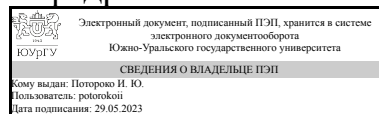


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



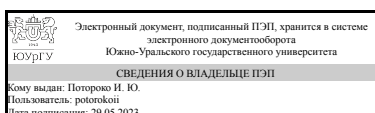
И. Ю. Потороко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.08 Управляемая биоремедиация акваресурсов
для направления 19.04.01 Биотехнология
уровень Магистратура
магистерская программа Искусственный интеллект в промышленных и
экологических биотехнологиях
форма обучения очная
кафедра-разработчик Пищевые и биотехнологии**

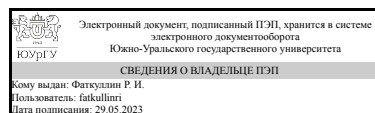
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.08.2021 № 737

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



И. Ю. Потороко

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Р. И. Фаткуллин

1. Цели и задачи дисциплины

Проблема качественного истощения водных ресурсов актуальна для всего мира, в том числе и России. Наиболее приоритетным направлением в области биологической очистки водных экосистем можно выделить биоремедиацию, которая включает в себя комплекс методов очистки вод и грунтов с использованием метаболического потенциала биологических объектов, таких как микроорганизмы, растения, грибы, насекомые, черви и другие виды организмов. Целью данного курса является формирование у студентов основных представлений о процессах биоремедиации, классификации загрязняющих веществ и способов управления процессами биоремедиации акваресурсов. Задачи курса заключаются: – в изучении основных законов управления процессами биоремедиации акваресурсов в природе и промышленности; – освоение и овладение научным теоретическим знаниями в области биоремедиации акваресурсов; – овладение практическими навыками моделирования и применения методов искусственного интеллекта в процессах фиторемедиации, использования нафтофитов, гидрофитов и др. биологических объектов для очистки акваресурсов; – в формировании видения перспектив развития процессов биоремедиации в контексте решения экологических задач

Краткое содержание дисциплины

При изучении дисциплины будет рассмотрена характеристика процесса биоремедиации, дана классификация загрязняющих веществ, которые могут быть биоремедированы, представлены физико-химические условия при проведении биоремедиации. Рассмотрены основные принципы организации процессов биоремедиации, возможности использования в данном процессе методов искусственного интеллекта. Изучена биохимия биоремедиации, аэробное и анаэробное биоразложение, мультимедиа-многофазная биоремедиация. Рассмотрены особенности организации, планирования и управления процессами биоремедиации акваресурсов. Освоены основные технологии управления биоремедиацией акваресурсов, такие как методы искусственного интеллекта в фиторемедиации от загрязнителей воды, нафтофитов для ремедиации нефтепродуктов, гидрофитов для мелиорации водоемов. Описана роль водно-болотных угодий в очистке воды. Рассмотрены современные способы биоремедиация такие как, использование модифицированных микроорганизмов для повышения эффективности биоразложения конкретных загрязнителей до более простых и менее токсичных форм. Дана сравнительная характеристика процессов биоремедиации с обычными физическими и химическими технологиями восстановления акваресурсов, Изучены схемы оптимальной комплексной аттестации конечных продуктов процессов биоремедиации.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Моделировать развитие биотехнологических процессов в природе	Знает: Управление ресурсами гидросферы. Типы загрязнений и способы биоремедиации. Основные принципы организации процессов

	<p>биоремедиации, возможности использования в данном процессе методов искусственного интеллекта</p> <p>Умеет: Моделировать процессы биоремедиации акваресурсов в природе и промышленности.</p> <p>Управлять процессами ремидиации с использованием возможностей методов искусственного интеллекта</p> <p>Имеет практический опыт: Навыками организации и выполнения научного эксперимента, разработки подходов биоремедиации акваресурсов в природе и промышленности</p>
<p>ПК-6 Способен управлять проектами по созданию, поддержке и использованию систем искусственного интеллекта со стороны заказчика</p>	<p>Знает: Методы и средства взаимодействия с инженерами по знаниям, разработчиками, ключевыми пользователями и экспертами в процессе создания, внедрения и использования систем биоремедиации акваресурсов</p> <p>Умеет: Применять методы и средства коллективной работы, гибкие технологии выполнения проектных работ в координации работ по созданию, внедрению и сопровождению систем в области развития процессов биоремедиации в контексте решения экологических задач</p> <p>Имеет практический опыт: Навыками управления процессами биоремедиации акваресурсов в природе и промышленности на основе новых знаний и знаний со стороны заказчика для проводимых исследований</p>
<p>ПК-11 Способен руководить проектами по созданию систем искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения со стороны заказчика</p>	<p>Знает: Функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения</p> <p>Умеет: Применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки новых методов и моделей машинного обучения</p> <p>Имеет практический опыт: Применения современных инструментальных средств и систем программирования для разработки новых методов и моделей машинного обучения</p>

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>Семинар по применению методов искусственного интеллекта в промышленных и экологических биотехнологиях,</p> <p>Интеллектуальный анализ данных в биотехнологиях,</p> <p>Низкоуглеродные биотопливные технологии,</p> <p>Сенсорная оценка новых видов биопродукции методами искусственного интеллекта,</p>	<p>Не предусмотрены</p>

