

Минобрнауки России

Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра биозологии и техносферной безопасности

Фонд оценочных средств
по дисциплине
«Отходы производства и потребления»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки)

Безопасность жизнедеятельности и охрана труда
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Бузулук 2026

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании кафедры биоэкологии и техносферной безопасности

протокол № 8 от "23" марта 2026 г.

Декан *строительно –
технологического факультета*



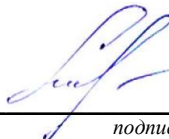
И.В. Завьялова

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент



М.А. Щебланова

должность

подпись

расшифровка подписи

Раздел 1. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

Формируемые компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств/ шифр раздела в данном документе
ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК-1-В-2 Умеет решать типовые задачи по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной и окружающей) согласно современным тенденциям развития техники и технологий в области техносферной безопасности	Знать: - нормативно-правовые акты в области обращения с отходами производства и потребления.	Блок А – задания репродуктивного уровня Тестовые вопросы Вопросы для опроса
		Уметь: - применять знания для минимизации негативного воздействия отходов производства и потребления на окружающую среду.	Блок В – задания реконструктивного уровня Задачи
		Владеть: - навыками решения типовых задач в области обращения с отходами производства и потребления по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной и окружающей) согласно современным тенденциям развития техники и технологий в области техносферной безопасности..	Блок С – задания практико-ориентированного и/или исследовательского уровня Индивидуальные творческие задачи

Раздел 2. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине (оценочные средства). Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Блок А

А.0 Тесты

ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной

деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека

1 Что определяет Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» *(один правильный ответ)*?

- а) Правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения вредного воздействия отходов производства и потребления на окружающую природную среду.
- б) Правовые основы вовлечения отходов производства и потребления в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.
- в) Правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения вредного воздействия отходов производства и потребления на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

Правильный ответ: в

2 Какие требования к профессиональной подготовке лиц, допущенных к обращению с отходами установлены Федеральным законом от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» *(один правильный ответ)*?

- а) Лица, которые допущены к обращению с отходами I - IV класса опасности, обязаны иметь профессиональную подготовку, подтвержденную свидетельствами (сертификатами) на право работы с отходами I - IV класса опасности. Ответственность за допуск работников к работе с отходами I - IV класса опасности несет соответствующее должностное лицо организации
- б) Лица, которые допущены к обращению с опасными отходами, обязаны иметь подготовку, на право работы с опасными отходами. Ответственность за допуск работников к работе с опасными отходами несет территориальный орган Ростехнадзора.
- в) Лица, которые допущены к обращению с опасными отходами, обязаны иметь подготовку, на право работы с опасными отходами. Ответственность за допуск работников к работе с опасными отходами несет главный технолог.

Правильный ответ: а

3 Какие этапы и документация используются на предприятии при обращении с отходами *(пять правильных ответов)*?

- а) банк данных по отходам
- б) установление класса опасности отходов для окружающей среды и подтверждения отнесения отхода к данному классу опасности; паспортизация отходов I-IV классов опасности;
- в) ведение первичного учета отходов на предприятии и ежегодное представление формы статистического наблюдения № 2-ТП (отходы);
- г) лицензирование деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов I-IV классов опасности;
- д) разработка проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНО-ОЛР) и получение разрешительного документа (лимита) на размещение отходов;
- е) внесение платы за размещение отходов.
- ж) технологический регламент по отходам

Правильный ответ: б, в, г, д, е

4 В какой форме ежегодно подтверждается неизменность производственного процесса и используемого сырья, представленные в проекте нормативов образования отходов и лимитов на их размещение *(один правильный ответ)*?

- а) Регламента технологического процесса изготовления продукции.
- б) В виде технического отчета о неизменности производственного процесса, используемого сырья и об обращении с отходами
- в) В виде технологических карт производства продукции

Правильный ответ: б

5. Отходы потребления (один правильный ответ):

- а) непригодные для дальнейшего использования пищевые продукты и предметы быта, выбрасываемые человеком
- б) остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве продукции и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства
- в) изделия и материалы, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа

Правильный ответ: в

6. Транспортирование опасных отходов осуществляется при условии (один правильный ответ):

- а) при любых условиях
- б) несоблюдение требований безопасности, наличие специальной документации
- в) соблюдение требований безопасности, наличие специальной документации

Правильный ответ: в

7. Вторичное сырьё (один правильный ответ):

- а) количественное выражение объёмов конкретных видов вторичного сырья
- б) часть вторичных материальных ресурсов, которые в настоящее время могут повторно использоваться в народном хозяйстве
- в) нет верного ответа

Правильный ответ: б

8. Какая деятельность понимается под «сбором отходов» (один правильный ответ)?

