почвенных

микроорганизмов. Агрехимикаты как фактор воздействия на микробную систему почв. Устойчивость микробиоты почв разных типов к азотным, калийным и фосфорным удобрениям. Микробиологические процессы в почвах при внесении минеральных и органических удобрений (навоза, компоста, сидератов, соломы). Мульчирование, сжигание растительных остатков и биота почвы. Воздействие пестицидов на почвенные микроорганизмы и судьба пестицидов в почвах. Влияние мелиорации почв (известкование, орошение, осушение) на почвенную микробиоту. Трофические взаимодействия между микроорганизмами и почвенными беспозвоночными при различных системах земледелия.

Микробиологическое обоснование подходов повышения эффективности различных систем земледелия. Микробиологическая активность почв, как фактор, обуславливающий необходимость регулирования мелиорации, ирригации, модификации севооборота, изменение системы удобрений. Отношение C/N в органических удобрениях, влияние его на процессы иммобилизации и минерализации азота и эффективность внесенного удобрения. Обогащение почвы углеродсодержащими субстратами для иммобилизации неорганических форм азота в микробной биомассе. Применение ингибиторов нитрификации, агротехнические способы снижения активности денитрификации. Смешанные посевы бобовых и небобовых культур. Способы повышения стабильности почвенных агрегатов. Супрессивные почвы и их использование для предотвращения корневых инфекций растений. Прогревание почв под пленкой для снижения популяции патогенов.

Токсичность почв в агроэкосистемах. Химические факторы: недостаток элементов минерального питания, повышенное содержание алюминия, железа, марганца, микроэлементов. Аллелохимическая природа взаимодействий растений. Накопление токсичных соединений фенольной природы при разложении растительных остатков в почвах. Хозяин-специфические и неспецифические фитотоксины микроорганизмов. Токсины-антибиотики. Химическая природа микробных фитотоксинов. Систематическая принадлежность и распространение фитотоксичных микроорганизмов в почвах различных типов. Образование и длительность сохранения микробных токсинов в почвах. Взаимосвязь проявлений токсикоза почв с доминированием в комплексе микроорганизмов токсинообразователей и синтезом ими токсичных метаболитов. Условия проявления микробного токсикоза почв: длительное применение азотных и калийных удобрений, пестицидов, монокультура, накопление нитритов в щелочных почвах, активное развитие грибов-токсинообразователей на пожнивных остатках, образование органических кислот при заашке сидератов, соломы, продукция микроорганизмами сероводорода, этилена,

закисной формы железа при анаэробнозе. Мероприятия по предотвращению и устранению токсикоза почв: известкование, введение или изменение севооборота, системы обработки почвы и удобрения, регулирование водно-воздушного режима.

Микотоксины и их продуценты. Заражение и условия накопления микотоксинов в растениеводческой продукции, обнаружение и контроль за уровнем микотоксинов.

Тема 2. Микробные препараты, фиторегуляторы и микоризные грибы в растениеводстве и лесном хозяйстве. Микробные препараты для повышения плодородия почв и защиты растений, масштабы их использования. Микробные препараты и трансгенные растения. Преимущества и недостатки микробиологических препаратов в сравнении с агрохимикатами.

Микробные метаболиты в растениеводстве. Микробные регуляторы роста растений. Применение антибиотиков для защиты растений. Вакцинация растений. Использование микробных фитотоксинов как моделей для создания гербицидов.

Судьба внесенных микробных популяций и метаболитов в почве. Анализ рисков, связанных с использованием генно-инженерных штаммов микроорганизмов и антибиотиков в сельском хозяйстве. Генетический обмен в почвенных экосистемах.