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Сенсорная оценка новых видов биопродукции методами искусственного интеллекта	<p>Знает: Современные информационные технологии и специализированные программные продукты, используемые в промышленных и экологических биотехнологиях для сенсорной оценки новых видов биопродукции. Применимость методов искусственного интеллекта для биоинформационного анализа технологических процессов производства биопродукции, Методологию управления биотехнологическими процессами, методы их регулирования при вариации входных параметров, влияние изменений входных параметров на конечный продукт. Возможности применения методов искусственного интеллекта для прогнозирования свойств новых видов биопродукции, Методы, технологии и инструменты и платформы бизнес-аналитики, Принципы построения систем компьютерного зрения, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой технологии «Компьютерное зрение»</p> <p>Умеет: Применять системы компьютерного зрения (видеоконтроль биотехнологических процессов, сенсорная оценка биопродукции) для формирования сбалансированного набора данных и их обработки, Формировать алгоритмы управления биотехнологическими процессами с применением методов искусственного интеллекта при производстве новых видов биопродукции, основанных на знаниях со стороны заказчика, Применять методы и инструменты анализа данных в решении задач профессиональной деятельности с использованием систем бизнес-аналитики, Решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой технологии «Компьютерное зрение» со стороны заказчика</p> <p>Имеет практический опыт: Применения искусственного интеллекта для решения поставленной задачи, обработки полученных данных, интерпретации для эффективного производства новых видов биопродукции, Реализации проектов создания новых видов биопродукции с использованием</p>

	<p>сенсорной оценки технологических процессов их производства, Применения методов и инструментов анализа данных в решении задач профессиональной деятельности с использованием систем бизнес- аналитики, Решения задач по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержке и использованию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой технологии «Компьютерное зрение» со стороны заказчика</p>
<p>Молекулярное моделирование в биотехнологиях</p>	<p>Знает: Применение комплексов методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта для моделирования в биотехнологиях. Методологию и программные продукты молекулярного моделирования веществ и процессов в промышленных и экологических биотехнологиях, Методы постановки задач, проведения и анализа тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем искусственного интеллекта, Объекты и методы молекулярного моделирования в промышленных и экологических биотехнологиях. Современные подходы и программные продукты для оптимизации и моделирования производственных процессов Умеет: Пользоваться методами молекулярного моделирования. Решать прикладные задачи и реализовывать проекты в области молекулярного моделирования в промышленных и экологических биотехнологиях, Ставить задачи и участвовать в проведении тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем искусственного интеллекта, анализировать результаты и вносить изменения, Использовать программные продукты для моделирования развитие биотехнологических процессов в природе Имеет практический опыт: Исследования веществ и процессов в биотехнологиях с использованием молекулярного моделирования на основе специализированных программ и биоинформационного анализа, В постановке задачи и участии в проведении тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем, основанных на знаниях, анализе результатов и внесении изменений, В сфере моделирования и оптимизации биотехнологических процессов с помощью современных программ средств</p>
<p>Интеллектуальный анализ данных в биотехнологиях</p>	<p>Знает: Современное состояние научных достижений в области использования искусственного интеллекта в промышленных и экологических биотехнологиях, Методы постановки задач, проведения и анализа</p>

	<p>тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем, основанных на знаниях, Направления развития систем искусственного интеллекта, методы декомпозиции решаемых задач, технологии интеллектуального анализа данных, состояние научных достижений в области обработки полученных данных и их биоинформационного применение систем искусственного интеллекта для различного анализа в биотехнологиях Умеет: Формировать размеченные данные для решения задач промышленных и экологических биотехнологий, оценивать правильность полученного массива данных для моделирования биотехнологических процессов, Ставить задачи и участвовать в проведении тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем, основанных на знаниях, анализировать результаты и вносить изменения, Применять технологии интеллектуального анализа экспериментальных данных с использованием специализированных программ, декомпозицию решаемых задач с использованием искусственного интеллекта Имеет практический опыт: В области внедрения анализа данных с применением методов искусственного интеллекта в технологический процесс промышленных и экологических биотехнологий, В постановке задачи и участии в проведении тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем, основанных на знаниях, анализе результатов и внесении изменений, В постановке задач по разработке или совершенствованию современных информационных технологий и баз данных применительно к промышленной биотехнологии</p>
<p>Низкоуглеродные биотопливные технологии</p>	<p>Знает: Современное состояние научных достижений в области низкоуглеродных биотопливных технологий. Основы использования биотопливных технологий в решении экологических проблем и сохранения биосферы, Методологические подходы к выбору и применению методов обработки и распространения знаний с помощью с помощью дедукции, индукции и абдукции, согласования экспертных оценок и нечеткого вывода, Современное состояние научных достижений в области низкоуглеродных биотопливных технологий. Особенности управления проектами по созданию, поддержке и использованию биотехнологических систем в индустрии низкоуглеродных биотопливных технологий Умеет: Решать комплексные задачи, направленные на обеспечение баланса био- и техносферы, Разрабатывать технологии</p>