- а) Прием или поступление отходов от физических лиц и юридических лиц в целях дальнейшего использования, обезвреживания, транспортирования, размещения таких отходов.
- б) Прием вторичных материальных ресурсов у населения
- в) Сбор отходов на территории промышленных предприятий

Правильный ответ: а

9. Как характеризуется Федеральным законом от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» понятия – объект размещения отходов (один правильный ответ)?

- а) Объект размещения отходов - сооружение, предназначенное для размещения отходов (полигон, шламохранилище, хвостохранилище, отвал горных пород и другое);
- б) Объект размещения отходов - специально оборудованное сооружение, предназначенное для размещения отходов (полигон, шламохранилище, хвостохранилище, отвал горных пород и другое);
- в) Объект размещения отходов - полигон, шламохранилище, хвостохранилище, отвал горных пород и другое;

Правильный ответ: б

10. Что такое паспорт опасных отходов (один правильный ответ)?

- а) Паспорт опасных отходов – документ, необходимый для трансграничного перемещения отходов.
- б) Паспорт опасных отходов – документ, регистрирующий факт образования отходов для конкретного технологического процесса.
- в) Паспорт опасных отходов - документ, удостоверяющий принадлежность отходов к отходам соответствующего вида и класса опасности, содержащий сведения об их составе

Правильный ответ: в

А.1 Вопросы для опроса

ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека

1 Деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также производится сбор, использование, обезвреживание, транспортировка и размещение отходов.

Правильный ответ: обращение с отходами

2 Хранение и захоронение отходов.

Правильный ответ: размещение отходов

3 Содержание отходов в объектах размещения отходов в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования.

Правильный ответ: хранение отходов

4 Специально оборудованные сооружения: полигоны, шламохранилища, отвалы горных пород и др.

Правильный ответ: объекты размещения отходов

5 Изоляция отходов, не подлежащих дальнейшему использованию, в специальных хранилищах, исключающих попадание вредных веществ в окружающую природную среду.

Правильный ответ: захоронение отходов

6 Обработка отходов, в том числе сжигание на специализированных установках в целях предотвращения вредного воздействия отходов на человека и окружающую природную среду.

Правильный ответ: обезвреживание отходов

7 Каждому производителю продукции устанавливается норматив образования отходов, т.е. количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции, и рассчитывается ... на размещение отходов – предельно допустимое количество отходов в течение года.

Правильный ответ: лимит

8 Поступление в компоненты окружающей среды вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду

Правильный ответ: загрязнение

9 Биологический метод обезвреживания твердых бытовых отходов (ТБО), содержащих большое количество органики

Правильный ответ: компостирование

10 Документ, удостоверяющий принадлежность отходов к отходам соответствующего вида и класса опасности, содержащий сведения об их составе

Правильный ответ: паспорт отходов

Блок В

Оценочные средства для диагностирования сформированности уровня компетенций – «уметь»

В.1 Типовые задачи:

ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека

1 Провести расчет общей суммы платежа за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) хозяйственной деятельности предприятием II класса опасности в результате образования и хранения в течение 12 месяцев на собственном оборудованном полигоне состава отходов, приведенного в табл. 1.

Таблица 1 – Исходные данные по фактическому образованию отхода и лимиты размещения предприятием

№	Вид отхода	Код ФККО	Класс опасности отхода	Масса образования и хранения, кг/год	Норматив образования отхода, т/год	Лимит размещения отхода, т/год
1	песок кварцевый, загрязненный нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов 15% и более)	44370111393	3	11000	10	10
2	катализатор на основе оксида цинка, содержащий оксиды алюминия, кобальта и молибдена, отработанный	4410050 4493	3	15	0,02	0,02
3	катализатор на основе оксидов меди и цинка, содержащий оксид марганца, отработанный	4410091 1493	3	12	0,015	0,02
4	ткань фильтровальная из смешанных волокон, отработанная при очистке лаков от механических примесей в производстве алкидно-фенольных,	3112523 1604	4	20	0,03	0,05

	алкидно-уретановых и пентафталевого лаков					
--	---	--	--	--	--	--

Ответ: Предприятие в результате образования и хранения на собственном оборудованном полигоне отходов заданного вида осуществило плату: в 2021 г. - 15064,09 руб.; в 2022 г. - 16598,39 руб.

2 В крупной фирме ООО «Строймакс» в 1 квартале 2016 в результате строительно-монтажных работ образовались отходы массой 2,8 тонны по классу опасности 4 в границах лимита и 1,1 тонны по классу опасности 3 сверх лимита. За 2015 год платежи за размещение мусора не перечислялись из-за его отсутствия. Определите плату за размещение отходов.

Ответ: плата за размещение отходов фирмой ООО «Строймакс» составила 35955,38 рублей

3 Отход состоит из трёх компонентов: CuO — 28%, Cr_2O_3 — 14%, CaSO_4 — 58%. Расчитайте класс опасности отхода.

Ответ: $K = 15,97$ попадает в интервал от 100 до 10, следовательно, отход относится к IV классу опасности.

4 Рассчитайте площадь участка складирования ТБО по исходным данным: проектная вместимость полигона на расчетный период эксплуатации полигона $E_t = 4,8$ млн. м^3 . Проектная высота полигона $H_{пл} = 40$ м. Определим значение параметров, необходимых для расчета требуемой площади полигона

Ответ: требуемая площадь для размещения полигона ТБО 43,2 га

5 Исходные данные: расчетный срок эксплуатации $T=20$ лет. Годовая удельная норма накопления ТБО с учетом жилых зданий и непромышленных объектов на год проектирования $Y^*=1,3$ м/чел.год. Количество обслуживаемого населения на год проектирования $N^*=350$ тыс. чел., прогнозируется через 20 лет с учетом близко расположенных населенных пунктов $N^{**}=520$ тыс. чел. Высота складирования ТБО, предварительно согласованная, $H_{п}=40$ м.

Ответ: вместимость полигона на расчетный срок 4828500 м^3

Блок С

С.2 Индивидуальные творческие задания

ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека

1 После заполнения полигона до проектной отметки потребовалось произвести его закрытие и выполнение работ его рекультивации. Поясните этапы проведения необходимых работ в данном случае.

Ответ:

Последний слой отходов перед закрытием полигона засыпают слоем минерального грунта. Рекультивация закрытых полигонов - комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности восстанавливаемых территорий, а

также на улучшение окружающей среды. Рекультивацию полигона необходимо провести в два этапа: технический и биологический.

Технический этап рекультивации полигона включает: 1. Укрепление внешних откосов полигона путем их выполаживания отсыпкой избыточного минерального грунта и почвы. 2. Завоз необходимых строительных материалов для устройства многофункционального перекрытия. Устройство слабопроницаемого финального перекрытия и создание системы по сбору биогаза.

Биологический этап рекультивации включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий. Для защиты сформированных грунтовых поверхностей от ветровой и водной эрозии производят их озеленение. По склонам и берам (террасам) высаживают защитные древесно-кустарниковые насаждения, а по откосам выполняют посев многолетних трав. Верхнее основание полигона обустривают в зависимости от целевого последующего использования.

2 Химкомбинат по производству азотных удобрений сбросил в ближайший водоем 30 т нитрата аммония. Выживут ли ушастые окуни, живущие в этом озере? Размер озера 200х50х5 м. Токсичная концентрация нитрата аммония для ушастых окуней составляет 800 мг/л.

Ответ: ушастые окуни выживут, так как данная концентрация нитрата аммония не превышает его токсичной концентрации.

3 Расчет показателей полигона для захоронения бытовых отходов.

Рассчитать показатели полигона для захоронения бытовых отходов. Количество отходов 200 000 т, высота укладки 15 м, насыпная плотность ТБО 200 кг/м³, плотность укладки 800 кг/м³. Полигон размещается в отработанном карьере объемом 100 000 м³.

Ответ:

Для обоснования требуемой площади участка полигона рассчитывается количество ТБО, которое будет доставлено на него в расчетное время 20 лет, м³:

$$E_T = (k_2/k_1) Y,$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий уплотнение ТБО в процессе эксплуатации;

k_2 – коэффициент, учитывающий объем промежуточных и окончательных наружных изолирующих слоев грунта;

Y – объем неуплотненных ТБО, м³:

$$Y = M/\rho,$$

где ρ – начальная плотность ТБО в неуплотненном состоянии (0,2 т/м³);

$$Y = 200000/0,2 = 10^6 \text{ м}^3;$$

$$E_T = \left(\frac{1,22}{4}\right) 10^6 = 3,05 \cdot 10^5 \text{ м}^3.$$

Так как полигон располагается в отработанном карьере 100хх100х10 м общим объемом $V_k = 100\,000 \text{ м}^3$, что в три раза меньше объема захороняемых отходов, то полигон проектируется по высотной схеме. Высоту полигона над уровнем участка земли H определяют их условия заложения внешних откосов 1:4 и необходимости иметь размеры верхней площадки, обеспечивающие безопасную работу мусоровозов и уплотняющей техники:

$$H = (Ш - Ш_v)/8, \text{ м},$$

где $Ш$ – ширина участка складирования.

Минимальная ширина верхней площадки $Ш_v$ определяется удвоенным радиусом разворота мусоровозов, равным $9 \cdot 2 = 18 \text{ м}$, и соблюдением правил размещения мусоровозов не ближе 10 м от откосов. Минимальная ширина составляет $18 + 10 \cdot 2 = 38 \text{ м}$.

Для удобства работы техники принимаем ширину верхней площадки 60 м. Площадь ее $C^2 = 602 = 3600 \text{ м}^2$.

В качестве наиболее экономичной формы рассчитывается полигон в виде правильного квадрата. Глубина котлована остается $H_k = 10 \text{ м}$, а сторона на уровне земли принимается 145 м.

При этом с учетом уклона 1: 0,5 для глинистых грунтов, на котором располагается полигон, сторона днища котлована и его площадь соответственно

$$\begin{aligned} \text{Ш}_k &= 145 - 10 / (0,5 \cdot 2) = 135 \text{ м}; \\ C_3 &= 135^2 = 18225 \text{ м}^2. \end{aligned}$$

Площадь полигона на уровне земли

$$C_1 = 145^2 = 21025 \text{ м}^2.$$

С учетом внешних откосов 1:4 и ширины верхней площадки 60 м получаем высоту полигона над уровнем земли:

$$H = (145 - 60) / 8 = 10 \text{ м}.$$

Фактическую вместимость полигона E_ϕ с учетом уплотнения рассчитываем по формуле усеченной пирамиды:

$$\begin{aligned} E_\phi &= 1/3(C_1 + C_2 + \sqrt{C_1 C_2})H + 1/3(C_1 + C_3 + \sqrt{C_1 C_3})H_k = \\ &= 1/3(21\,025 + 3600 + \sqrt{21\,025 \cdot 3600})10 + 1/3(21\,025 + \\ &+ 18\,225 + \sqrt{21\,025 \cdot 18\,225})10 = 3,07 \cdot 10^5 \text{ м}^3, \end{aligned}$$

что превышает теоретический объем на 1 %.

Потребность в изолирующем материале B_Γ определяется по формуле:

$$B_\Gamma = E_\phi (1 - 1/k_2) = 3,03 \cdot 10^5 (1 - 1/1,22) = 55\,360 \text{ м}^3.$$

Изолирующим материалом является открытый из котлована грунт. Изъятый грунт размещается в кавальерах по периметру полигона.

Объем грунта после достижения котлованом проектных размеров составит

$$\begin{aligned} B_{\Gamma H} &= (C_3 + C_1) / 2H_k - B_\Gamma = (18\,225 + 21\,025) / (2 \cdot 10) - 100\,000 = \\ &= 96\,200 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Оставшаяся часть грунта $B_{ост} = 96\,200 - 55\,360 = 40\,840 \text{ м}^3$ используется для наружной изоляции полигона при его закрытии в виде покрытия слоем толщиной 1 м.

Заполнение полигона производится участками – «картами» шириной 5 м и длиной 27 м. ТБО уплотняются слоями по 0,5 м тяжелыми бульдозерами и катком-уплотнителем. При достижении высоты слоя уплотненных ТБО в 2 м слой изолируется грунтом. Толщина промежуточной изоляции 0,25 м.

4 Расчет оборудования для обезвреживания ТБО. Рассчитать оборудование для обезвреживания твердых бытовых отходов сжиганием по следующим исходным данным: расход ТБО 100000 т/год, зольность 15 %, содержание неорганических веществ – 10 %.

Ответ:.

Элементный состав ТБО, %: $C = 51,3$; $H = 6,6$; $N = 0,2$; $O = 41,7$; $S = 0,2$.

Рассчитывается $(Q_H^P)_{общ}$ для всей массы ТБО:

$$\begin{aligned} (Q_H^P)_{общ} &= 81C_{общ}^P + 300H_{общ}^P - 26(O_{общ}^P - S_{общ}^P) - 54N_{общ}^P = \\ &= 19600 \text{ кДж/кг или } 4690 \text{ ккал/кг}. \end{aligned}$$

Удельная теплота сгорания с учетом 3% недожога и 3% теплотеря

$$Q_H^P = 4410 \text{ ккал/кг или } 18420 \text{ кДж/кг}.$$

Требуется рассчитать массу воздуха, теоретически необходимого для горения 15 тонн отходов в час:

$$\begin{aligned} L_0 &= (0,115C^P + 0,345H^P + 0,043(S^P - O^P)) 15000 = 6,4 \cdot 15000 = \\ &= 96 \text{ т/кг} = 96000 \text{ кг/кг}. \end{aligned}$$

Объем теоретически необходимого воздуха:

$$V_0 = 0,089C^p + 0,265H^p + 0,33(S^p - O^p) = 4,95 \text{ м}^3/\text{кг};$$

$$V_0 = 4,95 \cdot 15000 = 74300 \text{ м}^3/15 \text{ т.}$$

Объем теоретически необходимого воздуха рассчитывается по формуле с учетом коэффициента избытка воздуха:

$$\alpha = 1,6 - 2;$$

$$V_0 = 1,08 \cdot \alpha \cdot Q_H^p \cdot 15000/1000 = 74200 \text{ м}^3/15 \text{ т при } \alpha = 1,6;$$

$$\alpha = V_B / V_0,$$

где V_B – фактический расход воздуха, необходимый для сжигания 15 тонн ТБО.

$$V_B = \alpha \cdot V_0 = 1,6 \cdot 74200 = 118880 \text{ м}^3/15 \text{ т.}$$

Продукты сгорания, их состав и количество:

$$V_r = (0,1 + 1,08\alpha) \cdot Q_H^p/1000 = 1495000 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где V_r – объем дымовых газов.

Содержание отдельных составляющих для дымовых газов:

$$V_{CO} = \frac{1,86 \cdot C^p}{V_r} = 15000 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$V_{N_2} = \frac{79 \cdot \alpha \cdot V_0}{V_r} = 115500 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$V_{O_2} = \frac{21(\alpha-1)V_0}{V_r} = 16500 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$V_{H_2O} = \frac{100(9H^p + W^p)V_0}{V_r \cdot 80,5} = 3000 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Температура уходящих газов после топочной камеры составляет 800–1000 °С. Для использования тягодутьевых и пылеулавливающих устройств, установленных в МСУ, требуется снизить температуру до 250–300 °С.

$$V_{ОВ} = \frac{V_r (t_r - t_{см})}{(t_{см} - t_B)} = \frac{149500 (900 - 250)}{(250 - 25)} = 431890 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Такой объем воздуха требуется для охлаждения 149500 м³/ч отходящих газов, т. е. приблизительно в 4 раза больше.

Учитывая, что зольность ТБО по условию 15 %, рассчитывается элементный состав ТБО, подвергающийся горению, %: $C = 48,5$; $H = 4,95$; $N = 0,18$; $O = 31,33$; $S = 0,16$.

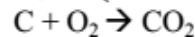
Расчет Q_p^c (т.е. на сухую массу) с учетом зольности:

$$Q_p^c = 81C_{общ}^c + 300H_{общ}^c - 26(O_{общ}^c - S_{общ}^c) - 6 \cdot 9H_{общ}^c =$$

$$= 81 \cdot 48,5 + 300 \cdot 4,95 - 26(0,16 - 31,33) - 54 \cdot 4,95 =$$

$$= 4300 \text{ ккал/кг.}$$

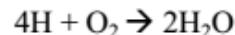
$$L_0 = 0,115C^p + 0,345H^p + 0,043(S^p - O^p) = 6,3 \text{ кг/кг.}$$



Предполагаемый расчет C на 1 кг:

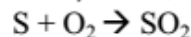
$$0,485 \text{ кг} = m_C \rightarrow 0,485 \text{ кг} / 12 \text{ кг/моль} = 0,04 \text{ моль.}$$

$$V_{O_2} = 0,04 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ м}^3/\text{моль} = 0,82 \text{ м}^3; V_{CO_2} = 0,72 \text{ м}^3.$$



$$0,0495 \text{ кг} = m_H \rightarrow 0,495 \text{ кг} / 2 \text{ кг/моль} = 0,0248 \text{ моль.}$$

$$V_{O_2} = 0,0248 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ м}^3/\text{моль} / 2 = 0,277 \text{ м}^3; V_{H_2O} = 0,554 \text{ м}^3.$$



$$0,3133 \text{ кг} = m_S \rightarrow 0,3133 \text{ кг} / 32 \text{ кг/моль} = 0,0098 \text{ моль.}$$

$$V_{O_2} = 0,0098 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ м}^3/\text{моль} = 0,22 \text{ м}^3; V_{SO_2} = 0,22 \text{ м}^3.$$

$$\Sigma O_2 = 1,019 \text{ м}^3 / 0,21;$$

$$m_{\text{воздуха}} = 4,85 \text{ м}^3;$$

$$V_{N_2} = 4,85 - 1,019 = 3,8 \text{ м}^3.$$

Теоретический расход O_2 (с учетом O_2 в ТБО) составляет 0,99.

Реальный расход воздуха $0,99 / 0,21 = 4,75 \text{ м}^3$;

$$V_{N_2} = 4,75 - 0,99 = 3,76 \text{ м}^3.$$

5 Расчет прямоугольного аэротенка. Исходные данные: производительность по стокам $h = 6061 \text{ м}^3/\text{ч}$; объем – $19440 \text{ м}^3/\text{ч}$; габаритные размеры: $a \cdot b = 108 \text{ м} \cdot 36 \text{ м}$; $La = 122$, $Lt = 19$; высота слоя воды в аэротенке $H = 4,5 \text{ м}$; коэффициент использования воздуха $k = 6 \text{ г/м}^3$; интенсивность аэрации $I = 7,2 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$; скорость в воздуховодах, подающих воздух под аэраторы, $6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{ч}$.

Ответ.

1. Количество воздуха, необходимого для снижения БПК₂₀ сточной воды:

$$V = \frac{(La - Lt) Q}{K \cdot H \cdot d} = \frac{(122 - 19) 6061}{6 \cdot 4,5 \cdot 1} = 23,122 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Количество воздуха, необходимого для снижения БПК₂₀ с La до Lt на 1 м^3 воды:

$$D = \frac{La - Lt}{K \cdot H \cdot d} = \frac{122 - 19}{6 \cdot 4,5 \cdot 1} = 5 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

3. Объем возвратного активного ила:

$$q = \frac{0,8 \cdot 6061}{1,1 - 0,8} = 3463,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Продолжительность аэрации:

$$t = \frac{2a}{k \cdot I} = \frac{2 \cdot 500}{12 \cdot 7,2} = 11,6 \text{ ч}.$$

5. Количество необходимого воздуха:

$$D' = \frac{2a}{k \cdot H} = \frac{2 \cdot 500}{12 \cdot 4,5} = 18,5 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

6. Концентрация загрязняющих веществ сточных вод в иловой смеси с учетом разбавления возвратным активным илом:

$$a = \frac{aQ + bq}{Q + q} = \frac{500 \cdot 6061 + 30 \cdot 3000}{6061 + 3000} = 334 \text{ мг/г}.$$

7. Требуемое для очистки количество кислорода:

$$G_{O_2} = L \cdot \Delta \text{БПК} = 6061 \cdot 470 = 2848670 \text{ кг/ч} \quad \text{на три аэротенка,}$$

где $\Delta \text{БПК} = \text{БПК}_{\text{вх}} - \text{БПК}_{\text{вых}} = 500 - 30 = 470 \text{ мг/л}$.

G_{O_2} на 1 аэротенк: $2848670 / 3 = 949557 \text{ кг/ч}$.

8. Требуемое количество воздухоподувок:

$$n_v = \frac{V}{0,576 \cdot L_{\text{вд}}} \cdot \frac{V}{0,72 \cdot L_{\text{вд}}} = \frac{12612}{0,576 \cdot 12000} \cdot \frac{12612}{0,72 \cdot 12000} = 2,7 \text{ шт.}$$

Принимаем 3 шт., тогда на три аэротенка – 9 шт.

9. Количество аэраторов:

$$n = \frac{G}{Q} = \frac{6061 \cdot 0,14}{18,6 (1 - 0,67 \cdot 1,25)} = 280 \text{ шт.}$$

10. Шаг аэратора в аэротенке:

$$t = \sqrt{\frac{a \cdot b}{n}} = \sqrt{\frac{108 \cdot 36}{280}} = 3,72 \text{ м} \approx 4 \text{ м}.$$

11. Расход воздуха на один аэратор:

$$q = V/n = 12612/280 = 45 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

12. Диаметр аэратора:

$$d = v \cdot q^{-1,33} \cdot 10^4 = 6 \cdot 10^{-3} \cdot 45^{-1,33} \cdot 10^4 = 0,4 \text{ м.}$$

13. Высота трубы аэратора:

$$H_{\text{тр}} = \frac{10,52 V'}{n \cdot d^{1,3} \cdot q^{0,35} \cdot 87,6} = \frac{10,52 \cdot 19440}{280 \cdot 0,4^{1,3} \cdot 45^{0,35} \cdot 87,6} = 2,5 \text{ м.}$$

14. Степень рециркуляции активного ила:

$$R_i = \frac{a_i}{1000/Y_i - a_i} = \frac{2,25}{1000/105 - 2,25} = 0,31.$$

15. Нагрузка на 1 г беззольного вещества ила в сутки:

$$q_i = \frac{24 (\text{БПК}_{\text{вх}} - \text{БПК}_{\text{вых}})}{a_i (1 - S) r} = \frac{24 (500 - 30)}{2,25 (1 - 0,3) \cdot 3,2} = 2238 \text{ мг БПК}_{\text{полн}}/\text{г.}$$

Окислительная мощность

$$\text{ОМ} = \frac{(\text{БПК}_{\text{исх}} - \text{БПК}_{\text{очищ}}) Q_{\text{сух}}}{1000 W} = \frac{(500 - 30) 145465}{1000 \cdot 17496} = 3,9 \text{ кг } \text{O}_2/\text{м}^3 \cdot \text{сут.}$$

16. Нагрузка по БПК:

$$H = \text{ОМ}/C_{\text{акт ил}} = 3,9/2,25 = 1,7.$$

Блок D

Оценочные средства, используемые в рамках промежуточного контроля знаний, проводимого в форме зачета / экзамена.

Вопросы к зачету

- 1 Сущность понятий: отходы, обращение с отходами. Экологические проблемы обращения с отходами на локальном, региональном и глобальном уровне.
- 2 Современный кризис отходов и его масштабы. Устойчивое развитие как способ управления отходами.
- 3 Закон РБ «Об обращении с отходами»: понятийный аппарат. Национальная стратегия по обращению с твердыми коммунальными отходами (ТКО) и вторичными материальными ресурсами (ВМР): понятийный аппарат.
- 4 Классификация отходов (по происхождению, исходя из возможности их использования, исходя из организации их удаления). Классы опасности отходов.
- 5 Правила обращения с опасными твердыми отходами в промышленности. Порядок обращения с отходами I и II классов опасности.
- 6 Характеристика твердых коммунальных отходов.
- 7 Размещение и складирование отходов на полигонах. Экологические проблемы полигонов.
- 8 Термическое обезвреживание отходов: технологии. Экологические последствия.
- 9 Компостирование твердых коммунальных отходов: технологии. Использование компоста в сельском хозяйстве.
- 10 Лицензирование деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов.
- 11 Территориальные схемы обращения с отходами.
- 12 Транспортирование отходов: основные требования.
- 13 Объекты хранения, захоронения и обезвреживания отходов.
- 14 Государственное регулирование и управление в области обращения с отходами.
- 15 Экономическое стимулирование в области обращения с отходами.

- 16 Нормирование образования отходов производства. Порядок расчета нормативов образования отходов производства.
- 17 Учет и инвентаризация отходов. Государственный статистический отчет об обращении с отходами производства.
- 18 Контроль и государственный надзор в области обращения с отходами.
- 19 Общегосударственный классификатор отходов. Иерархический метод классификации отходов.
- 20 Определение степени опасности и класса опасности опасных отходов производства.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Оценивание выполнения тестов

4-балльная шкала	Показатели	Критерии
Отлично	1. Полнота выполнения тестовых заданий; 2. Своевременность выполнения; 3. Правильность ответов на вопросы; 4. Самостоятельность тестирования.	Выполнено более 95 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос
Хорошо		Выполнено от 75 до 95 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; однако были допущены неточности в определении понятий, терминов и др.
Удовлетворительно		Выполнено от 50 до 75 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан неполный ответ на поставленный вопрос, в ответе не присутствуют доказательные примеры, текст со стилистическими и орфографическими ошибками.
Неудовлетворительно		Выполнено менее 50 % заданий предложенного теста, на поставленные вопросы ответ отсутствует или неполный, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (терминах, понятиях).

Оценивание выполнения практического задания

4-балльная шкала	Показатели	Критерии
Отлично	1. Полнота выполнения; 2. Своевременность выполнения; 3. Последовательность и рациональность выполнения; 4. Самостоятельность реше-	Задание решено самостоятельно. Студент учел все условия задачи, правильно определил статьи нормативно-правовых актов, полно и обоснованно решил правовую ситуацию

Хорошо	<p>ния;</p> <p>5. способность анализировать и обобщать информацию.</p> <p>6. Способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения;</p> <p>7. Установление причинно-следственных связей, выявление закономерности;</p>	<p>Студент учел все условия задачи, правильно определил большинство статей нормативно-правовых актов, правильно решил правовую ситуацию, но не сумел дать полного и обоснованного ответа</p>
Удовлетворительно		<p>Задание решено с подсказками преподавателя. Студент учел не все условия задачи, правильно определил некоторые статьи нормативно-правовых актов, правильно решил правовую ситуацию, но не сумел дать полного и обоснованного ответа</p>
Неудовлетворительно		<p>Задание не решено.</p>

Оценивание ответа на зачете

Бинарная шкала	Показатели	Критерии
Зачтено	<p>1. Полнота изложения теоретического материала;</p> <p>2. Полнота и правильность решения практического задания;</p> <p>3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);</p> <p>4. Самостоятельность ответа;</p> <p>5. Культура речи.</p>	<p>1 Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.</p> <p>2 Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.</p> <p>3 Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины,</p>

Бинарная шкала	Показатели	Критерии
		отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
Не зачтено		Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т. е. студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

Раздел 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Основными этапами формирования компетенций по дисциплине при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов.

При оценивании результатов обучения: знания, умения, навыки и/или опыта деятельности (владения) в процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего, рубежного и итогового контроля (промежуточной аттестации).

Таблица - Формы оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Практические задания и задачи	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и поня-	Комплект задач и заданий

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
		<p>тия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;</p> <p>б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;</p> <p>в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.</p> <p>Рекомендуется для оценки знаний умений и владений студентов.</p> <p>Форма предоставления ответа студента: письменная или работа в системе электронного обучения Moodle.</p>	
2	Тест	<p>Система стандартизированных простых и комплексных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний, умений и владений обучающегося.</p> <p>Рекомендуется для оценки знаний, умений и владений студентов.</p> <p>Используется веб-приложение «Универсальная система тестирования БГТИ». На тестирование отводится 60 минут. Каждый вариант тестовых заданий включает 15 вопросов. За каждый правильный ответ на вопрос дается 1 балл. Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он набрал 51-100 % правильных ответов. Оценка «незачтено» ставится, если студент набрал менее 50 % правильных ответов.</p>	Фонд тестовых заданий
3	Зачет	<p>Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения обучающегося по учебной дисциплине. Рекомендуется для оценки знаний, умений и владений студентов.</p> <p>Студент, не выполнивший минимальный объем учебной работы по дисциплине, не допускается к сдаче зачета.</p>	Комплект билетов.

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
		Зачет сдается в устной форме или в форме тестирования.	