Симбиотические взаимоотношения микроорганизмов и растений и их использование в сельском и лесном хозяйстве. Симбиоз клубеньковых бактерий и бобовых. Значение биологического азота в питании бобовых и роль бобово-ризобияльного симбиоза в поступлении азота в почвы. Клубеньковые бактерии и их свойства (специфичность, активность, вирулентность, конкурентноспособность). Ризобии, образующие клубеньки на надземных частях растений (*Photorhizobium*, *Azorhizobium*, *Sinorhizobium*). Доза инфицирования, стадии формирования клубенька и биохимия симбиотической фиксации азота. Распространение ризобий в почвах. Почвенные условия (кислотность, обеспеченность фосфором, молибденом), влияющие на эффективность бобово-ризобияльного симбиоза. Принципы отбора штаммов ризобий для применения в сельском хозяйстве. Технологии производства нитрагина (ризоторфина): выращивание и хранение штаммов ризобий, получение жидкой культуры, подготовка носителя (торфа), стерилизация и инокуляция торфа, микробиологический контроль производства, хранение препаратов. Применение препаратов клубеньковых бактерий (доза, способ внесения, носители и форма препарата, совместимость с различными агрохимикатами) и их эффективность.

Симбиотическая и тесная ассоциативная фиксация азота микроорганизмами с небобовыми растениями. Симбиотическая ассоциация цианобактерий *Anabaena* (сине-зеленых водорослей) с водным папоротником (*Azolla*). Производство биомассы

симбиотической ассоциации *Anabaena-Azolla* в тропических странах в открытых водоемах. Использование цианобактерий как источника азота при возделывании риса.

Симбиоз азотфиксирующих актиномицетов рода *Frankia* с древесными растениями (ольха, мирт, облепиха, вереск, малина, тополь) и его роль в обеспечении азотом почв лесных экосистем. Использование таких видов деревьев в смешанных посадках при освоении бедных почв.

Препараты для повышения продуктивности растений и качества почвы на основе свободноживущих и ассоциативных микроорганизмов. Стимулирующие рост растений ризосферные бактерии (псевдомонады, бациллы, азоспириллы, азотобактер). Механизмы их действия - колонизация корней, синтез фитостимуляторов (индолилуксусной кислоты, гибберелинов, цитокининов), изменения корневой системы, повышение доступности питательных элементов и снижение заболеваемости растений, фиксация молекулярного азота. Перспективы использования свободноживущих цианобактерий и зеленых водорослей для обогащения почвы азотом и улучшения ее структуры.

Микоризация растений. Классификация и строение микоризы у древесных и травянистых растений. Роль эктомикоризы для древесных растений. Технологии получения препаратов эктомикоризных грибов и приемы микоризации в лесоразведении.

Эндомикоризные грибы (везикулярно-арбускулярные микоризы): систематика, экология и механизмы влияния на сельскохозяйственные культуры: улучшение минерального питания (снабжения фосфором и другими элементами), повышение устойчивости к патогенам, засухе, продукция фитогормонов. Отбор эндомикоризных грибов, производство инокулята (выделение спор, горшечные культуры, получение чистых инфицированных корней, масштабирование инокулята в полевых условиях) и методы инокуляции. Эффективность микоризации растений. Использование микоризных грибов совместно с клубеньковыми бактериями при выращивании бобовых. Микоризация для повышения приживаемости растений при рекультивации отвалов.

Тема 3. Биопрепараты для защиты растений от микробных патогенов. Биоагенты для борьбы с микробными патогенами растений. Механизмы действия: захват экониши и питательных веществ, микопаразитизм, продукция антибиотиков, хитиназ, сидерофоров, токсичных веществ. Использование гиповирулентных штаммов грибных и бактериальных патогенов и селекция беномил устойчивых культур триходермы. Разработка препаратов для защиты растений: поиск источников для выделения, изоляция и первичный скрининг, подтверждение эффективности штаммов в вегетационных опытах, исследование механизмов действия, приживаемости и взаимодействий штамма с аборигенной биотой, микрополевые, полевые и санитарно-гигиенические испытания, оценка

патентоспособности, себестоимости препаратов. Примеры коммерческих микробных инокулятов для растениеводства и грибоводства. Производство и применение препаратов на основе триходермы, гиповирулентных штаммов фузариев, псевдомонад. Корончатые галлы. Механизм действия на растения *Agrobacterium tumefaciens* и контроль заболевания непатогенным штаммом 84. *Phlebia gigantea* в борьбе с возбудителем сердцевинной гнили хвойных деревьев.