	<p>рационального использования природных ресурсов в комплексе с охраной объектов окружающей среды при разработке низкоуглеродных биотопливных технологий, Применять методы обработки и распространения знаний в системах, основанных на знаниях, для решения задач профессиональной деятельности, Решать задачи, направленные на комплексное управление проектами по созданию, поддержке и использованию систем, основанных на знаниях, со стороны заказчика при разработке низкоуглеродных биотопливных технологий</p> <p>Имеет практический опыт: В области разработки и внедрения низкоуглеродных биотопливных технологий в практику. Анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода разработки и формирования стратегии сохранения биоресурсов, Применения методов обработки и распространения знаний в системах, основанных на знаниях, для решения задач профессиональной деятельности, В области внедрения управленческих решений в процесс получения биотоплива</p>
<p>Семинар по применению методов искусственного интеллекта в промышленных и экологических биотехнологиях</p>	<p>Знает: Действующее экологическое законодательство Российской Федерации, инструкции, стандарты и нормативы в области охраны окружающей применительно к профессиональной деятельности.</p> <p>Контролирующие органы в соблюдении требований в промышленной биобезопасности процессов, Современные информационные технологии и специализированные программные продукты, используемые в промышленных и экологических биотехнологиях. Применимость методов искусственного интеллекта для биоинформационного анализа в промышленных и экологических биотехнологиях. Этические аспекты применения искусственного интеллекта в научных исследованиях и представлении результатов, Функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения; принципы построения систем искусственного интеллекта, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта, методы интеллектуального планирования экспериментов, Терминологический аппарат в области искусственного интеллекта и его применимости в промышленных и экологических биотехнологиях. Этические аспекты применения искусственного интеллекта в научных исследованиях и представлении результатов, Методы и средства управления проектами создания, внедрения и использования систем</p>

искусственного интеллекта со стороны заказчика с учетом рисков, возникающих во внутренней и внешней среде, Биотехнологические процессы в природе, методы их моделирования.

Возможности применения методов искусственного интеллекта для прогнозирования биотехнологических процессов в природе

Умеет:

Использовать нормативно-правовую базу, правила, стандарты при экологическом контроле биотехнологических процессов и решении задач в профессиональной сфере в области охраны окружающей среды, Применять современные информационные технологии для обработки полученных данных. Представлять результаты биоинформационного анализа в открытой печати, готовить выступления на конференциях различного уровня, Применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки новых методов и моделей машинного обучения; руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта, Применять современные коммуникативные технологии для представления результатов научной и практической деятельности на конференциях различного уровня, а также в открытой печати научных изданий, Применять методы и средства управления проектами создания, внедрения и использования систем искусственного интеллекта со стороны заказчика с учетом рисков, возникающих во внутренней и внешней среде, Моделировать природоподобные технологии и процессы для экологизации промышленных производств

Имеет практический опыт: Применения действующего экологического законодательства Российской Федерации, нормативно-правовую базу, стандартов при решении задач в профессиональной области, Навыками обучения искусственного интеллекта согласно поставленной задачи, анализом, обобщением и интерпретацией полученных экспериментальных данных в промышленных и экологических биотехнологиях, Руководства выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта, применения современных инструментальных средств и систем программирования для разработки новых методов и моделей машинного обучения,

Навыков научной речи на русском и иностранных языках для участия в научных международных конференциях с использованием современных информационных технологий,

	Применения методов и средств управления проектами создания, внедрения и использования систем искусственного интеллекта со стороны заказчика с учетом рисков, возникающих во внутренней и внешней среде, Навыками моделирования природоподобных биотехнологических процессов и их адаптации в промышленности
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 66,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	60	60	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	12	12	
Лабораторные работы (ЛР)	24	24	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	41,75	41,75	
Подготовка к зачету	20	20	
Моделирование процессов биоремедиации акваресурсов в природе и промышленности с использованием возможностей методов искусственного интеллекта	21,75	21.75	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Сущность процесса биоремедиации, классификация загрязняющих веществ, которые могут быть биоремедированы, физико-химические условия при проведении биоремедиации.	20	8	4	8
2	Основные принципы организации процессов биоремедиации, возможности использования в данном процессе методов искусственного интеллекта	20	8	4	8
3	Биохимия биоремедиации, аэробное и анаэробное биоразложение, мультимедиа-многофазная биоремедиация. Особенности организации, планирования и управления процессами биоремедиации акваресурсов.	20	8	4	8

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Сущность процесса биоремедиации: данный процесс основан на внедрении в загрязненную экосистему активных микроорганизмов-деструкторов. Для биоремедиации используются биологические препараты, основу которых составляют специально подобранные микроорганизмы, ферменты и биосурфактанты (биологически активные вещества), способные ускорять процесс разложения органического загрязнения.	2
2	1	Классификация загрязняющих веществ, которые могут быть биоремедированы: в число загрязнителей, которые были биоремедированы, входят тяжелые металлы, радиоактивные вещества, токсичные органические загрязнители, взрывчатые вещества, органические соединения, полученные из нефти (полиароматические углеводороды или ГПД), фенолы и другие.	2
3	1	Физико-химические условия при проведении биоремедиации: процессы биоремедиации зависят от активности микроорганизмов и живых растений или их изолированных ферментов, необходимо поддерживать соответствующие физико-химические условия для каждого организма или ферментативной системы, чтобы оптимизировать их метаболическую активность в процессе биоремедиации.	4
4	2	Основные принципы организации процессов биоремедиации, процессы (биостимуляция, биоаугментация, компостирование, биопилы, земледелие, фиторемедиация, биореакторы, микроремедиация и др.)	4
5	2	Возможности использования методов искусственного интеллекта в процессе биоремедиации, основные факторы, которые необходимо варьировать, оптимизировать и поддерживать на протяжении всего процесса биоремедиации	4
6	3	Биоразлагаемость является потенциальным свойством материала, способного к биоразложению в заданных условиях, и характеризуется набором параметров, позволяющих материалу пройти процесс биоразложения до определенной степени в заданный промежуток времени, с применением стандартных методов испытаний и измерений. Вещества техногенного происхождения, не поддающиеся биоразложению, попадая в почву в качестве отходов, ухудшают экологическую обстановку, поэтому ученые прилагают специальные усилия для того, чтобы придать многим синтетическим материалам свойство биоразлагаемости (биоразлагаемости) в целях уменьшения объема отходов и предупреждения или снижения загрязнения окружающей среды. Аэробное разложение (компостирование) (aerobic composting): Биологическое разложение органических веществ какого-либо материала с потреблением свободного кислорода или воздуха в процессе жизнедеятельности микроорганизмов. Анаэробное разложение (биогазификация) (anaerobic biogasification): Биологическое разложение органических веществ какого-либо материала при отсутствии потребления свободного кислорода или воздуха в процессе жизнедеятельности микроорганизмов, способных выживать за счет выделения энергии из глюкозы или других питательных веществ в отсутствие кислорода.	4
7	3	Мультимедиа-многофазная биоремедиация. Особенности организации, планирования и управления процессами биоремедиации акваресурсов.	2
8	3	Современные способы биоремедиация такие как, использование модифицированных микроорганизмов для повышения эффективности биоразложения конкретных загрязнителей до более простых и менее токсичных форм.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Классификация и характеристика наиболее распространенных контаминантов. Изучение понятия "загрязнение" и основных его видов. Загрязнение — один из видов деградации экосистемы. Загрязнение окружающей среды — это антропогенное привнесение в экосистему агентов различной природы, воздействие которых на живые организмы превышает природный уровень. В числе этих агентов могут быть как свойственные экосистеме, так и чуждые ей. В соответствии с данным определением загрязнения классифицируют по виду воздействия, способу поступления действующих агентов в окружающую среду и по характеру воздействия на нее выделяют следующие виды загрязнения окружающей среды: 1) механическое — загрязнение окружающей среды агентами, которые оказывают механическое воздействие (например, захламление мусором разных видов); 2) химическое — загрязнение химическими веществами, оказывающими токсическое действие на живые организмы или вызывающими ухудшение химических свойств объектов окружающей среды; 3) физическое — антропогенное воздействие, вызывающее негативные изменения физических свойств окружающей среды (тепловых, световых, шумовых, электромагнитных и др.); 4) радиационное — антропогенное воздействие ионизирующего излучения радиоактивных веществ, превышающее природный уровень радиоактивности; 5) биологическое загрязнение отличается большим разнообразием и включает: – привнесение в экосистему чуждых ей живых организмов (животных, растений, микроорганизмов); – поступление биогенных веществ; – привнесение организмов, вызывающих нарушение баланса популяций; – антропогенное нарушение исходного состояния присущих экосистеме живых организмов (например, массовое размножение микроорганизмов или негативное изменение их свойств).	4
2	2	Использование методов искусственного интеллекта в процессе биоремедиации, основные факторы, которые необходимо варьировать, оптимизировать и поддерживать на протяжении всего процесса биоремедиации: -Концентрация и биодоступность загрязнителя в условиях окружающей среды; -Влажность; -Температура; -Биодоступные питательные вещества; -Кислотность или щелочность водной среды или pH; -Доступность кислорода. Нарботка навыков обучения искусственного интеллекта анализу полученных экспериментальных данных в процесса биоремедиации акваресурсов	4
3	3	Сравнительная характеристика процессов биоремедиации с обычными физическими и химическими технологиями восстановления акваресурсов, Схемы оптимальной комплексной аттестации конечных продуктов процессов биоремедиации.	4

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Сущность процесса биоремедиации. Биоремедиация - очищение природной среды от загрязнений при помощи биологических методов. При этом необходимо исходить из главного принципа: не нанести экосистеме больший вред, чем тот, который уже нанесен при загрязнении. Это может быть биостимуляция аборигенной микрофлоры путем внесения удобрений непосредственно в загрязненную экосистему или внесение специализированных препаратов микроорганизмов, созданных для очистки	4

		загрязненных экосистем. Использование нефтеокисляющих микроорганизмов для очистки окружающей среды является не новой, но недостаточно изученной областью исследований. Продолжается поиск новых деструкторов углеводородов нефти и выявление оптимальных условий эффективного использования имеющихся препаратов.	
2	1	Изучение и варьирование факторов, которые необходимо оптимизировать и поддерживать на протяжении всего процесса биоремедиации: -Концентрация и биодоступность загрязнителя в условиях окружающей среды: потому что, если он слишком высок, он может быть вредным для тех же микроорганизмов, которые способны их биотрансформировать. -Влажность: наличие воды необходимо для живых организмов, а также для ферментативной активности бесклеточных биологических катализаторов. Как правило, относительная влажность от 12 до 25% должна поддерживаться в почвах, подвергающихся биоремедиации. -Температура: должна быть в диапазоне, обеспечивающем выживание применяемых организмов и / или требуемую ферментативную активность. -Биодоступные питательные вещества: необходимы для роста и размножения представляющих интерес микроорганизмов. В основном необходимо контролировать углерод, фосфор и азот, а также некоторые важные минералы. -Кислотность или щелочность водной среды или рН (измерение ионов Н ⁺ в середине). -Доступность кислорода: в большинстве методов биоремедиации используются аэробные микроорганизмы (например, в компостировании, биопиле и «Земля хозяйство»), и аэрация основания необходима. Однако анаэробные микроорганизмы могут быть использованы в процессах биоремедиации в строго контролируемых лабораторных условиях (с использованием биореакторов).	4
3	2	Основные принципы организации процессов биоремедиации (среди прикладных биоремедиационных биотехнологий наиболее актуальны следующие): Биостимуляция состоит из стимуляции на месте из тех микроорганизмов, уже присутствующих в загрязненной среде (автохтонные микроорганизмы), способных к биоремедиации загрязняющего вещества. Биостимуляция на месте это достигается путем оптимизации физико-химических условий для желаемого процесса, т.е. рН, кислород, влажность, температура, среди прочего, и добавление необходимых питательных веществ. Биоаугментация подразумевает увеличение количества представляющих интерес микроорганизмов (предпочтительно автохтонных) благодаря добавлению их инокулятов, культивируемых в лаборатории. Впоследствии, как только интересующие микроорганизмы были привиты на месте, Физико-химические условия должны быть оптимизированы (например, при биостимуляции), чтобы способствовать ухудшению активности микроорганизмов. Для применения биоаугментации следует учитывать стоимость микробной культуры в биореакторах в лаборатории. Компостирование состоит из смешивания загрязненного материала с незагрязненной почвой, дополненной растительными или животными улучшающими агентами и питательными веществами. Эта смесь образует шишки до 3 м высотой, отделенные друг от друга. Оксигенация нижних слоев колбочек должна контролироваться путем регулярного удаления из одного места в другое с помощью оборудования. Оптимальные условия влажности, температуры, рН, питательных веществ, среди прочего, также должны поддерживаться.	4
4	2	Основные принципы организации процессов биоремедиации (среди прикладных биоремедиационных биотехнологий наиболее актуальны следующие): Biocells – техника биоремедиации с биопилами такая же, как методика компостирования, описанная выше, за исключением отсутствия улучшающих агентов растительного или животного происхождения, устранения аэрации при движении из одного места в другое. При этом	4

		<p>биоопленки остаются зафиксированными в одном и том же месте, будучи проветриваемыми в своих внутренних слоях через систему труб, затраты на монтаж, эксплуатацию и обслуживание которых должны учитываться на этапе проектирования системы. Биотехнология, называемая «земледелие» (перевод с английского: высеченный из земли), состоит из смешивания загрязненного материала (грязи или осадка) с первыми 30 см незагрязненной почвы обширной земли. В этих первых сантиметрах почвы деградация загрязняющих веществ благоприятна благодаря ее аэрации и перемешиванию. Для этой работы используется сельскохозяйственная техника, такая как тракторные плуги. Основным недостатком земледелия является то, что оно обязательно требует больших площадей земли, которые могут быть использованы для производства продуктов питания.</p> <p>Фиторемедиация, также называемая биоремедиацией с помощью микроорганизмов и растений, представляет собой набор биотехнологий, основанных на использовании растений и микроорганизмов для удаления, ограничения или снижения токсичности загрязняющих веществ в поверхностных или подземных водах, илах и почве. Во время фиторемедиации может происходить деградация, экстракция и / или стабилизация (снижение биодоступности) загрязнителя. Эти процессы зависят от взаимодействия растений и микроорганизмов, которые живут очень близко к своим корням, в области, называемой ризосфера.</p> <p>Фиторемедиация была особенно успешной в удалении тяжелых металлов и радиоактивных веществ из почвы и поверхностных или подземных вод (или ризофильтрации загрязненных вод). В этом случае растения накапливают в своих тканях металлы окружающей среды, а затем их собирают и сжигают в контролируемых условиях, так что загрязняющее вещество переходит от рассеивания в окружающей среде к концентрации в виде пепла. Полученный пепел можно обработать для извлечения металла (если это представляет экономический интерес), или его можно оставить в местах окончательной утилизации отходов. Недостатком фиторемедиации является отсутствие глубоких знаний о взаимодействиях, которые происходят между вовлеченными организмами (растениями, бактериями и, возможно, микоризными грибами). Биореакторы представляют собой контейнеры значительных размеров, которые позволяют поддерживать строго контролируемые физико-химические условия в водных культуральных средах, чтобы способствовать интересному биологическому процессу. В биореакторах бактериальные микроорганизмы и грибы можно выращивать в больших масштабах и в лаборатории, а затем применять в процессах биоаугментации на месте. Микроорганизмы могут также культивироваться в интересах получения их загрязняющих ферментов, разрушающих ферменты. Биореакторы используются в процессах биоремедиации <i>ex situ</i>, когда загрязненный субстрат смешивают с микробной культуральной средой, способствуя деградации загрязнителя. Микроорганизмы, выращенные в биореакторах, могут быть даже анаэробными, и в этом случае в водной культуральной среде не должно быть растворенного кислорода. Среди биотехнологий биоремедиации использование биореакторов относительно дорогое из-за обслуживания оборудования и требований к микробной культуре. Микроремедиация - это использование грибковых микроорганизмов (микроскопических грибов) в процессах биоремедиации токсичного загрязняющего вещества. Выращивание микроскопических грибов, как правило, более сложное, чем культивирование бактерий, и, следовательно, предполагает более высокие затраты. Кроме того, грибы растут и размножаются медленнее, чем бактерии, причем биоремедиация с помощью грибов является более медленным процессом.</p>	
5	3	<p>Основные технологии управления биоремедиацией акваресурсов, такие как методы искусственного интеллекта в фиторемедиации от загрязнителей воды,</p>	4

		нафтофитов для ремедиации нефтепродуктов, гидрофитов для мелиорации водоемов. Роль водно-болотных угодий в очистке воды.	
6	3	Экстраполяция результатов, полученных в лаборатории Из-за высокой сложности биологических систем результаты, полученные в небольших масштабах в лаборатории, не всегда можно экстраполировать на полевые процессы. Особенности каждого процесса биоремедиации. Каждый процесс биоремедиации включает в себя конкретный экспериментальный дизайн в соответствии с конкретными условиями загрязненного участка, типом загрязняющего вещества, подлежащего обработке, и организмами, подлежащими применению. Необходимо, чтобы этими процессами руководили междисциплинарные группы специалистов, среди которых биологи, химики, инженеры и другие. Поддержание физико-химических условий окружающей среды для стимулирования роста и метаболической активности, представляющей интерес, подразумевает постоянную задачу в процессе выполнения лабораторных работ.	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Основная литература 3-5. Дополнительная литература 1-7	4	20
Моделирование процессов биоремедиации акваресурсов в природе и промышленности с использованием возможностей методов искусственного интеллекта	Ушанов, С. В. Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии: учебное пособие / С. В. Ушанов, В. М. Ушанова. – Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018. – 114 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/147471 (дата обращения: 19.09.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей. Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта : монография / А. В. Остроух, Н. Е. Суркова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-8519-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/176662 (дата обращения: 29.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Рудакова, Л. В. Информационные технологии в аналитическом контроле биологически активных веществ : монография / Л. В. Рудакова, О. Б. Рудаков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 364 с. — ISBN 978-5-81140-1870-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168787 (дата	4	21,75

