

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

Экологический факультет

Рекомендовано МССН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

СОВРЕМЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНОВ ТКО

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

05.04.06 Экология и природопользование

Направленность программы (профиль)

«Рециклинг отходов производства и потребления»

1. Целью освоения дисциплины является подготовка выпускника магистратуры в области проектно-производственной деятельности, а именно к планированию и организации работ по работе с отходами полигонов ТКО, хранению и переработке отходов; к организационно-управленческой деятельности, а именно управлению научно-производственными работами с использованием углубленных знаний в области обращения с отходами.

Эта цель достигается путем решения следующих задач:

- ознакомление студентов с передовым опытом развитых стран в области обращения с коммунальными отходами
- изучение технологий переработки основных видов отходов
- изучение основных принципов управления отходами в России и в мире
- практическая подготовка студентов к проведению природоохранных мероприятий при обращении с отходами
- практическая подготовка студентов к работе по рекультивации полигонов с использованием современных биотехнологий.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Современные биотехнологии рекультивации полигонов ТКО» относится к обязательным дисциплинам **вариативной части блока 1** учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
	Профессиональные компетенции	Рециклинг отходов производства и потребления	Региональные и муниципальные системы управления отходами.
1	ПК-2	Экологическая экспертиза и ОВОС	Экологическое проектирование
2	ПК-3	Правоведение;	промышленных объектов.
3	ПК-5	Экологический менеджмент	
4	ПК-7		

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
ОПК-2; ПК-2; ПК-6

Код и наименование компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-2. Способен использовать специальные и новые разделы экологии, геоэкологии и природопользования при	ОПК-2.1 Знает основы экологии, геоэкологии, экономики и экономики природопользования

решении научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	замкнутого цикла, а также экологического менеджмента
	ОПК-2.2 Умеет использовать экологические, экономические и другие специальные знания и алгоритмы для решения профессиональных задач
	ОПК-2.3 Способен находить, анализировать и грамотно использовать новейшую информацию и современные методики при выполнении научно-исследовательских и прикладных задач
ПК-2 Способен разрабатывать и экономически обосновывать планы внедрения новой техники и технологий, для обеспечения минимального воздействия отходов на окружающую среду	ПК-2.1 Владеет навыками выбора и внедрения наилучших доступных технологий (НДТ) обработки и рециклинга отходов производства и потребления
	ПК-2.2 Умеет экономически обосновывать планы внедрения новой техники и технологий по обращению с отходами, используя их как вторичный ресурс
	ПК-2.3 Способен обеспечить минимизацию воздействия отходов на окружающую среду
ПК-6 Способен осуществлять координацию деятельности по организации и контролю в области обращения с отходами производства и потребления	ПК-6.1 Способен осуществлять контроль деятельности в области обращения с отходами
	ПК-6.2 Имеет навыки организации инфраструктуры экологически безопасного обезвреживания и переработки отходов производства и потребления

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- технологические особенности подготовки и обезвреживания промышленных и бытовых отходов;
- общие принципы и методы переработки нерадиоактивных отходов производства и потребления;
- особенности и методы обезвреживания, подготовки и хранения радиоактивных отходов;
- основные принципы организации малоотходных технологических процессов и производств в сфере обращения с отходами, в том числе обеспечение использования ценных компонентов в качестве вторичного сырья;
- технологические и санитарные требования при проектировании полигонов твердых отходов;

уметь:

- анализировать методы обращения с отходами и осуществлять выбор наилучших технологий для конкретно заданной ситуации;
- составлять комплексную химико-технологическую схему переработки отходов;
- разрабатывать принципиальную технологическую схему подготовки, обезвреживания и переработки многокомпонентных отходов;
- рассчитывать предотвращенный экологический ущерб

владеть:

- навыками составления принципиальных схем переработки на основании фактических и литературных данных и с использованием принятых условных обозначений.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Модули			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	36		36		
В том числе:				-	-
<i>Лекции</i>	18		18		
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	18		18		
<i>Семинары (С)</i>					
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>					
<i>Контроль</i>	9		9		
Самостоятельная работа (всего)	27		27		
Общая трудоемкость	час	72	72		
	зач. ед.	2	2		