Тема 4. Микробные инсектициды, нематоциды и гербициды. Механизм, спектр инсектицидного действия бактерий *Bacillus thuringiensis*, *B. sphaericus*. Преимущества бакпрепаратов в сравнении с химическими инсектицидами. Свойства *B. thuringiensis*, делающие их удобной для массового микробиологического производства. Композиционный состав препаратов (споры с белковым эндотоксином, экзотоксин, наполнитель, консерватор, стабилизатор суспензий, прилипатель). Инсектицидные бакпрепараты (дендробацилин, битоксибацилин, бактоспеин, бактокулицид и др.), рекомендации по применению. Грибы (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Entomophthora thaxterina*, *Verticillium lecanii*, *Aschersonia aleyroides*) в борьбе с насекомыми-вредителями. Характер поражающего действия насекомых грибами. Проблемы массового производства грибных препаратов. Применение грибных препаратов в сочетании с химическими инсектицидами. Разработка препаратов на основе хищных грибов (*Arthrobotrys oligospora*) для контроля галловой нематоды. Грибы в борьбе с сорняками. Препараты вирусов.

Тема 5. Генно-инженерные мутанты эпифитных бактерий для предохранения растений от заморозков. Эпифитные бактерии родов *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Xanthomonas* как ядра кристаллизации льда. Создание лед-минус генно-инженерных бактерий.

Раздел 3. Роль микроорганизмов в переработке отходов, биоремедиации и охране почв от загрязнения.

Тема 1. Переработка отходов и растительного сырья для получения пищевых и кормовых продуктов, биотоплива. Биоконверсия сельскохозяйственных и промышленных отходов и получение ценной продукции. Аэробная переработка отходов животноводческих ферм, бытовых и других отходов. Микроорганизмы и микробиологические процессы при разных способах подготовки (хранения) органических удобрений (навоза, навозной жижи). Компосты. Технология приготовления компостов: отходы, используемые для компостирования, создание оптимальных соотношений азот и углеродсодержащих субстратов, стадии компостирования, поддержание необходимого уровня аэрации и температуры, микробные агенты и процессы. Химический состав компостов. Вермикомпостирование. Преимущества компостов перед другими

органическими удобрениями.

Анаэробная переработка бытовых отходов и отходов животноводческих ферм с целью получения биогаза. Микробиология и биотехнология метаногенеза.

Использование микроорганизмов для детоксикации и получения биомассы на отходах и стоках различных отраслей промышленности (целлюлозно-бумажной, пищевой, химической).

Получение препаратов (Biosol) для улучшения структуры и плодородия почв на основе отходов по производству пенициллина (мицелия *P. chrysogenum*).

Тема 2. Биоиндикация загрязнения почв и мониторинг их восстановления.

Комплексность подхода, включающего физико-химические анализы и биологические методы, для оценки степени деградации почв. Общие закономерности и специфика реакции микробного комплекса почв на воздействие различных поллютантов. Критерии отбора биологических и биохимических методов для индикации нарушенности функций почв. Сравнительный анализ микробиологических подходов для индикация загрязненных свинцом дерново-подзолистых почв.

Тема 3. Биоремедиация загрязненных почв. Стратегии по очистке загрязненных почв: интенсификация процессов деградации и удаления поллютантов *in situ*, перенос почвы на специальные площадки для деконтаминации почв, биореакторный способ, химическая и термическая обработка. Экологические ограничения: отсутствие или низкая плотность популяции микроорганизмов, способных к разложению загрязняющих веществ, неблагоприятные условия pH, влажности, аэрации, отсутствие восстанавливающихся веществ (при анаэробнозе), питательных веществ, недоступность поллютанта для микроорганизмов, необходимость косубстрата для процесса деградации. Интенсификация биоремедиации почв и водоемов: инокуляция микроорганизмами, повышение поверхности контакта загрязнителя введением липофильных веществ, эмульгаторов, аэрация или введение оксигенных веществ, обеспечение легкодоступными веществами для осуществления деградации поллютанта при кометаболизме, индукция синтеза ферментов добавкой их аналогов, создание оптимальных условий для роста и проявления метаболической активности микроорганизмами, обеспечение эффективными восстанавливающимися соединения (анаэробные условия), иммобилизация микроорганизмов на носителях.

Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами и приемы интенсификации биологического разрушения углеводов. Состав нефти. Влияние нефти на свойства почвы. Угледородокисляющие микроорганизмы. Стимуляция аборигенной нефтеокисляющей микробиоты: внесение азотно-фосфорно-калийных удобрений,

поверхностно-активных веществ, эмульгаторов, повышение порозности и температуры почвы (покрытие участка темной полиэтиленовой пленкой), известкование, вспашка, рыхление, Условия для интродукции углеводородокисляющих микроорганизмов: малая продолжительность теплого периода, низкая плотность их природных популяций. Отбор штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов для восстановления нефтезагрязненных почв и водоемов. Микробные препараты для рекультивации нефтезагрязненных почв. Фитореккультивация. Механизмы положительного влияния растений и корневой микробиоты на процесс деградации нефти.

Синтетические органические соединения (ксенобиотики) и их деградация почвенными микроорганизмами. Устойчивость ксенобиотиков в окружающей среде и механизмы их микробной деградации. Участие отдельных микробных популяций и микробных сообществ в разложении ксенобиотиков и агротехнические приемы стимуляции этого процесса. Экотоксикологическая оценка пестицидов. Скрининг и создание генно-инженерных штаммов - деструкторов ксенобиотиков. Создание биodeградебельных пестицидов и полимерных материалов.

Тема 4. Загрязнение тяжелыми металлами и биота почв. Масштабы и источники загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. Почва как геохимический барьер для миграции тяжелых металлов в биосфере. Механизмы действия тяжелых металлов на микроорганизмы и их адаптационные возможности. Изменения микробиоты при загрязнении тяжелыми металлами почв. Деятельность микроорганизмов (сорбция, аккумуляция, окислительно-восстановительные процессы, метилирование и разрушение металлорганических соединений) по модификации металлотоксикоза почв. Принципы микробных технологий очистки сточных вод от тяжелых металлов. Растения - аккумуляторы тяжелых металлов. Фиторемедиация водоемов, отвалов и загрязненных тяжелыми металлами почв. Радиоактивные элементы и биота почв.

Тема 5. Биоповреждения и деградация материалов. Микробные агенты и процессы подземной коррозии металлов. Биоповреждения строительных материалов и способы их защиты. Грибы, повреждающие древесные материалы. Микроорганизмы и разрушение каменных строений.

Раздел 4. Почва и сопряженные с ней компоненты наземных экосистем как источники скрининга микроорганизмов для биоиндустрии. Стратегии поиска микроорганизмов, продуцентов ферментов, антибиотиков и токсинов. Защита авторских прав, патентование штаммов микроорганизмов и биотехнологических способов в области растениеводства и защиты окружающей среды.

7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине:

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля:

Рекомендуемые темы докладов:

1. Классификации биотехнологий.
2. Процессы и аппараты биотехнологических производств.
3. Биопрепараты для повышения плодородия почв и продуктивности растений на основе клубеньковых, ассоциативных (PGPB) и свободноживущих бактерий.
4. Механизмы действия бактериальных препаратов, принципы отбора штаммов, производство, условия применения и эффективность.
5. Микоризация растений.
6. Внутриклеточные бактерии эндомикоризных грибов.
7. Фитогормоны, синтетические и микробные регуляторы роста растений.
8. Молекулярный механизм действия фитогормонов. Классификация, функции и применение фитогормонов.
9. Риски, связанные с использованием генно-инженерных организмов в сельском хозяйстве.
10. Бактериальные и грибные инсектициды.
11. Отношение C/N в органических удобрениях, влияние на иммобилизацию и минерализацию азота, обогащение почвы органическим веществом.
12. Применение ингибиторов нитрификации, способы снижения денитрификации и активизации азотфиксации.
13. Гуматы.
14. Биodeградация ксенобиотиков лигнолитическими микроорганизмами.
15. Биodeградация синтетических полимерных материалов.
16. Проблема создания биodeградируемых пластиков.
17. Биологическое удаление тяжелых металлов и радионуклидов из стоков.
18. Фиторемедиация.
19. Очистка почв от нефти и нефтепродуктов. Коммерческие биопрепараты.
20. Технология активированного ила.
21. Разработки биоэлектрохимических устройств и водородных фотореакторов.
22. Биотопливо.
23. Биосорбция металлов из растворов.
24. Защита авторских прав и интеллектуальной собственности в биотехнологии.

25. Объекты патентования.
26. Действия и этапы коммерциализации научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.

7.2. Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:

1. История развития экологической и сельскохозяйственной биотехнологии.
2. Классификации биотехнологий.
3. Процессы и аппараты биотехнологических производств.
4. Почвенные биотехнологии в земледелии.
5. Бактериальные препараты в растениеводстве.
6. Фиторегуляторы в растениеводстве.
7. Микоризные грибы в растениеводстве и лесном хозяйстве.
8. Технологии получения препаратов эктомикоризных грибов и приемы микоризации при лесоразведении.
9. Биотехнологии защиты растений от вредителей.
10. Микроорганизмы, используемые для защиты растений от грибных и бактериальных болезней. Механизмы их действия.
11. Механизмы и спектр действия энтомопатогенов (бактерий, грибов), используемых для создания биопрепаратов бакуловирусов, микроспоридий, энтомопатогенных нематод.
12. Бактериальные инсектициды на основе *Bacillus thuringiensis*. Композиционный состав биопрепаратов.
13. Микогербициды.
14. Технологии получения препаратов эктомикоризных грибов и приемы микоризации при лесоразведении.
15. Этапы разработка препаратов для защиты растений от болезней.
16. Биопрепараты для повышения плодородия почв и продуктивности растений на основе клубеньковых, ассоциативных (PGPB) и свободноживущих бактерий.
17. Механизмы действия бактериальных препаратов, принципы отбора штаммов, производство, условия применения и эффективность.
18. Микоризация растений.
19. Фитогормоны, синтетические и микробные регуляторы роста растений.
20. Молекулярный механизм действия фитогормонов. Классификация, функции и применение фитогормонов.

21. Риски, связанные с использованием генно-инженерных организмов в сельском хозяйстве.
22. Бактериальные и грибные инсектициды.
23. Биодegradация ксенобиотиков лигнолитическими микроорганизмами.
24. Применение ингибиторов нитрификации, способы снижения денитрификации и активизации азотфиксации в почвах.
25. Токсичность почв в агроэкосистемах и мероприятия по ее предотвращению и устранению.
26. Роль биоты в формировании почвенных агрегатов и способы повышения их водопрочности.
27. Деятельность микроорганизмов, меняющая подвижность и содержание тяжелых металлов в природных средах.
28. Биотехнологии выращивания спирулины и применение препаратов на ее основе.
29. Компостирование. Используемые субстраты и отходы, условия и организмы, участвующие в компостировании, стадии, физико-химические и микробиологические процессы.
30. Вермикомпостирование.
31. Промышленные технологии компостирования.
32. Принципы и конкретные микробные технологии очистки жидких отходов от тяжелых металлов.
33. Производства биогаза, биоэтанола и биодизеля.
34. Механизмы и скорость самоочистения почв и водоемов от нефти.
35. Углекислородокисляющие микроорганизмы.
36. Требования к биотехнологическим производствам и биопрепаратам для природоохранных работ.
37. Биологическая переработка твердых отходов.
38. Биотехнологии добычи металлов.
39. Биологическая переработка жидких отходов и сточных вод.
40. Биотехнологии очистки газовоздушных выбросов.
41. Биологическая переработка твердых отходов
42. Технология активированного ила.
43. Биотрансформация, биодеструкция и биодоступность органических ксенобиотиков.
44. Биодеструкция природных и синтетических полимерных материалов.
Биотестирование и биоиндикация токсикантов.