	<p>обращения: 29.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Нуралин, Б. Н. Методы математического моделирования и параметрической оптимизации технологических процессов в инженерных расчетах : учебное пособие / Б. Н. Нуралин, В. С. Кухта ; под редакцией Б. Н. Нуралина. — Уральск : ЗКАТУ им. Жангир хана, 2017. — 285 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/147887 (дата обращения: 19.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Карпов, К. А. Технологическое прогнозирование развития производств нефтегазохимического комплекса : учебник / К. А. Карпов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 492 с. — ISBN 978-5-8114-2729-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167480 (дата обращения: 29.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p>		
--	---	--	--

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Семинарское занятие: «Сравнительная характеристика процессов биоремедиации с обычными физическими и химическими технологиями восстановления акваресурсов»	1	40	Оценивание контрольного мероприятия происходит на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания семинарского занятия:	зачет

					<p>40-30 баллов: знает и хорошо владеет классификацией загрязняющих веществ, которые могут быть биоремедированы; сущность процессов биоремедиации; владеет сравнительной характеристикой процессов биоремедиации с обычными физическими и химическими технологиями восстановления акваресурсов. Имеет практический опыт навыков научной речи.</p> <p>29-20 баллов: владеет классификацией загрязняющих веществ, которые могут быть биоремедированы; сущность процессов биоремедиации; владеет сравнительной характеристикой процессов биоремедиации с обычными физическими и химическими технологиями восстановления акваресурсов. Имеет практический опыт навыков научной речи.</p> <p>19-10 баллов: частично владеет классификацией загрязняющих веществ, которые могут быть биоремедированы; сущность процессов биоремедиации; владеет сравнительной характеристикой процессов биоремедиации с обычными физическими и химическими технологиями восстановления акваресурсов.</p> <p>9-1 балл: в недостаточной степени знает и хорошо владеет классификацией загрязняющих веществ, которые могут быть биоремедированы; сущность процессов биоремедиации; владеет сравнительной характеристикой процессов биоремедиации с обычными физическими и химическими технологиями восстановления акваресурсов.</p> <p>0 баллов: выставляется студенту, отказавшемуся отвечать на вопросы семинара и не участвующему в индивидуальных докладах и их обсуждении.</p>		
2	4	Текущий контроль	Практическое занятие: «Использования методов искусственного интеллекта в процессе»	1	40	Оценивание контрольного мероприятия происходит на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности	зачет

			биоремедиации, основные факторы, которые необходимо варьировать, оптимизировать и поддерживать на протяжении всего процесса биоремедиации»		<p>обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>Критерии оценивания практического занятия:</p> <p>40 - 30 баллов: полностью выполнено комплексное практическое задание, даны правильные ответы на контрольные вопросы.</p> <p>29-20 баллов: комплексное практическое задание выполнено частично или выполнено с ошибками, которые были исправлены студентом через некоторое время (2 попытка сдачи работы)</p> <p>19-10 баллов: комплексное практическое задание выполнено частично или выполнено с большим количеством ошибок, которые были исправлены студентом через некоторое время (3-4 попытка сдачи работы)</p> <p>9-1 балл: комплексное практическое задание выполнено частично с большим количеством ошибок, которые были исправлены студентом через некоторое время (4-6 попытка сдачи работы)</p> <p>0 баллов: задание не выполнено</p>		
3	4	Промежуточная аттестация	Подведение итогов наработанных навыков, оценка качества полученных знаний (проведение процедуры зачета)	-	20	<p>На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 % Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Допускается выставление оценки на основе текущего рейтинга (автоматом).</p> <p>Критерии оценивания ответа студента при сдаче зачета:</p> <p>20 - 15 баллов: выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана</p>	зачет

					<p>совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.</p> <p>14 – 10 баллов: выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки.</p> <p>Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p> <p>9 – 5 баллов: выставляется студенту, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки.</p> <p>Могут быть допущены 2-3 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.</p> <p>4 – 1 балл: выставляется студенту, если дан неполный ответ, но некоторая последовательность изложения присутствует, в целом студентом разбирается в объекте, показано умение выделить существенные признаки и причинно-следственные связи, Ответ логичен и изложен в терминах науки.</p> <p>Могут быть допущены ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно, но на дополнительные вопросы преподавателя студент пытается сформулировать обоснованный ответ.</p> <p>0 баллов – отсутствие ответа на</p>
--	--	--	--	--	--

					вопрос.	
--	--	--	--	--	---------	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 % Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Допускается выставление оценки на основе текущего рейтинга (автоматом).	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ПК-4	Знает: Управление ресурсами гидросферы. Типы загрязнений и способы биоремедиации. Основные принципы организации процессов биоремедиации, возможности использования в данном процессе методов искусственного интеллекта	+		
ПК-4	Умеет: Моделировать процессы биоремедиации акваресурсов в природе и промышленности. Управлять процессами реимедиации с использованием возможностей методов искусственного интеллекта	+		
ПК-4	Имеет практический опыт: Навыками организации и выполнения научного эксперимента, разработки подходов биоремедиации акваресурсов в природе и промышленности	+		
ПК-6	Знает: Методы и средства взаимодействия с инженерами по знаниям, разработчиками, ключевыми пользователями и экспертами в процессе создания, внедрения и использования систем биоремедиации акваресурсов		+	
ПК-6	Умеет: Применять методы и средства коллективной работы, гибкие технологии выполнения проектных работ в координации работ по созданию, внедрению и сопровождению систем в области развития процессов биоремедиации в контексте решения экологических задач		+	
ПК-6	Имеет практический опыт: Навыками управления процессами биоремедиации акваресурсов в природе и промышленности на основе новых знаний и знаний со стороны заказчика для проводимых исследований		+	
ПК-11	Знает: Функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения			+
ПК-11	Умеет: Применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки новых методов и моделей машинного обучения			+
ПК-11	Имеет практический опыт: Применения современных инструментальных средств и систем программирования для разработки новых методов и моделей машинного обучения			+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Лисин, В. С. Ресурсо-экологические проблемы 21 века и металлургия. - М.: Высшая школа, 1998. - 446,[1] с. ил.
2. Степень, Р. А. Экология: Экологические проблемы товароведения [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Товароведение и экспертиза товаров" Р. А. Степень, В. Н. Паршикова. - М.: Академия, 2004. - 238,[1] с. ил.
3. Практикум на ЭВМ [Текст] Ч. 1 метод. указания к лаб. работам Е. В. Аксенова, Н. С. Силкина, М. Л. Цымблер ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Систем. программирование ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 70, [1] с. ил. электрон. версия
4. Костенецкий, П. С. Моделирование параллельных систем баз данных [Текст] учеб. пособие для магистрантов и аспирантов П. С. Костенецкий, Л. Б. Соколинский ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Систем. программирование ; ЮУрГУ. - Челябинск: Фотохудожник, 2012. - 78 с. ил.
5. Соколинский, Л. Б. ЮУрГУ Параллельные системы баз данных [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям 010400 "Приклад. математика и физика" и 010300 "Фундам. информатика и информ. технологии" Л. Б. Соколинский ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - М.: Издательство Московского университета, 2013. - 182 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Биология" Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 207, [1] с. ил.
2. Говорушко, С. М. Взаимодействие человека с окружающей средой. Влияние геологических, геоморфологических, метеорологических и гидрологических процессов на человеческую деятельность [Текст] ил. справочное пособие С. М. Говорушко ; Рос. акад. наук, Дальневосточ. отд-ние, Тихоокеан. ин-т географии. - М.: Киров: Академический проект: Константа, 2007
3. Горохов, В. Л. Экология: Экологическое законодательство Российской Федерации [Текст] учеб. пособие В. Л. Горохов, Л. М. Кузнецов, А. Ю. Шмыков. - М.; СПб.: Герда, 2005. - 683 с.
4. Григорьева, И. Ю. Основы природопользования [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению 022000 "Экология и природопользование" И. Ю. Григорьева. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 336, [1] с. ил.
5. Калыгин, В. Г. Промышленная экология [Текст] учеб. пособие для вузов В. Г. Калыгин. - 4-е изд., перераб. - М.: Академия, 2010. - 431, [1] с.
6. Карабасов, Ю. С. Экология и управление [Текст] учеб. для вузов по направлению "Металлургия" и " Физ. материаловедение" Ю. С. Карабасов, В. М. Чижикова ; Моск. гос. ин-т стали и сплавов (Технол. ун-т). - М.: МИСИС, 2006. - 708, [1] с. ил.

7. Маринченко, А. В. Экология [Текст] учеб. пособие для вузов по техн. направлениям и специальностям А. В. Маринченко. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Дашков и К, 2008. - 326 с. ил.
8. Никаноров, А. М. Экология [Текст] А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая. - М.: Приор, 2001. - 302,[1] с.
9. Павлов, А. Н. Биоинформационные основы жизнедеятельности [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению 210400 "Телекоммуникации" А. Н. Павлов. - М.: Гринлайт, 2008. - 230 с. ил. 22 см.
10. Протасов, В. Ф. Экология, здоровье и природопользование в России Под ред. В. Ф. Протасова. - М.: Финансы и статистика, 1995. - 524,[1] с. [8] л. ил.: ил.
11. Сазонов, Э. В. Экология городской среды [Текст] учеб. пособие по направлению 270100 "Строительство" Э. В. Сазонов. - СПб.: ГИОРД, 2010. - 310 с. ил.
12. Лейкин, Ю. А. Основы экологического нормирования [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в хим. технологии, нефтехимии и биотехнологии" Ю. А. Лейкин. - М.: Форум : ИНФРА-М, 2014. - 367, [1] с. ил.
13. Толканов, О. А. Экология [Текст] курс лекций О. А. Толканов, Н. М. Танклевская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. химия ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 158, [2] с. ил.
14. Хотунцев, Ю. Л. Экология и экологическая безопасность [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 033300 "Безопасность жизнедеятельности" Ю. Л. Хотунцев. - 2-е изд., перераб. - М.: Academia, 2004. - 478, [1] с. ил.
15. Шилов, И. А. Экология [Текст] учеб. для студентов биол. и мед. фак. и спец. высш. учеб. заведений И. А. Шилов. - М.: Высшая школа, 1997. - 511,[1] с. ил.
16. Общая экология [Текст] учеб. для экол. специальностей вузов авт.-сост. А. С. Степановских. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. - 509,[1] с. ил.
17. Экология и право ежекв. журн. учредитель и изд. Санкт-Петербург. обществ. орг. "Экологич. правозащит. центр "Беллона" журнал. - СПб., 2002-
18. Акимова, Т. А. Экология : Человек - Экономика - Биота - Среда [Текст] учеб. для вузов Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ, 2006. - 495 с. ил.
19. Брюхань, Ф. Ф. Промышленная экология [Текст] учебник по направлению 270100 "Стр-во" Ф. Ф. Брюхань, М. В. Графкина, Е. Е. Сдобнякова. - М.: Форум, 2012. - 207 с. ил.
20. Варенков, А. Н. Химическая экология и инженерная безопасность металлургических производств Учеб. пособие для вузов по специальности 330100 "Безопасность жизнедеятельности". - М.: Интернет Инжиниринг, 2000. - 382 с. ил.
21. Вронский, В. А. Экология и окружающая среда [Текст] слов.-справ. В. А. Вронский. - М.; Ростов н/Д: Март, 2008. - 428 с.
22. Гарин, В. М. Экология для технических вузов [Текст] В. М. Гарин, И. А. Кленова, В. И. Колесников; под общ. ред. В. М. Гарина. - 2-е изд., доп. и перераб. - Ростов н/Д: Феникс, 2003. - 376,[1] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Экология и промышленность России
2. Нефтяное хозяйство
3. Вестник Башкирского университета
4. Водное хозяйство России
5. Вестник Казанского технологического университета