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Исторические и нормативно-правовые аспекты обращения с отходами.	История взаимоотношений человечества с отходами, эволюция отходов, преобразование методов обращения с отходами. Обращение с отходами в различных странах, влияние климата, ландшафта, культурных особенностей и иных факторов. Нормативно-правовая база хранения (захоронения) твердых коммунальных и промышленных отходов в Российской Федерации, сравнение с нормативно-правовой базой стран Евросоюза, США и др.
2.	Виды отходов, подлежащих захоронению (хранению) и методы обеспечения безопасного хранения. Процессы, происходящие в теле полигона после захоронения.	Виды отходов, подлежащих захоронению (хранению), особенности состава и качества отходов в разных регионах РФ. Методы подготовки отходов к захоронению, методы переработки отходов (сепарация, термические методы, уплотнение, обезвоживание и пр.). Сравнительная оценка методов, применяемых в РФ с методами других стран. Безопасное хранение отходов, методы обеспечения безопасности. Процессы, происходящие в теле полигона после захоронения: механические, химические, физико-химические, биологические.
3.	Экологические особенности воздействия полигонов на компоненты окружающей среды. Методы контроля.	Эмиссия газов, загрязнение вод, загрязнение почв, виды загрязнений, особенности их распространения. Методы контроля: физико-химические, биологические.
4	Возможности ресурсосбережения за счет рециклинга компонентов отходов после захоронения.	Возможности извлечения и переработки отходов пластика, металлов, органической фракции ТКО. Использование отходов ТКО для получения энергии.

5	Современные биотехнологические методы, используемые для обезвреживания и утилизации отходов. Комбинации с физико-химическими методами.	Биотехнологические методы для переработки различных видов органических отходов (вермикомпостирование и вермикультивирование, компостирование, анаэробная ферментация, санитарные полигоны и полигоны-биореакторы). Методы переработки древесных строительных материалов, пластиков и резинотехнические изделия, выбор оптимального метода переработки. Методы биомодификации, биодеструкции, получение биопластиков и биоразлагаемых полимерных материалов, биологическая девулканизация. Применение озонирования, ультразвукового воздействия и пр.
6.	Микробиота в переработке отходов.	Методы извлечения и концентрации различных веществ с применением микробиоты. Основные группы микроорганизмов, используемые для переработки отходов (особенности метаболизма, экологические особенности, биотехнологические аспекты). Обзор биотехнологических методов, комбинации с физико-химическими методами.
7.	Применение аэробных и анаэробных микроорганизмов	Анаэробное разложение органических отходов, микробиологические и биотехнологические аспекты. Применение аэробных микроорганизмов, возможности и перспективы. Применение для целей рекультивации и ремедиации.
8.	Применение микромицетов и макромицетов, фототрофов и других видов организмов для деструкции компонентов отходов.	Возможности применения микромицетов и макромицетов для целей деструкции и переработки отходов. Типы отходов, которые могут быть переработаны, условия, скорость деструкции, проблемы применения грибов. Виды грибов, которые являются потенциальными деструкторами. Цианобактерии и микроводоросли в переработке отходов. Стратегия применения сообществ для переработки отходов.
9.	Подходы к рекультивации полигонов ТКО.	Эколого-географические особенности рекультивации. Анализ эффективности существующих методов. Обзор зарубежных подходов, влияние географических условий, исторические и культурные аспекты.
10.	Биоремедиация – методы, процессы, стратегия.	Биоремедиация, использование растений, почвенных видов, включая микробиту, насекомых, беспозвоночных. Создание устойчивых сообществ, методы и подходы. Биоремедиация на основе применения биотехнологий. Обзор современных направлений биотехнологии в рекультивации полигонов ТКО.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Контроль	СРС	Всего час.
1	Исторические и нормативно-правовые аспекты обращения с отходами.	1	1			2	4
2	Виды отходов, подлежащих захоронению (хранению) и методы обеспечения безопасного хранения. Процессы, происходящие в теле	2	2		1	3	8