45. Требования, предъявляемые к биомаркерами/биоиндикаторам/биологическим тест-системам.
46. Критерии отнесения пластиков к биоразлагаемым и методы определения этого показателя.
47. Сорбция и осаждение металлов микроорганизмами из растворов.
48. Очистка сточных вод от металлов и мышьяка.
49. Этапы разработки биоремедиционного проекта.
50. Микробные технологии, используемые для добычи металлов и предотвращении загрязнения окружающей среды при этих производствах.
51. Фиторемедиация водоемов, отвалов и загрязненных тяжелыми металлами почв.
52. Определение и принципы биоремедиации. Стратегии по очистке загрязненных объектов окружающей среды.
53. Биоремедиация почв.
54. Биотехнологии очистки нефтезагрязненных почв и водоемов.
55. Микробные нефтеразрушающие препараты. Сорбенты.
56. Этапы рекультивации нефтезагрязненных почв.
57. Биоутилизация двуокиси углерода с использованием фототрофных микроорганизмов.
58. Принцип, методы скрининга и создание генно-инженерных штаммов-деструкторов ксенобиотиков.
59. Создание биodeградебельных пестицидов и полимерных материалов.
60. Микотоксины и их продуценты. Условия накопления микотоксинов в сельскохозяйственной продукции и методы их обнаружения.
61. Биоповреждения материалов, сооружений и подземных коммуникаций и способы их защиты.
62. Коммерциализация инновационных биотехнологий.

8. Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) не принципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых

навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
	<i>Незачёт</i>		<i>Зачёт</i>	
Знания (виды оценочных средств: устные и письменные опросы, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: подбор литературы, подготовка и представление презентации и доклада, участие в дискуссии)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

9. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б., Лушников С.В., Энгельгарт М., Вайссер Т., Чеботаева М.В. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие в 2-х томах. М.: «БИНОМ. Лаборатория знаний». 2019.
2. Экологическая биотехнология (под ред. К.Ф. Фостер, Д.А.Дж. Вейз). Л.: «Химия». 1990.
3. Промышленная микробиология (под ред. Н.С. Егорова). М.: «Высшая школа». 1989.

4. Биотехнология. Принципы и применение (пер. с англ.) (под ред. И. Хиггинса, Д. Беста, Дж. Джонса). М.: «Мир». 1988.
5. *Шевелуха В.С., Калашикова Е.А., Воронин Е.С. и др.* Сельскохозяйственная биотехнология: Учебник для вузов (под ред. В.С. Шевелуха). М.: «Высшая школа». 2008
6. Фундаментальная фитопатология (под ред. Ю.Т. Дьякова). М.: «КРАСАНД». 2012
7. *Нетрусов А.И., Бонч-Осмоловская Е.А., Горленко В.М. и др.* Экология микроорганизмов: Учебник для студенческих вузов (под ред. А.И. Нетрусова). М.: «Юрайт». 2013

Дополнительная литература:

1. *Кузнецов А.Е., Градова Н.Б.* Научные основы экобиотехнологии. М.: «Мир». 2006.
2. Биотехнология биологически активных веществ. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений (под ред. И.М. Грачевой, Л.А. Ивановой). М.: «НПО «Элевар». 2006. Ревин В.В., Кадималиев Д.А., Атыкян Н.А. Введение в биотехнологию: от пробирки до биореактора. Саранск: «Изд-во Мордовского ун-та». 2006.
3. *Lynch M.* Soil Biotechnology: microbiological factors in crop productivity. Oxford – London - Edinburgh –Boston – Carton. Blackwell Scientific Publ. LTD. 1983
4. Биотехнология (под ред. Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова) в 8 тт. М.: «Высшая школа». 1987
5. *Бирюков В.В., Кантере В.М.* Оптимизация периодических процессов микробиологического синтеза. М.: «Наука». 1985
6. *Елинов Н.П.* Основы биотехнологии. Для студентов институтов, аспирантов и практических работников. СПб.: «Наука». 1995
7. *Штерншис М.В., Джалилов Ф.С.-У., Андреева И.В., Томилова О.Г.* Биологическая защита растений (под ред. М.В. Штерншис). М.: «Лань». 2018
8. *Емцев В.Т., Мишустин Е.Н.* Микробиология. М.: «Юрайт». 2012
9. *Саловарова В.П., Козлов Ю.П.* Эколого-биотехнологические основы конверсии растительных субстратов: Учебное пособие. М.: «Изд-во РУДН». 2001
10. *Волова Т.Г.* Биотехнология. Новосибирск: «Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук». 1999
11. *Гапонов К.П.* Процессы и аппараты микробиологических производств. М.: «Легкая и пищевая промышленность». 1981