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методическое пособие _Управляемая биоремедиация акваресурсов (19.04.01, 2022, (2.0), Биотехнология(34081))

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пучкова, Т. А. Биотехнология очистки промышленных отходов : учебное пособие / Т. А. Пучкова. — Минск : БГУ, 2018. — 175 с. — ISBN 978-985-566-529-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/180422 (дата обращения: 10.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Чхенкели, В. А. Курс лекций по биотехнологии : учебное пособие / В. А. Чхенкели. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2013. — 371 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/143184 (дата обращения: 10.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Методические пособия для преподавателя	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кузнецова, Т. А. Морфология и физиология объектов биотехнологии : учебно-методическое пособие / Т. А. Кузнецова. — Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2020. — 206 с. — ISBN 978-5-6043433-9-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/146837 (дата обращения: 10.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ассоциативные ризобактерии и биологизация технологий возделывания сельскохозяйственных культур в РСО–Алания : монография / А. Т. Фарниев, А. Х. Козырев, А. Р. Пухаев [и др.]. — Владикавказ : Горский ГАУ, 2017. — 280 с. — ISBN 978-5-906647-41-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/134581 (дата обращения: 10.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Scilab(бессрочно)

2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. Python Software Foundation-Python (бессрочно)
4. -Paint.NET(бессрочно)
5. -Python(бессрочно)
6. -Microsoft Visual Studio (бессрочно)
7. ABBYY-FineReader 8(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(31.12.2022)
2. -The Cambridge Crystallographic Data Centre(бессрочно)
3. -Стандартинформ(бессрочно)
4. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)
5. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
6. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	263 (2)	Мультимедийная учебная аудитория Материально-техническое обеспечение: 1. Проектор – 1 шт. 2. Экран – 1 шт. 3. Ноутбук – 1 шт.
Практические занятия и семинары	114-1 (2)	Компьютерный класс Материально-техническое обеспечение: 1. Системный блок (компьютер) с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду университета – 13 шт. 2. Монитор – 13 шт. 3. Клавиатура – 13 шт. 4. Мышь компьютерная – 13 шт. Имущество: 1. Стол компьютерный – 13 шт. 2. Стол учебный – 13 шт. 3. Стул – 30 шт. 4. Доска аудиторная белая – 1 шт.
Лабораторные занятия	241 (2)	Учебная лаборатория биотехнологии и аналитических исследований Материально-техническое обеспечение: 1. Аквадистиллятор – 1 шт. 2. Анализатор молока – 2 шт. 3. Аппарат сушильный – 1 шт. 4. Аппарат ультразвуковой погружной – 1 шт. 5. Анализатор влажности – 1 шт. 6. Весы 1 класса точности – 1 шт. 7. Весы электронные лабораторные – 1 шт. 8. Весы до 15 кг – 1 шт. 9. Водяная баня – 1 шт. 10. Диафоноскоп – 1 шт. 11. Измеритель деформации клейковины – 1 шт. 12. Двухкамерный микропроцессорный иономер – 1 шт. 13. Люминоскоп – 1шт. 14. Микроскоп бинокулярный – 2 шт. 15. Микроскоп монокулярный – 4 шт. 16. Плита электрическая – 1 шт. 17. Поляриметр – 2 шт. 18. Принтер лазерный – 1 шт. 19. Рефрактометр – 1 шт. 20. рН-метр – 1 шт. 21. Сканер – 1 шт. 22. Стерилизатор – 1 шт. 23. Телефон стационарный – 1 шт. 24. Термостат воздушный – 1 шт. 25. Фотоколориметр – 1 шт. 26. Холодильник – 1 шт. 27. Центрифуга – 1 шт. 28. Шкаф вытяжной – 1 шт. 29. Шкаф сухожаровой – 1 шт. 30. Шкаф сушильный зерновой – 1 шт. 31. Штативы для титрования – 6 шт. 32. Монитор – 3 шт. 33. Клавиатура – 3 шт. 34. Мышь компьютерная – 3 шт. 35. Системный блок – 3 шт. 36. Копировальный аппарат – 1 шт.