	полигона после захоронения.						
3	Экологические особенности воздействия полигонов на компоненты окружающей среды. Методы контроля.	1	1		1	3	6
4	Возможности ресурсосбережения за счет рециклинга компонентов отходов после захоронения.	2	2		1	3	8
5	Современные биотехнологические методы, используемые для обезвреживания и утилизации отходов. Комбинации с физико-химическими методами.	2	2		1	3	8
6	Микробиота в переработке отходов.	2	2		1	3	8
7	Применение аэробных и анаэробных микроорганизмов	2	2		1	2	7
8	Применение микромицетов и макромицетов, фототрофов и других видов организмов для деструкции компонентов отходов.	2	2		1	2	7
9	Подходы к рекультивации полигонов ТКО.	2	2		1	2	7
10	Биоремедиация – методы, процессы, стратегия.	2	2			2	6
11	Тестирование				1	2	3
	ИТОГО	18	18		9	27	72

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	1	Исторические и нормативно-правовые аспекты обращения с отходами. Работа с документацией. Расчет скорости накопления различных видов отходов.	1
2	2	Определение эффективной стратегии переработки и захоронения.	2
3	3	Методы биоиндикации и биотестирования. Расчет эмиссии газа.	1
4	4	Использование отходов ТКО для получения энергии, расчет эффективности.	2
5	5	Оценка эффективности различных биотехнологических методов переработки ТКО.	2
6	6	Анализ особенностей метаболизма различных микроорганизмов и возможностей их практического использования.	2
7	7	Сравнительная оценка экономической выгоды применения различных видов анаэробных микроорганизмов в биотехнологии.	2
8	8	Эффективность деструкции различных видов отходов при применении микромицетов, зависимость от условий.	2

9	9	Рекультивация, выбор оптимальной стратегии.	2
10	10	Биоремедиация, знакомство с методами.	2
		ИТОГО	18

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Комплект специализированной мебели; доска меловая; технические средства: системный блок HP PRO, монитор HP-V2072A, выдвижной проекционный экран LUMIEN, имеется выход в интернет. Microsoft Windows 7 корпоративная. Лицензия № 5190227, дата выдачи 16.03.2010 г.

MS Office 2007 Prof, Лицензия № 6842818, дата выдачи 07.09.2009 г.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение:

STATISTICA, SPSS, Excel

б) базы данных MicrosoftOffice 2003, 2007, 2010, Netware (Novell), OS/2 (IBM), SunOS (SunMicrosystems), Java Desktop System Sun Microsystems

информационно-справочные и поисковые системы Google, Yandex, Yahoo, Google Scholar, РИНЦ

- электронно-библиотечные системы;
- yandex.ru, google.com;
- <http://www.scopus.com>
- <http://scirus.com>
- <http://elibrary.ru>
- <http://www.sevin.ru>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

Основная литература

1. Полигоны твердых коммунальных отходов. Свод правил. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2016г, 15с. Электронный ресурс: <https://mooml.com/d/normativno-pravovye-dokumenty/proektirovanie-inzhenernye-izyskaniya/42976/>

2. Биотехнология и микробиология анаэробной переработки органических коммунальных отходов: коллективная монография / общая ред. и составл. А.Н. Но жевниковой, А.Ю. Каллистова, Ю.В. Литти, М.В. Кевбрина; . – М.: Университетская книга, 2016. – 320 с. Электронный ресурс: <http://doc.knigi-x.ru/22biologiya/365606-1-biotehnologiya-mikrobiologiya-anaerobnoy-pererabotki-organicheskikh-kommunalnih-othodov-pod-obschey-redakciey-no.php>

3. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие / под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с. Электронный ресурс: <https://nashol.com/2012111868072/biologicheskii-kontrol-okruzauschei-sredi-melehova-o-p-egorova-e-i-2007.html>

Дополнительная литература

1. Короносковский Н.В. Общая геология: учебник. – 3-е изд. – Москва: КДУ, 2012. – 552 с. Электронный ресурс: <http://www.geokniga.org/books/207>

2. Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев И.С., Игнатъев Н.Н. Общее почвоведение. – М.: КолосС. - 2006. - 456 с. Электронный ресурс: <https://mexalib.com/view/42733>

3. Наука о Земле: геоэкология: учебное пособие / Ответ. ред. А.В. Смуров, Ф.И. Василевич, М.И. Непоклонова, В.М. Макеева. – 2-е изд., переработ. и доп. – М.:КДУ, 2010. – 564 с.

Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления»(с послед. изм. и доп.). № 89-ФЗ от 24.06.1998.
2. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ от 10.01.2002.
3. О лицензировании отдельных видов деятельности [Электронный ресурс] : федер. закон от 8 авг. 2001 г. № 128-ФЗ : [принят Гос. Думой 13 июля 2001 г. : одобрен Советом федерации 20 июля 2001 г. : по состоянию на 6 дек 2007 г.].
4. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [Электронный ресурс] : федер. закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ : [принят Гос. Думой 12 марта 1999 г. : одобрен Советом Федерации 17 марта 1999 г. : по состоянию на 1 дек. 2007 г.].
5. О техническом регулировании [Электронный ресурс] : федер. закон от 27 дек. 2002 г. № 184-ФЗ : [принят Гос. Думой 15 дек. 2002 г. : одобрен Советом федерации 18 дек. 2002 г.].

Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения каждого из основных разделов дисциплины. Промежуточный срез знаний проводится письменно (тестирование), а также устно (коллоквиумы). Тесты могут использоваться студентами в процессе самостоятельной подготовки, как по отдельным темам, так и по дисциплине в целом. В процессе всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания, готовят реферат по биотехнологиям переработки ТКО. Защита реферата включает четыре составляющие: оформление текста работы в соответствии с требованиями к оформлению текстов печатных работ; устный доклад; качество презентации; умение отвечать на вопросы (владение материалом). К требованиям оформления текста относятся: наличие введения с описанием актуальности работы, цели и задач; наличие в тексте ссылок на первоисточники; наличие заключения с выводами по работе. Изучение дисциплины заканчивается зачетом.

Критерии оценивания уровня освоения компетенций

Оценка всех результатов освоения компетенций проводится в соответствии со шкалой международной балльно-рейтинговой системы ECTS. В соответствии с рассчитанной системой оценивания (*см. паспорт ФОС), учащийся набирает необходимые баллы.

Работа на занятии: макс 1 балл. Оценка выставляется за присутствие и активную работу на семинаре или на лекции (лекции проводятся в интерактивной форме) – ответы на текущие вопросы, конспектирование, обсуждение.

Самостоятельная подготовка к занятию: макс 2 балла за каждую тему. Тема подготовлена, есть презентация, результаты расчетов, студент свободно отвечает на вопросы - 2 балла; студент присутствует на занятии, участвует в обсуждении, но затрудняется ответить на вопросы – 1 балл. Студент отсутствует или задание не подготовлено – 0 баллов

Рубежная и итоговая аттестация:

Оценка производится в процентах от общего количества проверенных заданий, с последующим переводом процентов в баллы в соответствии с утвержденной БРС. Например, студент ответил правильно на 10 тестовых вопросов из 15, следовательно, он набрал 67%. Максимальный балл за рубежную аттестацию – 9, умножаем 0,67 на 9, получаем 6 баллов. Данный балл выставляется в общую ведомость и суммируется с остальными баллами. Студент считается успешно прошедшим рубежную или итоговую аттестацию, если сумма

баллов за все виды деятельности на момент аттестации **превышает 50%** от максимально возможного балла.

Итоговая оценка за семестр складывается как сумма баллов за все виды деятельности студента (*см. паспорт ФОС) и может составить максимально **70 баллов**, то есть нижнюю границу оценки «отлично», категории В.

Итоговый экзамен сдается студентом добровольно, если им набран минимально возможный для аттестации балл – **51 балл**. В остальных случаях экзамен является обязательным и оценивается максимально в **30 баллов**, в результате суммарный балл выводится с учетом результата сдачи экзамена и итоговая оценка соответствует международной шкале ECTS. Если на экзамене студент набирает менее **15 баллов**, то экзамен считается не сданным и студент может сдать его повторно (пройти переэкзаменовку).

