

**Министерство науки и высшего образования и Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича
Хетагурова»**

!

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Инженерная защита окружающей среды»

Направление
20.04.01 Техносферная безопасность

Программа
«Экологическая безопасность и инженерная экспертиза объектов»

Квалификация (степень) выпускника – **магистр**

Форма обучения – **очно-заочная**

Год начала подготовки – 2026

Утверждена в составе ОПОП.
Составитель: доцент кафедры Экологии и природопользования Л.А.Кебалова

Владикавказ 2026

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Инженерная защита окружающей среды» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом этапа

Код, наименование компетенции	Код, этапа освоения компетенции
ПК-2 Способность создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
ПК-9 Способность разрабатывать рекомендации по повышению уровня экологической безопасности объекта	ПК-9.1, ПК-9.2, ПК-9.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Обобщенные трудовые функции / Трудовые функции	Код этапа освоения компетенции	Результат обучения
	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Знать классификацию методов (приемов, процессов), используемых в технологии обработки с природоохранными и рекуперационными целями газо-, жидко- и твердофазных отходов; - условия реализации и технико-экономические показатели спектра основных технологических процессов (приемов), связанных с обращением с поступающими в биосферу производственными отходами; Уметь квалифицированно оценивать параметры материальных потоков, образующихся в производстве загрязнений, с целью выбора конкретной технологии минимизации их негативного влияния на окружающую среду; - обоснованно выбирать посредством сопоставительных оценок известных и принципиально пригодных технологий оптимальные решения по обращению с содержащими загрязнения материальными потоками применительно к условиям конкретного производства; Владеть навыками эколого-технологической экспертизы проектных решений по обращению с производственными выбросами и отходами - умениями организовать и выполнить исследования лабораторного уровня эффективности использования отличных от известных технологических решений применительно к обработке реального материального потока (выброса, отхода) или его модели.

С/04.7 Организация расследования причин и последствий выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду, подготовка предложений по предупреждению негативных последствий	ПК-9.1, ПК-9.2, ПК-9.3	Знать - классификацию методов (приемов, процессов), используемых в технологии обработки с природоохранными и рекуперационными целями газо-, жидко- и твердофазных отходов; - условия реализации и технико-экономические показатели спектра основных технологических процессов (приемов), связанных с обращением с поступающими в биосферу производственными отходами; Уметь - квалифицированно оценивать параметры материальных потоков, образующихся в производстве загрязнений, с целью выбора конкретной технологии минимизации их негативного влияния на окружающую среду; - обоснованно выбирать посредством сопоставительных оценок известных и принципиально пригодных технологий оптимальные решения по обращению с содержащими загрязнения материальными потоками применительно к условиям конкретного производства; Владеть навыками эколого-технологической экспертизы проектных решений по обращению с производственными выбросами и отходами; - организовать и выполнить исследования лабораторного уровня эффективности использования отличных от известных технологических решений применительно к обработке реального материального потока (выброса, отхода) или его модели.
--	-------------------------------	---

2. Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Инженерная защита окружающей среды» базируется на результатах освоения следующих дисциплин: «Методы защиты человека и природной среды» (бакалавриат)»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин: ««Санитарное проектирование промышленных зон»».

3. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет - 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр №1	Семестр №2
Общая трудоемкость дисциплины	216	126	90
Аудиторные занятия, в том числе:	36	32	4
лекции	18	16	2
лабораторные работы			
практические/семинарские занятия	18	16	2
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	180	94	86

Трудоемкость промежуточной аттестации			
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Курсовой проект	Зачет, Курсовой проект	Зачет

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Вид контактной работы								Форма текущего контроля и вид промежуточной аттестации
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		СРС		
		№	Кол. час.	№	Кол. час.	№	Кол. час.	№	Кол. час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Направления экологизации производства	1	4				4		45	Решение задач
2	Инженерная защита атмосферы	2	4				6		35	Решение задач
3	Инженерная защита водных ресурсов	3	4				4		35	Решение задач
4	Направления утилизации отходов	4	6				4		45	Решение задач
	Промежуточная аттестация								20	Зачет, Курсовой проект
	Всего		18				18		180	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр №1

№	Тема	Краткое содержание
1	Направления экологизации производства	Особенностью научно-технического прогресса является увеличение объема общественного производства. В результате развития производства в хозяйственный оборот вовлекается все большее количество природных ресурсов. Однако степень их рационального применения в целом весьма низкая. Ежегодно используется около 10 млрд т минеральных и почти столько же органических сырьевых продуктов. Разработка и утилизация большинства важнейших полезных ископаемых в мире происходят быстрее, чем разведка их запасов. Около 70% затрат в промышленности стран СНГ приходится на сырье, материалы, топливо и энергию. И в то же время от 10 до 99% исходного сырья превращается в отходы, выбрасываемые в атмосферу и водоемы, загрязняющие землю.

