

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 17.05.2023  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

*Институт экологии*

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СОВРЕМЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ**  
**ПОЛИГОНОВ ТКО**

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

**05.04.06 Экология и природопользование**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

**«Рециклинг отходов производства и потребления совместно с Евразийским национальным университетом им. Л.Н. Гумилева»**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2023 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Современные биотехнологии рекультивации полигонов ТКО» 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. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Современные биотехнологии рекультивации полигонов ТКО» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-2	Способен использовать специальные и новые разделы экологии, геоэкологии и природопользования при решении научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	<b>ОПК-2.1</b> Знает основы экологии, геоэкологии, экономики природопользования и экономики замкнутого цикла, а также экологического менеджмента
		<b>ОПК-2.2</b> Умеет использовать экологические, экономические и другие специальные знания и алгоритмы для решения профессиональных задач
		<b>ОПК-2.3</b> 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	<b>ПК-2.1</b> Владеет навыками выбора и внедрения наилучших доступных технологий (НДТ) обработки и рециклинга отходов производства и потребления
		<b>ПК-2.2</b> Умеет экономически обосновывать планы внедрения новой техники и технологий по обращению с отходами, используя их как вторичный ресурс
		<b>ПК-2.3</b> Способен обеспечить минимизацию воздействия отходов на окружающую среду

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
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

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Современные биотехнологии рекультивации полигонов ТКО» относится к *вариативной/элективной* компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Современные биотехнологии рекультивации полигонов ТКО».

*Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины*

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-2	Способен использовать специальные и новые разделы экологии, геоэкологии и природопользования при решении научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	Общая экология Прикладная экология Промышленная экология	Государственный экзамен Подготовка и защита ВКР
ПК-2	Способен разрабатывать и экономически обосновывать планы внедрения новой техники и технологий, для обеспечения минимального воздействия отходов на окружающую среду	Общая экология Прикладная экология Промышленная экология	Государственный экзамен Подготовка и защита ВКР
ПК-6	Способен осуществлять координацию деятельности по организации и	Общая экология Прикладная экология Промышленная экология	Государственный экзамен Подготовка и защита ВКР

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	контролю в области обращения с отходами производства и потребления		

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Современные биотехнологии рекультивации полигонов ТКО» составляет 3 зачетных единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	36	36			
в том числе:					
Лекции (ЛК)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Практические/семинарские занятия (СЗ)	36	36			
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	63	63			
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	9	9			
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>108</b>			
	зач.ед.	<b>3</b>			

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 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.	ЛК, СЗ
Раздел 2. Виды отходов, подлежащих захоронению (хранению) и методы обеспечения	Виды отходов, подлежащих захоронению (хранению), особенности состава и качества отходов в разных регионах РФ. Методы подготовки отходов к захоронению, методы	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
безопасного хранения. Процессы, происходящие в теле полигона после захоронения.	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.	
Раздел 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.	ЛК, СЗ
Раздел 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.	ЛК, СЗ
Раздел 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.	ЛК, СЗ
Раздел 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.	ЛК, СЗ
Раздел 7. Применение аэробных и анаэробных микроорганизмов	Анаэробное разложение органических отходов, микробиологические и биотехнологические аспекты.	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	Применение аэробных микроорганизмов, возможности и перспективы. Применение для целей рекультивации и ремедиации.	
Раздел 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.	ЛК, СЗ
Раздел 9. Подходы к рекультивации полигонов ТКО.	Эколого-географические особенности рекультивации. Анализ эффективности существующих методов. Обзор зарубежных подходов, влияние географических условий, исторические и культурные аспекты.	ЛК, СЗ
Раздел 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.	ЛК, СЗ

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	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
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	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.
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами, доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Программное обеспечение Microsoft Office 2003, 2007, 2010, Netware (Novell), OS/2 (IBM), SunOS (Sun Microsystems), Java Desktop System Sun Microsystems базы данных, информационно-справочные и поисковые системы Google, Yandex, Yahoo, Google Scholar, РИНЦ
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	Аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, персональными компьютерными.

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ 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. Ножевой, 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. Сарapultцевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с. Электронный ресурс: <https://nashol.com/2012111868072/biologicheskii-kontrol-okruzhajuschei-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.

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

- <http://scirus.com>

- <http://elibrary.ru>

- <http://www.sevin.ru>



*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Современные биотехнологии рекультивации полигонов ТКО».

2. Методические указания по выполнению заданий по дисциплине «Современные биотехнологии рекультивации полигонов ТКО».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Современные биотехнологии рекультивации полигонов ТКО» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

### **РАЗРАБОТЧИКИ:**

Доцент департамента ЭБиМКП



**Мазина С.Е.**

### **РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Директор департамента ЭБиМКП



**Савенкова Е.В.**

### **РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент департамента ЭБиМКП



**Харламова М.Д.**

---

Должность, БУП

---

Подпись

---

Фамилия И.О.

12. Фонд 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	Защита лабораторной работы	Промежуточная аттестация	Реферат	Итоговое тестирование	Экзамен		
ОПК-2 ПК-2 ПК-6	<b>Исторические и нормативно-правовые аспекты обращения с отходами.</b>	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					5		7
ОПК-2 ПК-2 ПК-6	<b>Виды отходов, подлежащих захоронению (хранению) и методы обеспечения безопасного хранения. Процессы, происходящие в теле полигона после захоронения.</b>	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	2			6		5		13

		стран. Безопасное хранение отходов, методы обеспечения безопасности. Процессы, происходящие в теле полигона после захоронения: механические, химические, физико-химические, биологические.								
ОПК-2 ПК-2 ПК-6	<b>Экологические особенности воздействия полигонов на компоненты окружающей среды. Методы контроля.</b>	Эмиссия газов, загрязнение вод, загрязнение почв, виды загрязнений, особенности их распространения. Методы контроля: физико-химические, биологические.	2					5		7
ОПК-2 ПК-2 ПК-6	<b>Возможности ресурсосбережения за счет рециклинга компонентов отходов после захоронения.</b>	Возможности извлечения и переработки отходов пластика, металлов, органической фракции ТКО. Использование отходов ТКО для получения энергии.	2			6		5		13
ОПК-2 ПК-2 ПК-6	<b>Современные биотехнологические методы, используемые для обезвреживания и утилизации отходов. Комбинации с физико-химическими методами.</b>	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					5		7

ОПК-2 ПК-2 ПК-6	<b>Микробиота переработке отходов.</b>	<b>в</b>	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			6		5		<b>13</b>
ОПК-2 ПК-2 ПК-6	<b>Применение аэробных и анаэробных микроорганизмов</b>		Анаэробное разложение органических отходов, микробиологические и биотехнологические аспекты. Применение аэробных микроорганизмов, возможности и перспективы. Применение для целей рекультивации и ремедиации.	2					5		<b>7</b>
ОПК-2 ПК-2 ПК-6	<b>Применение микромицетов и макромицетов, фототрофов и других видов организмов для деструкции компонентов отходов.</b>	<b>и</b>	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			6		5		<b>13</b>
ОПК-2 ПК-2 ПК-6	<b>Подходы рекультивации полигонов ТКО.</b>	<b>к</b>	Эколого-географические особенности рекультивации. Анализ эффективности существующих методов. Обзор зарубежных подходов, влияние географических условий, исторические и культурные аспекты.	2					5		<b>7</b>

ОПК-2 ПК-2 ПК-6	<b>Биоремедиация – методы, процессы, стратегия.</b>	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.	2			6		5		<b>13</b>
	<b>Итого:</b>		20			<b>30</b>		50		<b>100</b>

**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.

## Используемая балльно-рейтинговая система

### Шкала оценок:

Баллы БРС	Традиционные оценки	Оценки ECTS
95-100	5	A
86-94		B
69-85	4	C
61-68	3	D
51-60		E
31-50	2	FX
0-30		F

#### Пояснение оценок

- A Выдающийся ответ
- B Очень хороший ответ
- C Хороший ответ
- D Достаточно удовлетворительный ответ
- E Отвечает минимальным требованиям удовлетворительного ответа
- FX Оценка 2+ (FX) означает, что студент может добрать баллы только до минимального удовлетворительного ответа
- F Неудовлетворительный ответ (либо повтор курса в установленном порядке, либо основание для отчисления)

### Вопросы для подготовки к экзамену

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.

### **Современные биотехнологии переработки полигонов ТКО. Тесты.**

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;

6.Ингибиторами процесса анаэробной ферментации являются (указать несколько):

1. Аммиак;
2. Сульфид;
3. Ионы тяжелых металлов;
4. Ацетат;

7. Оптимум температур для термофильных организмов:

1. 20-24°C;
2. 4 °C;
3. 30-40 °C;
4. 50-60 °C;

8.Оптимум температур для мезофильных организмов:

5. 20-24°C;
6. 4 °C;

7. 30-40 °С;

8. 70-80 °С;

9. Как зависит выход метана от размера частиц органического сырья, вносимого в биореактор:

1. Никак не зависит;

2. Чем крупнее частицы, тем больше выход метана;

3. Для увеличения выхода метана нужно, чтобы частицы были и крупными и мелкими;

4. Чем мельче частицы, тем больше выход метана;

10. Как определить зольный остаток в органических отходах:

1. Высушить при комнатной температуре;

2. Сжечь в муфельной печи при 650°С;

3. Сжечь на открытом пламени;

4. Высушить при 105°С;

11. Как определить сухое вещество в органических отходах:

5. Высушить при комнатной температуре;

6. Сжечь в муфельной печи при 650°С;

7. Сжечь на открытом пламени;

8. Высушить при 105°С;

12. Преимущества твердофазной анаэробной ферментации отходов по сравнению с жидкофазной (указать несколько):

1. Использование реакторов небольшого объема;

2. Минимальные общие потери энергии

3. Минимальная предобработка материала;

4. Длительное время пребывания отходов в реакторе;

13. Твердофазная анаэробная ферментация проводится при содержании сухих веществ в сырье:

1. Менее 1 об. %;
2. 13-15 об. %;
3. 50 об. %;
4. Более 60 об. %;

14. Гомоацетатные бактерии могут использовать для роста и образования ацетата (выбрать несколько ответов):

1. Метанол;
2. Формиат;
3. Водород;
4. Сероводород;

15. Среди указанных типов брожения выберите неверный ответ:

1. Спиртовое;
2. Молочнокислое;
3. Маслянокислое;
4. Урановое;

16. Вермикомпостирование осуществляется при обязательном участии:

1. Жужелиц;
2. Коллембол;
3. Дождевых червей;
4. Слизней;

17. Какая кислота не является продуктом жизнедеятельности ферментативных бактерий (бродильщиков):

1. Соляная;
2. Муравьиная;
3. Уксусная;
4. Масляная;

18. В качестве субстратов ферментативные бактерии (бродильщики) используют :

1. Сероводород;
2. Целлюлозу;
3. Сахара;
4. Сульфаты

19. Виды протеолитических бактерий, используемые в биотехнологии, были выделены из (указать несколько вариантов):

1. Коровьего навоза;
2. Баков-хранилищ моторных масел;
3. Гранулированного ила реактора, перерабатывающего молочную сыворотку;
4. Глинистых отложений;

20. Полисахаролитические бактерии не используют в качестве субстрата:

1. Крахмал;
2. Пектин;
3. Кальций;
4. Ксилан;

21. Процесс брожения это:

1. Гидрогенез;
2. Кислотогенез;
3. Гомоацетогенез;
4. Метаногенез;

22. Группы гидролитических микроорганизмов (указать несколько):

1. Полисахаролитические;
2. Метаногены;
3. Протеолитические;
4. Липолитические;

**23. Гидролиз это:**

1. Синтез глюкозы;
2. Кислотогенез;
3. Синтез ферментов;
4. Демполимеризация высокомолекулярных соединений

**24. В стадии анаэробного микробного разложения органического вещества не относится:**

1. Гумификация;
2. Ацетогенная;
3. Ферментация;
4. Гидролиза;

**25. К микроорганизмам метаногенных сообществ не относятся:**

1. Цианобактерии;
2. Гидролитические бактерии;
3. Бродильные бактерии;
4. Метаногенные археи;

**26. В темновую фазу фотосинтеза идут процессы:**

1. выделения кислорода
2. синтез глюкозы
3. выделение углекислого газа
4. синтез НАДФН

**27. Устройство полигона-биореактора не включает**

1. Систему искусственной терморегуляции,
2. Рециркуляцию и очистку личатов;
3. Установку системы сбора биогаза;
4. Покрытие отходов запирающим слоем почвы;

28. Мероприятия, которые не являются обязательными на санитарных полигонах:

1. Уплотнение отходов;
2. Ежедневное покрытие отходов (грунтом или другим материалом);
3. Сбор личатков и биогаза;
4. Сжигание метана;

29. К основным компонентам биогаза не относятся:

1. Диоксид углерода;
2. Метан;
3. Радон;
4. Азот;

30. При биологическом разложении отходов активность анаэробных процессов значительно снижается при содержании в них влаги менее:

1. 100%.
2. 20%
3. 80%
4. 2%