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

12.1 Паспорт ФОС (См. в Приложении 1)

12.2 Материалы для самоподготовки

Перечень вопросов итоговой аттестации по курсу

- 1.1 Нормативно-правовая база захоронения отходов в РФ.
- 1.2 Биотехнологические методы для переработки различных видов органических отходов, вермикомпостирование и вермикультивирование.
- 2.1 Виды отходов, подлежащих захоронению.
- 2.2 Микробные процессы разложения органического вещества отходов на полигонах ТКО.
- 3.1 Безопасное хранение отходов, методы обеспечения безопасности.
- 3.2. Биотехнологические методы для переработки различных видов органических отходов, анаэробная ферментация.
- 4.1 Устройство полигона для захоронения отходов.
- 4.2 Биотехнологические методы для переработки различных видов органических отходов, компостирование.
- 5.1 Воздействие полигонов ТКО на компоненты окружающей среды.
- 5.2 Биотехнологические методы для переработки различных видов органических отходов, санитарные полигоны.
- 6.1 Виды загрязнений от полигонов ТКО, особенности их распространения.
- 6.2 Биотехнологические методы для переработки различных видов органических отходов, полигоны-биореакторы.
- 7.1. Методы контроля загрязнений от полигонов ТКО.
- 7.2. Методы извлечения и концентрации различных веществ с применением микробиоты.
- 8.1. Технологии извлечения неорганических фракций отходов.
- 8.2. Биоремедиация полигонов ТКО на основе применения биотехнологий.

- 9.1. Технологии извлечения и переработки органических фракций отходов.
- 9.2. Эколого-географические особенности рекультивации полигонов ТКО.

- 10.1. Использование отходов ТКО для получения энергии.
- 10.2. Стратегия применения сообществ микроорганизмов для переработки отходов.

- 11.1. Эволюция отходов в истории человечества.
- 11.2. Основные группы микроорганизмов, используемые для переработки отходов, особенности метаболизма, экологические особенности.

- 12.1. Глобальное использование отходов человечеством.
- 12.2. Основные группы микроорганизмов, используемые для переработки отходов, особенности их применения в биотехнологии.

- 13.1. Методы подготовки отходов к захоронению, методы переработки отходов (сепарация, термические методы, уплотнение, обезвоживание и пр.).
- 13.2. Ремедиация, современные технологии.

- 14.1. Безопасное хранение отходов, методы обеспечения безопасности.
- 14.2. Анаэробное разложение органических отходов микробиологические аспекты.

- 15.1. Процессы, происходящие в теле полигона после захоронения: механические, химические, физико-химические, биологические.
- 15.2 Анаэробное разложение органических отходов биотехнологические аспекты.

- 16.1. Стратегия утилизации отходов (переработки и хранения) в странах Евросоюза.
- 16.2. Методы очистки сточных вод, типы очистных сооружений.

Пример тестовых задания для итоговой аттестации

1. Что не входит в мероприятия по устранению полигонов захоронения ТКО:
 1. Создание сети мусороперерабатывающих заводов;
 2. Законодательный запрет транспортировки ТКО по территории страны;
 3. Воздействие на сознание общества;
 4. Создание экологически чистых продуктов;
2. Мероприятия по устранению полигонов захоронения ТКО:
 1. Увеличение площади полигонов ТКО;
 2. Законодательный запрет переработки ТКО;
 3. Ликвидация мусороперерабатывающих заводов;
 4. Инновации, изучение процессов возникновения отходов и разработка новой продукции из отходов;
3. Размещение полигонов ТКО допускается:
 1. В рекреационных зонах;
 2. За пределами водоохраных зон водных объектов;
 3. В местах выхода на поверхность трещиноватых пород;
 4. В местах выклинивания водоносных горизонтов;

4. Способы снижения токсичности тяжелых металлов (указать несколько):

1. Осаждение в виде сульфидов или карбонатов;
2. Хелатирование;
3. Адсорбция;
4. Сжигание;

5. Для бактерий метаногенов строгих анаэробов токсичен в минимальной концентрации:

1. Летучие жирные кислоты;
2. Водород;
3. Метан;
4. Кислород;

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН

Разработчик:

доцент кафедры экологического
мониторинга и прогнозирования



С.Е. Мазина

Руководитель программы

Доцент департамента экологической безопасности
и менеджмента качества продукции



Харламова М.Д.