2	Инженерная защита атмосферы	Атмосфера является составной частью биосферы и представляет собой газообразную оболочку Земли, вращающуюся вместе с ней как единое целое. Эта оболочка слоиста. Каждый слой имеет свое название и характерные физико-химические особенности. Условно принято атмосферу делить на две большие составные части: верхнюю и нижнюю. Наибольший интерес представляет для нас нижняя часть атмосферы, главным образом тропосфера, поскольку в ней происходят основные метеорологические явления, влияющие на загрязнение атмосферного воздуха.
3	Инженерная защита водных ресурсов	Ежегодно в мире образуются около 1 триллиона м ³ сточных вод. Из них примерно 20% сбрасываются без очистки. Ежегодно люди расходуют около 3000 км ³ воды, из них 150 км ³ безвозвратно. Больше всего воды потребляет сельское хозяйство. Причём $\frac{3}{4}$ безвозвратно. Например: на производство 1 тонны пшеницы расходуется 1,5 тонны воды, на производство 1 тонны риса – 7 тонн воды, 1 тонны хлопка – 10 тонн воды. Наибольший вклад в загрязнение водных объектов сточными водами вносят такие отрасли промышленности, как черная и цветная металлургия, химическая, нефтеперерабатывающая, целлюлозно-бумажная и пищевая.
4	Направления утилизации отходов	При утилизации и переработке твердых отходов используют различные методы термической обработки исходных твердых материалов и полученных продуктов: это различные приемы пиролиза, переплава, обжига и огневого обезвреживания (сжигания) многих видов твердых отходов на органической основе. Для тех промышленных отходов, утилизация которых не связана с необходимостью проведения фазовых превращений или воздействия химических реагентов, но которые не могут быть использованы непосредственно, применяются два вида механической обработки: измельчение или компактирование (прессование). Это в равной степени относится к отходам как органического, так и неорганического происхождения.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных занятий не предусмотрено.

4.4 Перечень практических занятий

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во акад. часов
1	Динамика мирового потребления сырья и образования промышленных выбросов.	2
2	Расчет загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха	2
3	Расчет выделений загрязняющих веществ при сжигании топлива в котельных	2
4	Расчет основных технологических параметров аппарата адсорбера	2
5	Расчет основных технологических параметров биотенка с жесткой блочной загрузкой	2
6	Расчет основных технологических параметров озонатора	2
7	Анализ возможных направлений переработки отходов (на примере отходов Байкальского ЦБК)	4
8	Определение общей вместимости полигона ТБО на весь срок его эксплуатации	2
	Итого	18

4.5 Самостоятельная работа

Семестр №1

№ п/п	Вид СРС	Кол-во акад. часов
1	Написание курсового проекта (работы)	44
2	Проработка отдельных разделов теоретического курса	56
3	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	26
4	Подготовка к практическим занятиям	54
	Итого	180

В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения: лекция-беседа, работа в команде.

5. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим работам:

Практическое занятие № 1. Динамика мирового потребления сырья и образования промышленных выбросов. (Дискуссия)

Цель: Ознакомление с существующей ситуацией в мировом потреблении природных ресурсов, ее влияние на количество образования промышленных выбросов.

Теоретические положения:

В результате развития производства в хозяйственный оборот вовлекается все большее количество природных ресурсов. Однако степень их рационального применения в целом весьма низкая. Ежегодно используется около 10 млрд. т минеральных и почти столько же органических сырьевых продуктов. Разработка и утилизация большинства важнейших полезных ископаемых в мире происходят быстрее, чем разведка их запасов.

В атмосферу Земли ежегодно выбрасывается 250 млн т пыли, 200 млн т оксида углерода, 150 млн т диоксида серы, 50 млн т оксидов азота, более 50 млн т различных углеводородов и 20 млрд т диоксида углерода.

Задание на занятие.

Магистранты должны участвовать в дискуссии по проблеме, озвученной в практическом занятии.

Ход занятия:

1. Обсудить причины высокой динамикой мирового потребления природных ресурсов.
2. Проследить ее влияние на количество образования промышленных выбросов.

Основные рекомендации по выполнению задания.

Магистранты должны обсудить причины высокой динамикой мирового потребления природных ресурсов, выяснить к каким последствиям для окружающей среды может привести общество потребления. Самостоятельно проследить связь высокой динамикой мирового потребления и количеством образования промышленных выбросов.

Вопросы к занятию

1. Что понимается под «золотым миллиардом»?
2. Основные антропогенные источники загрязнения атмосферы?

Практическое занятие № 2. Расчет загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха

Цель: Ознакомиться с основами расчета рассеивания загрязняющих компонентов атмосферного воздуха.

Теоретические положения.

Способ расчета основан на законах турбулентной диффузии, учитывающих состояние атмосферы, расположение предприятия, характер местности, физические свойства выбросов, параметры источника выброса.

Рисунок иллюстрирует распределение приземной концентрации загрязняющего вещества в атмосфере на оси факела выброса точечного источника.



Рис. Распределение приземной концентрации загрязняющего вещества в атмосфере на оси факела выброса точечного источника.

Расчет загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха для нагретых источников.

Величину максимальной предельной концентрации вредных веществ C_m (мг/м³) для выброса нагретой газовой смеси из одиночного (точечного) источника с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии X_m (м) от источника определяют по следующей формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot y \cdot \sqrt{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (1)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (табл. 1); M - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с; F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе; m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса; H - высота источника выброса над уровнем земли, м; η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа

местности; ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовойдушной смеси и температурой атмосферного воздуха; V_1 - расход газовойдушной смеси, м³/с.

Значения коэффициента А для различных районов приведена в таблице. При расчете величину коэффициента А принимают для неблагоприятных метеорологических условий, при которых концентрации выбрасываемых вредных веществ в атмосферном воздухе достигают максимальных значений.

Таблица 1

Значения коэффициента, зависящего от температурной стратификации атмосферы, для различных территорий РФ

Районы и территории РФ	А
Районы южнее 40° с. ш., Бурятия и Забайкальский край	250
На европейской территории РФ: районы южнее 50 с.ш.; остальные районы Нижнего Поволжья; на азиатской территории РФ: Дальний Восток; остальная территория Сибири	200
Европейская территория РФ и Урала от 50 до 52° с.ш.	180
Европейская территория РФ и Урала севернее 52° с.ш.	160
Московская, Ивановская, Тульская, Рязанская, Владимирская	160

Величины коэффициента F имеют следующие значения:

а) F=1, для газообразных веществ и мелкодисперсных аэрозолей, скорость упорядоченного оседания наиболее крупных фракций которых не превышает 0,05 м/с;

б) F=2, для крупнодисперсной пыли и золы при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки $\leq 90\%$;

в) F=2,5 для крупнодисперсной пыли и золы при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки в пределах от 75 до 90%;

г) F=3 при отсутствии очистки или при ее степени менее 75%, а также вне зависимости от степени очистки — для производств, у которых выбросы сопровождаются выделением водяного пара в количестве, достаточном для интенсивной его конденсации в течении всего года сразу же после выхода в атмосферу, а также коагуляции влажных пылевых частиц.

Коэффициент η учитывает влияние рельефа местности. $\eta = 1$, если в радиусе 50 высот труб Н от источника перепад отметок местности не превышает 50 м на 1 км (уклон менее 0,05). В других случаях величину η определяют исходя из анализа картографического материала.

Величину безразмерного коэффициента m определяют по следующей формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt{f}}, \quad (2)$$

где параметр f вычисляют как:

$$f = 1000 \cdot \frac{W_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (3)$$

Значение безразмерного коэффициента n определяют по формуле в зависимости от величины параметра V_M

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}, \quad (4)$$

а) при $V_M \geq 2$, $n=1$;

б) при $0,5 \leq V_M < 2$, $n = 0,532 \cdot V_M^2 - 2,13 \cdot V_M + 3,13$, (5)

в) при $V_M < 0,5$, $n = 4,4 \cdot V_M$, (58)

Расход газо-воздушной смеси V_1 определяется по формуле

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot w, \quad (6)$$

где D- диаметр устья выброса, м; w_0 - средняя скорость выхода газо-воздушной смеси из устья источника выброса, м/с.

Определение расстояния X_m от источника выброса, на котором достигается величина максимальной приземной концентрации вредных веществ.

Расстояние X_m (м) от источников выбросов, на котором приземная концентрация C (мг/м^3) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_m , вычисляется по формуле

$$X_m = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, (7)$$

$$\text{при } V_m \leq 0,5, d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}), (8)$$

$$\text{при } 0,5 < V_m \leq 2, d = 7 \cdot \sqrt{V_m} (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}), (9)$$

$$\text{при } V_m > 2, d = 4,95 \cdot V_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}), (10)$$

Задание на занятие.

Определить величину максимальной приземной концентрации примеси C_m и расстояние X_m , на котором она достигается.

Ход занятия.

Магистрантам необходимо произвести расчет в соответствии с номером варианта, выданным преподавателем.

Вариант 1. Тепловая электростанция выбрасывает в атмосферу 15т/час диоксида серы. Температура газо-воздушной смеси равна 150 С°. Высота трубы - 150м, диаметр устья -5м, средняя скорость выхода газо-воздушной смеси - 10 м/с. Электростанция расположена в Иркутской области. Средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца года составляет 20С°. Принять коэффициент $\eta=1$.

Вариант 2. Тепловая электростанция выбрасывает в атмосферу 10т/час диоксида серы. Температура газо-воздушной смеси равна 123 С°. Высота трубы - 100м, диаметр устья -3,5м, средняя скорость выхода газо-воздушной смеси - 8 м/с. Электростанция расположена в Московской области. Средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца года составляет 25С°. Принять коэффициент $\eta=1$.

Вариант 3. Тепловая электростанция выбрасывает в атмосферу 25т/час диоксида серы. Температура газо-воздушной смеси равна 123 С°. Высота трубы - 120м, диаметр устья -4 м, средняя скорость выхода газо-воздушной смеси - 10 м/с. Электростанция расположена в Саратовской области. Средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца года составляет 23С°. Принять коэффициент $\eta=1$.

Практическое занятие № 3. Расчет выделений загрязняющих веществ при сжигании топлива в котельных

Цель: ознакомиться с основами расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при проведении различного вида работ.

Теоретические положения:

Первым этапом любого нормирования загрязнения атмосферы является инвентаризация источников выделения и выбросов загрязняющих веществ (ЗВ), которая на практике выполняется методами инструментального измерения и расчетными методами.

Объекты энергетики являются одними из основных техногенных источников загрязнения атмосферы. Большие объемы отходящих газовых потоков продуктов сгорания топлива затрудняют эффективное использование аппаратов очистки. Строительство высоких дымовых труб позволяет рассеивать вредные вещества на большой территории, уменьшая приземную концентрацию ЗВ, но не снижает загрязнение атмосферы в целом. При расчетах загрязнения атмосферы котельными необходимо также знать общие объемы продуктов сгорания топлива.

Валовый (в т/г) и максимально разовый (в г/с) выбросы летучей золы и несгоревшего топлива от группы из m штук одновременно работающих котлов рассчитывают по формуле:

$$M_{ms} = \sum_{i=1}^m B_i [A/(100 - \Gamma)] \alpha_{yn} (1 - \eta_i^{oc})$$

где B_i — расход натурального топлива i -го котла, т/час или г/с; A — зольность топлива,

%; $\alpha_{\text{ун}}$ — доля золы в уносе; G — содержание горючих в уносе, % $\eta_i^{\text{оч}}$ — доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителе i -го котла (принимается по результатам измерений).

Задание на занятие.

Рассчитать валовый и максимально разовый выбросы летучей золы и несгоревшего топлива от группы из 3 штук одновременно работающих котлов одной марки, работающих по 24 часа в сутки в течении 8 месяцев на угле 25% зольности, если:

расход топлива на один котел составляет 1,2 т/час;

низшая теплота сгорания топлива -35,3 МДж/кг;

потери тепла от механической неполноты сгорания топлива составляют 0,5%;

содержание горючих в уносе – 0,98

доля золы в уносе -0,35;

эффективность работы золоуловителя – 85%.

Ход занятия:

1. Познакомиться с основами расчета выделений загрязняющих веществ при сжигании топлива в котельных.

2. Произвести расчеты в соответствии с заданием на занятие.

Основные рекомендации по выполнению задания.

Магистранты должны ознакомиться с методикой расчета выделений загрязняющих веществ при сжигании топлива в котельных. Самостоятельно произвести расчеты валового и максимально разового выброса летучей золы и несгоревшего топлива.

Вопросы к занятию

1. В чем различие максимально разовых и валовых выбросов загрязняющих веществ?

2. Выбросы каких загрязняющих веществ характерны для энергетической отрасли промышленности?

Практическое занятие № 4. Расчет основных технологических параметров аппарата адсорбера.

Цель: Применение приобретенных знаний при расчете процесса адсорбции и аппарата адсорбера.

Теоретические положения:

При проектировании адсорбера необходимы следующие исходные данные:

– объемный расход очищаемого газа (воздуха) Q , м³/с;

– концентрация примеси C_0 , кг/м³;

– свойства очищаемого газа (температура, плотность, вязкость);

– давления отходящих газов.

Диаметр адсорбера D_A , м:

$$D_A = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v \cdot \Pi}}$$

Где

v - скорость потока газа через адсорбер, м/с;

Π – пористость слоя сорбента;

Q - объемный расход очищаемого газа (воздуха), м³/с.

Пористость слоя сорбента:

$$\Pi = \frac{\rho_k - \rho_n}{\rho_k},$$

ρ_k и ρ_n – кажущаяся и насыпная плотность сорбента, кг/м³.

Определяем минимально необходимую массу сорбента m , кг:

$$m = \frac{Q \cdot C_0 \cdot \tau}{\alpha},$$

C_0 - концентрация примеси, кг/м³;

α – статическая поглотительная способность сорбента в рабочих условиях, кг/кг;

τ - время процесса адсорбции, с.

Задание на занятие.

Рассчитать диаметр адсорбера и минимально необходимую массу сорбента, если: Q , м³/ч = 600; C_0 , г/м³ = 100; ρ_H , кг/м = 500; ρ_K , кг/м³ = 750; α , кг/кг = 0,3;

Ход занятия:

1. Познакомиться с основами расчета диаметр адсорбера и минимально необходимую массу сорбента.

2. Произвести расчеты в соответствии с заданием на занятие.

Основные рекомендации по выполнению задания.

Магистранты должны ознакомиться с методикой расчета основных технологических параметров аппарата адсорбера. Самостоятельно произвести расчеты расчета диаметр адсорбера и минимально необходимую массу сорбента.

Вопросы к занятию

1. В чем заключается метод адсорбции?

2. Основные данные, необходимые для проектирования адсорбера?

Практическое занятие № 5. Расчет основных технологических параметров биотенка с жесткой блочной загрузкой

Цель занятия: Научиться производить расчет основных технологических параметров биотенка с жесткой блочной загрузкой.

Теоретические положения:

Определяем диаметр биотенка

$$D = \sqrt{\frac{F}{10} \cdot \frac{4}{\pi}}$$

Необходимый объем загрузки биотенка V и его площадь F находим по формулам:

$$V = Q / q_n$$

$$F = V / H$$

Где, q_n - гидравлическая нагрузка;

Q – расход сточных вод, м³/сут;

H - высота слоя загрузки, м.

Задание на занятие.

Определить необходимый диаметр биотенка, если $q_n = 5,78$; $Q = 580$ м³/сут; $H = 2$ м.

Ход занятия:

1. Познакомиться с основами расчета необходимого диаметра биотенка.

2. Произвести расчеты в соответствии с заданием на занятие.

Основные рекомендации по выполнению задания.

Магистранты должны ознакомиться с методикой расчета необходимого диаметра биотенка. Самостоятельно рассчитать требуемые технологические параметры в соответствии с заданием на занятие.

Вопросы к занятию

1. Что из себя представляет активный ил?

2. От каких параметров зависит производительность биотенка?

Практическое занятие № 6. Расчет основных технологических параметров озонатора

Цель: Научиться производить расчет основных технологических параметров озонатора.

Теоретические положения:

Во всем мире **озоновая очистка** воды считается наиболее экологически чистым и универсальным методом ее обработки. Однако в России из-за относительной дороговизны, строгости технологии и нестабильного качества выпускаемого оборудования **озоновая очистка воды** долго оставалась на уровне эксперимента. В настоящее время этот высокотехнологичный способ очистки воды стал доступен и россиянам.

В воде озон быстро распадается на молекулу и атом кислорода. Скорость распада возрастает с увеличением солесодержания, значений pH и температуры воды: при повышении температуры с 1 до 20 °С скорость распада озона возрастает в 22 раза, а при повышении pH воды с 7,6 до 9,2 – в 15 раз.

Средний секундный расход воды на очистную станцию составит:

$$q_{cp} = Q_{cp.сут} / (24 * 3600)$$

Максимальный часовой расход:

$$Q_{макс.ч} = Q_{cp.сут} * K_{об.макс} / 24$$

Максимальный расход озона:

$$O_{оз} = Q_{макс.ч} * D_{оз} / 1000$$

Расход озона в сутки:

$$O_{оз.сут} = Q_{cp.сут} * D_{оз} / 1000$$

Требуемый расход воды на озонатор:

$$q = q_e * n / 3600$$

Диаметр труб змеевика считаем по формуле:

$$S = w / V$$

где S – диаметр труб змеевика, м²;

w – расходный объем обрабатываемой воды, м³/с;

V – скорость движения воды, м/с.

Задание на занятие.

Применяется озонаторная установка эжекторного типа, т.е. подача озона прямо в трубу. Идет диспергация озона непосредственно в объем обрабатываемой воды. Определить основные технологические параметры озонатора, если $Q_{cp.сут1}$ (реактор озонирования) = 1200 м³/сут; общий коэффициент неравномерности $K_{об макс} = 1,59$; доза озона $D_{оз} = 20$ г/м³; продолжительность контакта $T_{оз} = 10$ мин. Номинальная производительность по озону $O_1 = 1,5$ кг/ч. При этом средний расход воздуха равен 120 м³/ч, расход охлаждающей воды = 12 м³/ч, скорость движения воды = 1,2 м/с

Ход занятия:

1. Познакомиться с основами расчета основных технологических параметров озонатора.
2. Произвести расчеты в соответствии с заданием на занятие.

Основные рекомендации по выполнению задания.

Магистранты должны ознакомиться с методикой основных технологических параметров озонатора. Самостоятельно рассчитать требуемые технологические параметры в соответствии с заданием на занятие.

Вопросы к занятию

1. Когда для обеззараживания стали использовать **озоновую очистку воды**?
2. Преимущества озонирования перед хлорированием?

Практическое занятие № 7. **Анализ возможных направлений переработки переработки отходов (на примере отходов Байкальского ЦБК)**

Цель: Научиться выявлять способы для определения типа переработки конкретных отходов.

Теоретические положения:

Как только были определены состав и характеристики отходов и подтверждено, что отходы такие, как описано, должен быть определен метод или вариант переработки отходов. Имеется три основополагающих принципа для выбора соответствующей переработки отходов :

1. Адекватное определение характеристик отходов;
2. Обеспечение того, чтобы отходы годились для предложенной деятельности по переработке;
3. Обеспечение оперативного контроля процесса переработки, включая мониторинг входа и реакций, и наличие четких конечных целей. Некоторыми способами, применимыми в помощь для достижения этих целей, являются:
 - идентификация химизма процесса и судьба всех компонентов отходов и любых продуктов реакции;
 - идентификация типов отходов, подлежащих обработке в каждом технологическом процессе, включая все загрязняющие вещества;
 - наличие четкой методологии для оценки переработки отходов, рассмотрение физико-химических свойств индивидуальных отходов;
 - обзор любой имеющейся информации о предпочтительной переработке отходов, согласно типу перерабатываемых отходов.

Задание на занятие.

Группе предлагается для изучения объем, химический состав, установленные физико-химические свойства отходов БЦБК. От магистров требуется изучить предложенные исходные материалы и представить приемлемые способы переработки отходов БЦБК.

Ход занятия:

1. Изучение предложенных исходных материалов.
2. Вынесение предложений по приемлемым способам переработки отходов БЦБК.

Основные рекомендации по выполнению задания.

Магистранты должны ознакомиться с предложенными исходными материалами: объем, химический состав, установленные физико-химические свойства отходов БЦБК. Самостоятельно вынести свои предложения по приемлемым способам переработки отходов БЦБК.

Вопросы к занятию

1. Какие типы переработки отходов знаете?
2. Какие характеристики отходов необходимо знать для выбора способа переработки?

Практическое занятие № 8. Определение общей вместимости полигона ТБО на весь срок его эксплуатации

Цель занятия: Научиться определять общую вместимость полигона ТБО на весь срок его эксплуатации.

Теоретические положения:

Для определения общей вместимости полигона ТБО на весь срок его эксплуатации необходимы следующие данные:

- 1) расчетный срок эксплуатации полигона T , лет;
 - 2) удельная норма образования отходов на одного человека в год U_1 , м³/чел·год; в среднем для России $U_1=1,16$ м³/чел*год.
 - 3) скорость ежегодного прироста удельной нормы U , %; принимаем $U=1,8$ %.
 - 4) численность населения города на момент проектирования полигона N_1 , чел.;
 - 5) прогнозируемая численность населения города через T лет – N_2 , чел.;
- Определение удельной нормы образования U_2 (м³/чел*год) отходов через T лет:

$$Y_2 = Y_1 \cdot \left(1 + \frac{U}{100}\right)^T.$$

1. Общая вместимость полигона ЕТ, м3:

$$E_T = \frac{Y_1 + Y_2}{2} \cdot \frac{N_1 + N_2}{2} \cdot \frac{K_2}{K_1} \cdot T,$$

где K1 – коэффициент уплотнения ТБО за весь период T; K2 – объем изолирующих слоев грунта.

Задание на занятие.

Рассчитать общую вместимость полигона ТБО на весь срок его эксплуатации, если расчетный срок эксплуатации полигона = 20 лет; численность населения города на момент проектирования полигона = 350000 чел.; прогнозируемая численность населения города через 20 лет = 500000 чел.; ориентировочная высота «холма» ТБО на полигоне = 20 м; коэффициент уплотнения ТБО за весь период T = 4; объем изолирующих слоев грунта = 1,18

Ход занятия:

1. Познакомиться с основами расчета общей вместимости полигона ТБО на весь срок его эксплуатации.
2. Произвести расчеты в соответствии с заданием на занятие.

Основные рекомендации по выполнению задания.

Магистранты должны ознакомиться с методикой расчета общей вместимости полигона ТБО на весь срок его эксплуатации. Самостоятельно произвести расчет в соответствии с заданием на занятие.

Вопросы к занятию

1. Что из себя представляет полигон ТБО?
2. От каких показателей зависит срок эксплуатации полигона?

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Вид самостоятельной работы: Подготовка к практическим занятиям

Подготовку к практическому занятию следует начать с ознакомления с темой предстоящего занятия, цели работы, задания. Обучающийся должен повторить пройденный на лекциях теоретический материал по теме предстоящего практического занятия, а также при необходимости самостоятельно найти из списка основной или дополнительной литературы и проработать отдельные разделы изучаемой темы.

Контроль выполнения СРС: Обучающийся проявляет активное участие при разборе теоретической части практической работы и ходе выполнения практического задания.

Вид самостоятельной работы: Оформление отчетов по практическим работам

Отчет о практической работе составляется индивидуально каждым обучающимся и должен включать:

- цель работы;
- краткий конспект теоретической основы занятия (при необходимости);
- задание на практическое занятие;
- необходимые формулы, схемы, таблицы и расчеты;
- общие выводы и рекомендации.

Контроль выполнения СРС: Правильность расчетов и полнота ответов на вопросы по теме изучаемого раздела дисциплины.

Вид самостоятельной работы: Проработка отдельных разделов теоретического курса

Обучающийся должен повторить пройденный на лекциях теоретический материал по заданной теме, а также самостоятельно найти из списка основной или дополнительной литературы и проработать отдельные разделы изучаемой темы.

Контроль выполнения СРС: Обучающийся уверенно отвечает на вопросы преподавателя по проработанной теме дисциплины.

5.1.4 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Инженерная защита окружающей среды: методические указания по выполнению курсовых работ/ [Электронный ресурс]/ Составитель А.В. Богданов – Изд-во ИРНИТУ, 2018.

6. Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 Решение задач

Тема (раздел): Направления экологизации производства, Инженерная защита атмосферы, Инженерная защита водных ресурсов, Направления утилизации отходов.

Описание процедуры: Проверка наличия всех необходимых записей в тетради в соответствии с заданием на практическую работу. Оценка правильности расчетов. Обучающемуся в ходе устной беседы задаются вопросы по теме выполненной практической работы.

Вопросы для контроля:

Примеры вопросов для контроля по теме «Инженерная защита атмосферы».

1. В чем различие максимально разовых и валовых выбросов загрязняющих веществ?
2. Выбросы каких загрязняющих веществ характерны для энергетической отрасли промышленности?
3. В чем заключается метод адсорбции?
4. Основные данные, необходимые для проектирования адсорбера?

Критерии оценки:

При наличии оформленной задачи с правильными результатами в рамках практической работы студент в устной беседе получает от преподавателя три вопроса по теме. При правильном ответе на минимум два из трех заданных вопросов тема считается зачтенной. При одном правильном ответе на один из трех заданных вопросов или отсутствии правильных ответов студент направляется на пересдачу, которая может состояться не ранее, чем на следующий день с текущего момента.

6.2 Оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Код этапа освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.1	Формирование у студентов	Демонстрация способности	Ответы на вопросы тестовых материалов,

	способностей обоснованно анализировать технологические решения по обращению с содержащими загрязнения материальными потоками	идентифицировать методы и средства инженерной защиты объектов окружающей среды	и/или устное собеседование
ПК-2.2	Формирование у студентов способностей обоснованно разрабатывать технологические решения по обращению с содержащими загрязнения материальными потоками	Демонстрация способности разрабатывать методы и средства инженерной защиты объектов окружающей среды	Ответы на вопросы тестовых материалов, и/или устное собеседование
ПК-2.3	Способность модернизировать технологические решения по обращению с содержащими загрязнения материальными потоками применительно к условиям конкретного производства	Демонстрация способности произвести инженерные расчеты	Выполнение курсовой работы
ПК-9.1	Способность оценить необходимый объем технологических решений для повышения экологической безопасности применительно к реальному объекту	Демонстрация способности оценить методы инженерной защиты объектов окружающей среды	Устное собеседование
ПК-9.2	Способность оценить средства инженерной защиты и предложить	Наличие в курсовом проекте анализа технических решений	Подготовка и защита курсового проекта

	эффективные решения		
ПК-9.3	Способность разработать отличные от известных технологические решения применительно к реальному объекту	Демонстрация способности разработать эффективные методы инженерной защиты объектов окружающей среды	Устное собеседование

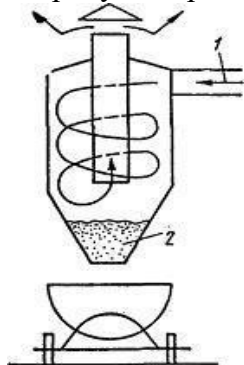
6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

1. Большие железобетонные резервуары, в которых смешанные с активным илом сточные воды подвергаются насыщению кислородом путем продувания через них воздуха, называются ...

- А) метантенками
- Б) песколовками
- В) отстойниками
- Г) аэротенками

2. На рисунке представлен аппарат _____, применяемый для очистки воздуха.



- А) циклон
- Б) скруббер
- В) абсорбер
- Г) фильтр

3. Сорбционные методы очистки относятся к:

- А) механическим методам
- Б) химическим методам
- В) физико-химическим
- Г) физическим методам

4. После воздействия отходов какого класса опасности период восстановления экологической системы составляет не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника:

- А) II
- Б) IV
- В) III
- Г) I

5. Наибольшей степенью очистки из представленных аппаратов обладает:

- А) пылеосадительные камеры
- Б) гравитационная камера Говарда
- В) Скруббер Вентури
- Г) жалюзийный пылеотделитель.

6.2.2.1.1 Описание процедуры зачета

На занятии обучающимся выдаются тесты, включающие в себя 10 вопросов с вариантами ответов. Время выполнения теста – 20 минут. Обучающимся дают ответы на вопросы, записывая на отдельном собственноручно подписанном листе бумаги номер вопроса и списочную букву правильного варианта ответа. Во время выполнения теста обучающиеся не должны пользоваться конспектами лекций, книгами, гаджетами и иными средствами получения информации. По окончании 20 минут или ранее при досрочном выполнении теста обучающийся сдает преподавателю листок с ответами на вопросы, после чего покидает аудиторию. После выполнения тестов всеми обучающимися группы преподаватель озвучивает результаты зачета.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Демонстрация способности идентифицировать методы и средства инженерной защиты объектов окружающей среды. Демонстрация способности произвести инженерные расчеты. Демонстрация способности предложить эффективные методы инженерной защиты объектов окружающей среды. Наличие в курсовом проекте анализа технических решений. Обучающийся дал не менее 60% правильных ответов на вопросы тестов, представленных в промежуточной аттестации.	Обучающийся не смог продемонстрировать знания в рамках дисциплины, т.е. дал правильный ответ менее чем на 60% вопросов тестов

6.2.2.2 Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

В результате выполнения курсового проекта (работы) магистрант должен научиться выбирать схему и рассчитывать основные технологические параметры очистного оборудования и определять величины предотвращенного экологического ущерба от загрязнения атмосферы или загрязнения водных ресурсов различными производствами.

Задание на курсовой проект (работу):

- Предложить и описать технологическую схему (аппарат) очистки отходящих газов или очистки сточных вод.
- Рассчитать основные технологические параметры очистного оборудования.
- Рассчитать предотвращенный экологический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха или загрязнения водных ресурсов.

6.2.2.2.1 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
---------	--------	-------------------	---------------------

Магистрант привел правильные расчеты в своей курсовой работе, безошибочно ответил минимум на два из трех заданных вопросов по теме курсовой работы.	Магистрант привел правильные расчеты в своей курсовой работе, безошибочно ответил на один из трех заданных вопросов по теме курсовой работы или допустил одну ошибку в расчетах в своей курсовой работе и безошибочно ответил минимум на два из трех заданных вопросов по теме курсовой работы.	Магистрант привел правильные расчеты в своей курсовой работе, но не дал полного ответа ни на один из трех заданных вопросов по теме курсовой работы или допустил одну ошибку в расчетах в своей курсовой работе и безошибочно ответил на один из трех заданных вопросов по теме курсовой работы, или допустил две ошибки в расчетах в своей курсовой работе и безошибочно ответил минимум на два из трех заданных вопроса по теме курсовой работы	Магистрант допустил одну и более ошибку в расчетах в своей курсовой работе и не дал полного ответа ни на один из трех заданных вопросов по теме курсовой работы или допустил две и более ошибки в расчетах в своей курсовой работе и безошибочно ответил на один из трех заданных вопросов по теме курсовой работы, или допустил три и более ошибки в расчетах в своей курсовой работе и безошибочно ответил минимум на два из трех заданных вопроса по теме курсовой работы
---	---	---	--

7. Основная учебная литература

1. Калыгин В. Г. Промышленная экология : учебное пособие для вузов / В. Г. Калыгин, 2010. - 431 с.
2. Ветошкин А. Г. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи : учебное пособие по направлениям подготовки "Техносферная безопасность" и "Защита окружающей среды" / А. Г. Ветошкин, 2014. - 510 с. <https://e.lanbook.com/book/45924#authors>
3. Дмитренко В. П. Экологическая безопасность в техносфере : учебное пособие / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, Д. А. Кривошеин, 2016. - 522 с. <https://e.lanbook.com/book/76266#book>
4. Ларионов Н. М. Промышленная экология [Электронный ресурс] : Учебник / Ларионов Н.М., Рябышенков А.С., 2017. - 495 с. <http://www.biblio-online.ru/book/A7D2EC9C-AB09-4FBB-94F3-750109FF7A8B?>

8. Дополнительная учебная и справочная литература

1. Ветошкин А. Г. Теоретические основы защиты окружающей среды : учебное пособие для вузов по специальности "Инженерная защита окружающей среды" / А. Г. Ветошкин, 2008. - 396 с. <http://www.biblio-online.ru/book/A7D2EC9C-AB09-4FBB-94F3-750109FF7A8B?>
2. Ларионов Н. М. Промышленная экология : учебник для бакалавров по направлению подготовки 280700 "Техносферная безопасность" / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков, 2012. - 495 с. <http://www.biblio-online.ru/book/A7D2EC9C-AB09-4FBB-94F3-750109FF7A8B?>
3. Ксенофонтов Б. С. Промышленная экология : учебное пособие для вузов по направлениям техники и технологий / Б. С. Ксенофонтов, Г. П. Павлихин, Е. Н. Симакова, 2013. - 207 с. <http://www.biblio-online.ru/book/A7D2EC9C-AB09-4FBB-94F3-750109FF7A8B?>

4. Ветошкин А. Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов : учебное пособие / А. Г. Ветошкин, 2017. - 414 с. <http://www.biblio-online.ru/book/A7D2EC9C-AB09-4FBB-94F3-750109FF7A8B?>

9. Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютер P4500/1024*2/160/GF256Mb/DVD-RW/Samsung LCD 19/кл/мышь/сет. фильтр
2. Компьютер P4/1024/160/SVGA256Mb/DVD-RW/кл/мышь/сет.фильтр/ TFT 17 Samsung