12. *Синицын А.П., Гусаков А.В., Черноглазов В.М.* Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов. М.: «Издательство Московского университета». 1995
13. *Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М.* Биология почв: Учебник. М.: «Издательство МГУ». 2005
14. Микроорганизмы и охрана почв (под ред. Д.Г. Звягинцева). М.: «Издательство МГУ». 1989
15. *Кураков А.В., Ильинский В.В., Котелевцев С.В., Садчиков А.П.* Биоиндикация и реабилитация экосистем при нефтяных загрязнениях. Учебное пособие (под ред. А.П. Садчикова, С.В. Котелевцева). М.: «Издательство "Графикон"». 2006
16. *Андреюк Е.И., Билай В.И., Коваль Э.З., Козлова И.А.* Микробная коррозия и ее возбудители. К.: «Наукова Думка». 1980
17. *Ильичев В.Д., Бочаров Б.В., Анисимов А.А. и др.* Биоповреждения: Учебное пособие для биологических специализированных вузов (под ред. В.Д. Ильичева). М.: «Высшая школа». 1987
18. *Бейли Дж., Оллис Д.* Основы биохимической инженерии (в 2-х частях). М.: «Мир». 1989
19. *Телитченко М.М., Остроумов С.А.* Введение в проблемы биохимической экологии. М.: «Наука». 1990
20. *Каравайко Г.А.* Микробиологические процессы выщелачивания металлов из руд. М.: «Центр междунар. проектов ГКНТ». 1984
21. *Карасевич Ю.Н.* Основы селекции микроорганизмов, утилизирующих синтетические органические соединения. М.: «Наука». 1982
22. *Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н.* Химия воды и микробиология. М.: «Стройиздат». 1983
23. *Яковлев С.В., Скирдов И.В., Швецов В.Н. и др.* Биологическая очистка производственных сточных вод: Процессы, аппараты и сооружения. М.: «Стройиздат». 1985
24. *Яковлев С.В., Карюхина Т.А.* Биохимические процессы в очистке сточных вод активным илом. М.: «Наука». 1979
25. *Винаров А.Ю., Садыров О.А., Лобанов Ф.И.* Очистка и дезодорация промышленных газов с помощью микроорганизмов. Итоги науки и техники. Серия «Биотехнология», т. 27. М.: «Издательство ВИНТИ АН СССР». 1989

- Перечень лицензионного программного обеспечения
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
- Описание материально-технической базы

10. Язык преподавания: *русский*

11. Преподаватель:

Кураков Александр Васильевич

Заведующий кафедрой микологии и альгологии Биологического факультета МГУ

Доктор биологических наук (2003, совет Д 501.001. 57 при МГУ имени М.В. Ломоносова)

Доцент по кафедре (2002)

12. Разработчик программы:

Кураков Александр Васильевич

Заведующий кафедрой микологии и альгологии Биологического факультета МГУ

Доктор биологических наук (2003, совет Д 501.001. 57 при МГУ имени М.В. Ломоносова)

Доцент по кафедре (2002)

13. Краткая аннотация дисциплины:

Курс знакомит студентов с современным состоянием научных исследований и сферами практического применения почвенных биотехнологий. Дает представление о подходах к экспериментальным исследованиям при разработке биотехнологий, управлению деятельности почвенных микроорганизмов и микробиологических процессов в почвах, получению биологических препаратов и их использованию в природных средах, а также методах переработки отходов и решения других задач охраны окружающей среды. Развивает навыки критического анализа и поиска оптимальных почвенных биотехнологий.