12.1 Паспорт Фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Контролируемые компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства						Баллы темы	Баллы раздела
			Работа на занятии	Самостоятельная работа	Промежуточная аттестация	Реферат	Итоговое тестирование	Экзамен		
ОПК-2	Исторические и нормативно-правовые аспекты обращения с отходами.	История взаимоотношений человечества с отходами, эволюция отходов, преобразование методов обращения с отходами. Обращение с отходами в различных странах, влияние климата, ландшафта, культурных особенностей и иных факторов. Нормативно-правовая база хранения (захоронения) твердых коммунальных и промышленных отходов в Российской Федерации, сравнение с нормативно-правовой базой стран Евросоюза, США и др.	2	2				3		7
ОПК-2;	Виды отходов, подлежащих захоронению (хранению) и методы обеспечения безопасного хранения. Процессы, происходящие в теле полигона после захоронения.	Виды отходов, подлежащих захоронению (хранению), особенности состава и качества отходов в разных регионах РФ. Методы подготовки отходов к захоронению, методы переработки отходов (сепарация, термические методы, уплотнение, обезвоживание и пр.). Сравнительная оценка методов, применяемых в РФ с методами других стран. Безопасное хранение отходов,	2	2		6		3		13

		методы обеспечения безопасности. Процессы, происходящие в теле полигона после захоронения: механические, химические, физико-химические, биологические.								
ПК-2	Экологические особенности воздействия полигонов на компоненты окружающей среды. Методы контроля.	Эмиссия газов, загрязнение вод, загрязнение почв, виды загрязнений, особенности их распространения. Методы контроля: физико-химические, биологические.	2	2				3		7
ПК-2; ПК-6	Возможности ресурсосбережения за счет рециклинга компонентов отходов после захоронения.	Возможности извлечения и переработки отходов пластика, металлов, органической фракции ТКО. Использование отходов ТКО для получения энергии.	2	2		6		3		13
ОПК-2; ПК-2	Современные биотехнологические методы, используемые для обезвреживания и утилизации отходов. Комбинации с физико-химическими методами.	Биотехнологические методы для переработки различных видов органических отходов (вермикомпостирование и вермикультивирование, компостирование, анаэробная ферментация, санитарные полигоны и полигоны-биореакторы). Методы переработки древесных строительных материалов, пластиков и резинотехнические изделия, выбор оптимального метода переработки. Методы биомодификации, биодеструкции, получение биопластиков и биоразлагаемых полимерных материалов, биологическая девулканизация. Применение озонирования, ультразвукового воздействия и пр.	2	2				3		7

ПК-2; ПК-6	Микробиота переработке отходов.	в	Методы извлечения и концентрации различных веществ с применением микробиоты. Основные группы микроорганизмов, используемые для переработки отходов (особенности метаболизма, экологические особенности, биотехнологические аспекты). Обзор биотехнологических методов, комбинации с физико-химическими методами.	2	2		6		3		13
ОПК-2; ПК-2; ПК-6	Применение аэробных и анаэробных микроорганизмов		Анаэробное разложение органических отходов, микробиологические и биотехнологические аспекты. Применение аэробных микроорганизмов, возможности и перспективы. Применение для целей рекультивации и ремедиации.	2	2				3		7
ПК-2; ПК-6	Применение микромицетов и макромицетов, фототрофов и других видов организмов для деструкции компонентов отходов.	и	Возможности применения микромицетов и макромицетов для целей деструкции и переработки отходов. Типы отходов, которые могут быть переработаны, условия, скорость деструкции, проблемы применения грибов. Виды грибов, которые являются потенциальными деструкторами. Цианобактерии и микроводоросли в переработке отходов. Стратегия применения сообществ для переработки отходов.	2	2		6		3		13
ОПК-2	Подходы рекультивации полигонов ТКО.	к	Эколого-географические особенности рекультивации. Анализ эффективности существующих методов. Обзор зарубежных подходов, влияние географических условий, исторические и культурные аспекты.	2	2				3		7
	Биоремедиация – методы,		Биоремедиация, использование растений,	2	2		6		3		13

ПК-2; ПК-6	процессы, стратегия.	почвенных видов, включая микробиту, насекомых, беспозвоночных. Создание устойчивых сообществ, методы и подходы. Биоремедиация на основе применения биотехнологий. Обзор современных направлений биотехнологии в рекультивации полигонов ТКО.								
	Итого:		20	20		30		30		100

Примечание: Тема реферата выбирается по желанию студента из списка дополнительных тем для самостоятельного изучения и защищается в середине и в конце семестра. Полученный балл приплюсовывается к итоговому баллу за семестр.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН