

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра экологии, безопасности жизнедеятельности и химии

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

« _____ » _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НОРМИРОВАНИЕ И СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Б1.Б.28

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

05.03.06 Экология и природопользование

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Экология

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Стр.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	5
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	5
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	6
4.3 Лабораторные работы.....	8
4.4 Практические занятия.....	8
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат	9
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	11
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	12
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	13
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
9.1 Методические указания по подготовке и выполнению практических работ.....	15
9.2 Методические указания по выполнению курсового проекта (курсовой работы), контрольной работы, РГР, реферата	67
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	77
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	77
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	78
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	85
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	86
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	87

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся производственно-технологическому и научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Целью дисциплины

формирование у обучающихся целостного представления о методах и приемах нормирования, снижения и контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

Задачи дисциплины

состоят в том, чтобы обучить студентов:

- принципам нормирования выбросов и сбросов загрязняющих веществ;
- методам планирования снижения уровня загрязнения окружающей среды.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию	Знать: <ul style="list-style-type: none">– содержание процессов самоорганизации и самообразования и технологии их реализации, исходя из целей учебной деятельности; уметь: <ul style="list-style-type: none">– планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов осуществления учебной деятельности с учетом личностных возможностей;– реализовывать личностные способности в различных видах учебной деятельности; владеть: <ul style="list-style-type: none">– способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки результатов учебной деятельности;
ОПК-4	владением базовыми общепрофессиональными (общэкологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды	знать: <ul style="list-style-type: none">– теоретические основы общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды; уметь: <ul style="list-style-type: none">– давать общую характеристику природного объекта и природно-промышленной системы по заданным параметрам, критериям;– определять в конкретных ситуациях проявления принципов устойчивости природных систем и их ассимилирующих свойств; владеть: <ul style="list-style-type: none">– способами обоснования пределов устойчивости природных систем;
ОПК-8	владением знаниями о теоретических основах экологического монито-	знать: <ul style="list-style-type: none">– смысл и значение базисных понятий и категорий;

	ринга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности	<ul style="list-style-type: none"> – сущность современных подходов к нормированию антропогенных воздействий; – принципы установления экологических нормативов; – методы и средства снижения загрязнения окружающей среды; уметь: <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать рассеивание в атмосфере вредных примесей, содержащихся в выбросах промышленных предприятий; – рассчитывать нормативы предельно-допустимого выброса и допустимого сброса; владеть: <ul style="list-style-type: none"> – методами поиска и обмена информацией в профессиональной сфере; – методами прогнозирования загрязнения объектов окружающей среды на основе действующих гигиенических нормативов;
ПК-3	владением навыками эксплуатации очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности	знать: <ul style="list-style-type: none"> – основные требования, предъявляемые к природоохранным производственным комплексам (очистным установкам, очистным сооружениям, полигонам и др.); уметь: <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться актуальными методиками оценки состояния природных систем и выработки нормативов предельно-допустимых антропогенных воздействий; владеть: <ul style="list-style-type: none"> – навыками составления комплекса документации по нормированию антропогенных воздействий для хозяйствующих субъектов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.28 Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды относится к базовой части. Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин:

- Учение об атмосфере;
- Учение о гидросфере;
- Основы природопользования.

Дисциплина Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды представляет собой основу для изучения в последующем дисциплин:

- Оценка воздействия на окружающую среду;
- Охрана окружающей среды.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	6	180	68	17	-	51	85	КР	экзамен
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			6
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	68	30	68
Лекции (Лк)	17	12	17
Практические занятия (ПЗ)	51	18	51
Курсовая работа	+	+	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	85	-	85
Подготовка к практическим занятиям	15	-	15
Подготовка к экзамену в течение семестра	27	-	27
Выполнение курсовой работы	43	-	43
III. Промежуточная аттестация экзамен	27	-	27
Общая трудоемкость дисциплины 180 час. зач. ед.	180	-	180
	5	-	5

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Правовые основы экологического нормирования и стандартизации	37	5	10	22
1.1.	Законодательство и контроль в области нормирования качества окружающей среды	24	3	10	11
1.2.	Структура и механизмы нормирования качества окружающей среды	13	2	-	11
2.	Санитарно-гигиеническое нормирование	33	4	7	22
2.1.	Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества.	13	2	-	11
2.2.	Предельно допустимые уровни (ПДУ) вредных физических воздействий	20	2	7	11
3.	Экологическое нормирование	46	4	22	20
3.1.	Нормирование выбросов и сбросов вредных веществ.	34	2	22	10
3.2.	Нормирование в области обращения с отходами производства и потребления.	12	2	-	10
4.	Стратегии и способы снижения загрязнения окружающей среды на основе нормирования	37	4	12	21
4.1.	Методы снижения загрязнения окружающей среды	24	2	6	16
4.2.	Средства снижения загрязнения окружающей среды	13	2	6	5
ИТОГО		153	17	51	85

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1. Правовые основы экологического нормирования и стандартизации			3
1.1.	Законодательство и контроль в области	Вопросы нормирования качества окружающей среды в федеральных законах, поста-	лекция-беседа

	нормирования качества окружающей среды	новлениях правительства и иных нормативно-правовых актах Российской Федерации. Система природоохранных стандартов. Государственный, ведомственный, муниципальный, общественный и производственный экологический контроль. Виды, стадии и формы контроля..	(1,5 час.)
1.2.	Структура и механизмы нормирования	Санитарно-гигиеническое и производственно-ресурсное нормирование. Предельно допустимая нагрузка (ПДН) на экосистему. Нормирование показателей качества компонентов окружающей среды: индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха (Р), индекс загрязнения воды (ИЗВ), показатель суммарного загрязнения почв (Z _с). Механизмы нормирования: лимитирование, платность природопользования.	лекция-беседа (1,5 час.)
2. Санитарно-гигиеническое нормирование			3
2.1.	Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества	Порядок установления ПДК вредного вещества в атмосферном воздухе. Максимально разовая (ПДК _{м.р.}) и среднесуточная (ПДК _{с.с.}) предельно допустимая концентрации. ПДК вредного вещества в воде хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения. Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества в почве.	лекция-беседа (1,5 час.)
2.2.	Предельно допустимые уровни (ПДУ) вредных физических воздействий	Нормирование вредных физических воздействий: теплового, шумового, электромагнитного, радиационного.	лекция-беседа (1,5 час.)
3. Экологическое нормирование			3
3.1.	Экологическое нормирование воздействий на атмосферу и гидросферу	Инвентаризация выбросов вредных веществ. Структура и содержание проекта ПДВ. Установление норматива предельно допустимого выброса (ПДВ) вредного вещества: общие принципы и правила. Структура и содержание проекта нормативов допустимого сброса (НДС). Установление норматива допустимого сброса (НДС) вредных веществ. Обоснование выбора контрольного створа водного объекта.	лекция-беседа (1,5 час.)
3.2.	Экологическое нормирование в сфере землепользования и обращения с отходами	Управление отходами как одно из важнейших направлений природопользования. Структура и содержание проекта нормативов образования отходов и лимитов их размещения (ПНООЛР).	лекция-беседа (1,5 час.)
4. Стратегии и способы снижения загрязнения окружающей среды на основе нормирования			3

4.1.	Стратегии снижения загрязнения окружающей среды	Снижение загрязнения атмосферного воздуха: абсолютное, относительное и локальное. Регулирование выбросов в период неблагоприятных метеорологических условий. Архитектурно – планировочные мероприятия. Санитарно – защитные зоны и требования к ним. Зоны санитарной охраны. Снижение физических воздействий.	лекция-беседа (1,5 час.)
4.2.	Способы снижения загрязнения окружающей среды	Совершенствование технологических процессов. Использование экологически безопасных источников энергии. Повышение роли нетрадиционных источников энергии.	лекция-беседа (1,5 час.)

4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем семинаров / практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Система природоохранных стандартов	4	Дискуссия (2 час.)
2	3.	Расчет максимальной приземной концентрации вредного вещества, содержащегося в выбросах одиночного источника	2	-
3	3.	Расчет рассеивания вредного вещества, содержащегося в выбросах одиночного источника	6	-
4	3.	Учет рельефа местности и фоновых концентраций при расчете загрязнения атмосферы выбросами одиночного источника	2	-
5	3.	Определение зоны влияния вредного вещества, содержащегося в выбросах одиночного источника	4	-
6	3.	Разработка нормативов предельно-допустимых выбросов для стационарных источников	2	Дискуссия с текущим контролем (3 час.)
7	3.	Расчет допустимого выброса вредного вещества в атмосферу и определение требуемой степени очистки	2	-
8	3.	Расчет объема дымовых газов, образующихся при сжигании топлива, по его составу	2	-
9	3.	Расчет норматива допустимого сброса вредного вещества и определение требуемой кратности разбавления	2	-
10	1.	Контроль в области охраны окружающей среды	6	Дискуссия (4 час.)

11	4.	Снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу путем совершенствования технологических процессов	6	Дискуссия (3 час.)
12	4.	Снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу путем использования экологически безопасных источников энергии	6	Дискуссия с текущим контролем (3 час.)
13	2.	Нормирование вредных физических воздействий: теплового, шумового, электромагнитного, радиационного	7	Дискуссия (3 час.)
ИТОГО			51	18

4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа

Цель курсовой работы - углубление теоретических знаний и развитие практических умений студентов по самостоятельному и грамотному решению научно-технических задач в области нормирования выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду с использованием расчетных методов по установлению их нормативов (ПДВ и НДС), а также контроля и снижения загрязнения.

Тематика курсовых работ:

1. Нормирование и снижение вредных выбросов теплоэнергетических предприятий.
2. Мероприятия по регулированию выбросов в период неблагоприятных метеорологических условий на теплоэнергетических предприятиях.
3. Организованные и неорганизованные выбросы алюминиевого завода и основные пути их снижения.
4. Мероприятия по регулированию выбросов в период неблагоприятных метеорологических условий на Братском алюминиевом заводе.
5. Организованные и неорганизованные выбросы производства целлюлозы: пути снижения.
6. Мероприятия по регулированию выбросов в период неблагоприятных метеорологических условий на Братском целлюлозно-картонном комбинате.
7. Выбросы вредных веществ ферросплавного производства и их снижение.
8. Выбросы в атмосферу вредных веществ при чрезвычайных ситуациях техногенного характера.
9. Снижение опасности мусоросжигающих заводов (МСЗ).
10. Выбросы автомобильного транспорта и возможные направления их снижения.
11. Выбросы воздушного транспорта и основные направления их снижения.
12. Поиск механизмов снижения выбросов парниковых газов в рамках Киотского протокола.
13. Ресурсосберегающие технологии переработки твердых отходов.
14. Нормирование и снижение сбросов вредных веществ производства целлюлозы.
15. Нормирование и снижение сбросов вредных веществ автотранспортных предприятий.
16. Нормирование и снижение сбросов вредных веществ предприятий теплоэнергетики, работающих на жидком топливе.
17. Применение очищенных городских сточных вод на промышленных предприятиях. Современное направление в проектировании систем водоснабжения и водоотведения.
18. Рациональное использование дочищенных сточных вод.
19. Качество воды водоемов и его нормирование.
20. Прогноз качества воды водоемов – приемников сточных вод.
21. Химические и физико-химические аспекты самоочищения воды водоемов.
22. Снижение загрязнения вод в водоемах путем дополнительного разбавления и аэрирования.
23. Снижение загрязнения окружающей среды путем использования экологически безопасных источников энергии.

24. Снижение физических воздействий – теплового, шумового и электромагнитного на алюминиевом заводе.

Рекомендуемый объем курсовой работы: 25 - 30 печатных страниц формата А4. Объемы введения и заключения должны составлять, соответственно, 1/10 и 1/20 части от общего объема работы, а разделы должны быть соразмерны друг другу по объему.

Выдача задания и защита КР проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки курсовой работы
Отлично	Обучающийся самостоятельно сформулировал цель и задачи курсовой работы, изучил и правильно представил необходимый теоретический материал, самостоятельно выполнил практическую часть в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения прикладных исследований, что обеспечило получение правильных результатов. Литература профессиональной направленности использована правильно, к главам приведены выводы и обобщения. Работа аккуратно оформлена, результаты расчетов обработаны на компьютере. На публичной защите обучающийся достойно представил основные положения индивидуальной курсовой работы с использованием презентации (или наглядных пособий на бумажном носителе), ответил на все заданные вопросы
Хорошо	Выполнены все требования для оценки «отлично», но было допущено два - три недочета, не более одной негрубой ошибки. На публичной защите обучающийся хорошо представил основные положения индивидуальной курсовой работы с использованием презентации (или наглядных пособий на бумажном носителе), ответил на все заданные вопросы
Удовлетворительно	Курсовая работа выполнена не полностью, но объем выполненной ее части позволяет получить правильные выводы. На публичной защите обучающийся удовлетворительно представил основные положения индивидуальной курсовой работы с использованием презентации (или наглядных пособий на бумажном носителе), ответил не на все заданные вопросы.
Неудовлетворительно	Курсовая работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы. Работа возвращается на доработку. Назначаются даты дополнительной консультации и защиты.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>			<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>	
			<i>ОК</i>	<i>ОПК</i>						<i>ПК</i>
			<i>7</i>	<i>4</i>	<i>8</i>					<i>3</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	
1. Нормативно-правовое обеспечение качества окружающей среды		37	+	+	+	+	1	9,25	Лк, ПЗ, СР, КР	КР, экзамен
2. Санитарно-гигиеническое нормирование		33	+	+	+	+	1	8,25	Лк, ПЗ, СР, КР	КР, экзамен
3. Экологическое нормирование		46	+	+	+	+	1	11,5	Лк, ПЗ, СР, КР	КР, экзамен
4. Методы и средства снижения загрязнения окружающей среды		37	+	+	+	+	1	9,25	Лк, ПЗ, СР, КР	КР, экзамен
<i>всего часов</i>		153	38,25	38,25	38,25	38,25	4	38,25		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с.
2. Варданян М.А. Нормирование выбросов : методические указания к выполнению практических работ. – Братск : Изд-во БрГУ, 2012. – 104 с.
3. Варданян М.А. Нормирование и планирование снижения выбросов. – Методические указания к выполнению курсовой работы – Братск : Изд-во БрГУ, 2012. – 46 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид учебной работы	Кол-во экз. в библиотеке, шт.	Обеспеченность
1	2	3	4	5
Основная литература				
1	Редина М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды : учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов. – М. : Издательство Юрайт, 2015. - 431 с. - Серия : Бакалавр. Базовый курс.	Лк, ПЗ, КР, СР	5	0,5
2	Фридланд С.В. Промышленная экология. Основы инженерных расчетов/ С.В. Фридланд, Л.В. Ряписова, Н.Р. Стрельцова, Р.Н. Зиятдинов. – М.: КолосС, 2008. –176 с.	Лк, ПЗ, КР, СР	15	1
3	Кукин П.П. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. П. Кукин, Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова. – Москва : Юрайт, 2016. – 453 с. – (Бакалавр и магистр. Академический курс)	Лк, ПЗ, КР, СР	15	1
4	Масленникова И. С. Экологический менеджмент и аудит : учебник и практикум для академического бакалавриата / И. С. Масленникова, Л. М. Кузнецов ; С.-Петербург. гос. экон. ун-т. – Москва : Юрайт, 2016. – 328 с. – (Бакалавр. Академический курс)	Лк, ПЗ, КР, СР	6	0,5
Дополнительная литература				
5	Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с. http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Варданян%20М.А.%20Нормирование%20и%20снижение%20загрязнения%20окружающей%20среды.Практикум.2016.pdf	ПЗ, КР, СР	1(ЭУ)	1
6	Варданян М.А. Нормирование выбросов : методические указания к выполнению практических работ. – Братск : Изд-во БрГУ, 2012. – 104 с. http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Варданян%20М.А.Нормирование%20выбросов.МУ.2012.pdf	ПЗ, КР, СР	1(ЭУ)	1
7	Варданян М.А. Нормирование и планирование снижения выбросов. – Методические указания к выполнению курсовой работы – Братск : Изд-во БрГУ, 2012. – 46с. http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Варданян%20М.А.%20Нормирование%20и%20планирование%20снижения%20выбросов.МУ.2012.pdf	КР, СР	1(ЭУ)	1
8	Техника и технология защиты воздушной среды: Учеб. пособие для вузов.- В.В. Юшин, В.М. Попов, П.П. Кукин	КР, СР	16 включая	1

	и др. – М.: Высш. шк., 2008. – 399 с.		аналог	
9	Константинов, В. М. Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю .Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.	КР, СР	20	1
10	Родионов, А.И. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов : учебное пособие для вузов / А. И. Родионов, Ю. П. Кузнецов, Г. С. Соловьев. - Москва : Химия, КолосС, 2005. - 392 с.	КР, СР	50	1
11	Ресурсосберегающие технологии переработки твердых отходов жилищно-коммунального хозяйства, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности мегаполиса : монография / В. С. Артамонов, Г. К. Ивахнюк , В. В. Журкович и др. - Санкт-Петербург : Гуманистика, 2008. - 192 с.	КР, СР	15	1
12	Инженерная экология и экологический менеджмент/ М.В.Буторина и др.: Под ред. Н.И.Иванова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2006. – 520 с.	КР, СР	15	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. **Электронный каталог библиотеки БрГУ**
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. **Электронная библиотека БрГУ**
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. **Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»**
<http://biblioclub.ru> .
4. **Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»**
<http://e.lanbook.com> .
5. **Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"**
<http://window.edu.ru> .
6. **Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU** <http://elibrary.ru> .
7. **Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)**
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. **Национальная электронная библиотека НЭБ**
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.
9. **Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»**
<http://www.consultant.ru/>
10. **Сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации**
<https://www.mnr.gov.ru/>
11. **Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор)**
<http://ecobez.narod.ru/ecosafety.html>
12. **Информационные материалы по экологическому сопровождению хозяйственной деятельности**
www.dist-cons.ru/modules/Ecology
13. **Сайт Охрана озера Байкал**
<http://geol.irk.ru/baikal/>
14. **Всероссийский экологический портал**
<http://ecoportal.su/>
15. **Научно-практический журнал «Экология производства»**
<http://www.ecoindustry.ru/>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При преподавании дисциплины Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды предусматривается широкое использованием активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой:

- *лекция*, проведение которой основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

- *практическое занятие*, нацеленное на эффективную отработку знаний студентов, тренировку умения проводить расчеты и применения теоретических знаний в решении конкретных задач.

- *самостоятельная работа*, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений, заключается в работе студентов с лекционным материалом, поиске и анализе материалов из литературных и электронных источников информации по заданной теме, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, изучении материала к практическим занятиям.

- *текущий контроль* учебных достижений обучающихся проводится на практических занятиях в процессе дискуссий, выполнения заданий в малых группах, защиты отчетов.

- *консультации*. В случае затруднений при изучении курса следует обращаться за письменной консультацией к своему преподавателю. Консультации можно получить по вопросам организации самостоятельной работы и по другим организационно-методическим вопросам.

- *экзамен*. К сдаче экзамена допускаются студенты, которые выполнили практические работы и защитили отчеты по ним.

В рамках учебного курса используются современные технологии и формы организации учебного процесса, такие как *лекции-беседы*, встречи с представителями передвижной экологической лаборатории, аккредитованной на осуществление деятельности в области охраны окружающей среды, а также *электронные учебные пособия, интернет-ресурсы*.

Студентам рекомендуется начинать изучать дисциплину Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды по разделам, предварительно ознакомившись с содержанием каждого из них. Один раздел дисциплины может включать несколько тем. Расположение материала курса в программе не всегда совпадает с расположением его в учебнике. При первом чтении рекомендуется не задерживаться на математических выводах, необходимо стараться получить общее представление об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные места.

При повторном изучении темы важно усвоить все теоретические положения, математические зависимости и их выводы. Рекомендуется следующая последовательность действий:

- составление простого или сложного плана прочитанных параграфов, объединенных одним разделом;

- составление кратких или развернутых тезисов, логически связанных и объединенных общей темой;

- освоение основных теоретических положений, математических зависимостей, а также принципов составления схем и моделей;

- фиксация в памяти главного и существенного.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением заданий и решением задач. Решение задач — один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Целью практических занятий по дисциплине Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды является формирование практических умений и навыков решать разного рода задачи, связанные с вопросами загрязнения окружающей среды и грамотным использованием природных ресурсов. На практических занятиях обучающиеся осваивают методики расчета загрязнения атмосферы и водных объектов вредными веществами, содержащимися в отходящих газах и сбросах промышленных предприятий, выполняют расчеты загрязнения атмосферы и строят соответствующие графические зависимости, работают со справочным материалом, учатся разрабатывать мероприятия по снижению загрязнения окружающей среды, и, в том числе, физического – то есть обучающиеся овладевают простейшими умениями и навыками, которые в дальнейшем будут использованы в процессе курсового проектирования, учебной и производственной практик, профессиональной деятельности.

Наряду с формированием умений и навыков на практических занятиях обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания обучающихся, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

Формы организации обучающихся на практических занятиях по химии: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме организации занятий все обучающиеся выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 человека. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Подготовка к практическому занятию. При подготовке к занятию обучающимся рекомендуется придерживаться следующего плана:

- прочитать название работы, уяснить цель работы и какие теоретические положения изучаются в ней;
- повторить соответствующий теоретический материал, найти ответы на вопросы, приведенные в начале описания работы, составить их краткий конспект;
- выполнить задания для самоконтроля, приведенные в конце описания работы;
- продумать, какой окончательный результат и вывод должен быть получен в данной практической работе.

Форма отчета по практической работе. Правильно оформленный отчет по практической работе должен быть представлен на листах формата А4 и содержать следующие разделы:

1. *титульный лист*, на котором необходимо указать *номер* практической работы и ее *полное название*, а также *группу* и *фамилию студента*, выполнившего отчет;
2. *цель* работы, *задание* и *исходные данные* для расчета (или вопросы для подготовки к дискуссии), которые указываются на второй странице;
3. *краткую теоретическую часть* — конспект основных теоретических положений, раскрывающих суть данной работы;
4. *практическую часть*, в которой приводятся порядок проведения расчетов, основные формулы с последующей расшифровкой всех составляющих величин и их размерности, а также результаты расчетов по ним и графические зависимости. Все таблицы и графики должны быть пронумерованы и озаглавлены. Для дискуссий *практическую часть* рекомендуется оформлять письменно в виде развернутых ответов на вопросы, обсуждаемых на дискуссии.
5. *выводы*, в которых необходимо проанализировать полученные результаты и обосновать их с точки зрения теоретических закономерностей.

Готовый отчет необходимо сдать на проверку преподавателю *не позднее одной недели* после выполнения практической работы.

Практическое занятие №1. Система природоохранных стандартов (дискуссия)

Цель работы: закрепление знаний о природоохранном законодательстве и системе природоохранных стандартов.

Задание: При подготовке к дискуссии изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3] из п.7. Подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Вопросы нормирования качества окружающей среды в Федеральных законах, Постановлениях правительства и иных нормативно-правовых актах Российской Федерации.
2. Основное содержание главы V Федерального закона Российской Федерации от 10.01.02 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
3. «Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов ГОСТ 17.0.0.01–76»: структура обозначений и названия стандартов в области охраны природы (ССОП).
4. Содержание первого отечественного стандарта ISO серии 14000 – ГОСТ Р ИСО 14001–98 «Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению». Как и для чего он создавался?
5. В чем состоят сложности внедрения стандартов экологического менеджмента ISO 14000 на российских предприятиях?

Порядок выполнения: При проведении дискуссии рекомендуется обратить внимание на следующие вопросы.

Под охраной окружающей среды понимают деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленную на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий.

Основным документом в области охраны окружающей среды является Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

Глава 5 указанного закона посвящена вопросам нормирования в области охраны окружающей среды:

Статья 19. Основы нормирования в области охраны окружающей среды.

1. Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

2. Нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении *нормативов качества окружающей среды*, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, иных нормативов в области охраны окружающей среды, а также нормативных документов в области охраны окружающей среды (в ред. Федерального закона от 19.07.2011 № 248-ФЗ).

Под качеством окружающей среды понимают состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью.

Нормативы и нормативные документы в области охраны окружающей среды разрабатываются, утверждаются и вводятся в действие на основе современных достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов в области охраны окружающей среды. Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Статья 20. Требования к разработке нормативов в области охраны окружающей среды. Разработка нормативов в области охраны окружающей среды включает в себя:

- проведение научно-исследовательских работ по обоснованию нормативов в области охраны окружающей среды;
- проведение экспертизы, утверждение и опубликование нормативов в области охраны окружающей среды в установленном порядке;
- установление оснований разработки или пересмотра нормативов в области охраны окружающей среды;

- осуществление контроля за применением и соблюдением нормативов в области охраны окружающей среды;
- формирование и ведение единой информационной базы данных нормативов в области охраны окружающей среды;
- оценку и прогнозирование экологических, социальных, экономических последствий применения нормативов в области охраны окружающей среды.

Статья 21. Нормативы качества окружающей среды.

1. Нормативы качества окружающей среды устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в целях сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов.

2. К нормативам качества окружающей среды относятся:

- нормативы, установленные в соответствии с химическими показателями состояния окружающей среды, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, включая радиоактивные вещества;
- нормативы, установленные в соответствии с физическими показателями состояния окружающей среды, в том числе с показателями уровней радиоактивности и тепла;
- нормативы, установленные в соответствии с биологическими показателями состояния окружающей среды, в том числе видов и групп растений, животных и других организмов, используемых как индикаторы качества окружающей среды, а также нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов;
- иные нормативы качества окружающей среды.

3. При установлении нормативов качества окружающей среды учитываются природные особенности территорий и акваторий, назначение природных объектов и природно-антропогенных объектов, особо охраняемых территорий, в том числе особо охраняемых природных территорий, а также природных ландшафтов, имеющих особое природоохранное значение.

Статья 22. Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду

1. В целях предотвращения негативного воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности для юридических и физических лиц – природопользователей устанавливаются следующие нормативы допустимого воздействия на окружающую среду:

- нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов;
- нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение;
- нормативы допустимых физических воздействий (количество тепла, уровни шума, вибрации, ионизирующего излучения, напряженности электромагнитных полей и иных физических воздействий);
- нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды;
- нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду;
- нормативы иного допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, устанавливаемые законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации в целях охраны окружающей среды.

2. Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду должны обеспечивать соблюдение нормативов качества окружающей среды с учетом природных особенностей территорий и акваторий.

3. За превышение установленных нормативов допустимого воздействия на окружающую среду субъекты хозяйственной и иной деятельности в зависимости от причиненного окружающей среде вреда несут ответственность в соответствии с законодательством.

Статья 23. Нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов

1. Нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов устанавливаются для стационарных, передвижных и иных источников воздействия на окружающую среду субъектами хозяйственной и иной деятельности исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, нормативов качества окружающей среды, а также технологических нормативов.

2. Технологические нормативы устанавливаются для стационарных, передвижных и иных источников на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов.

3. При невозможности соблюдения нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов могут устанавливаться лимиты на выбросы и сбросы на основе разрешений, действующих только в период проведения мероприятий по охране окружающей среды, внедрения наилучших существующих технологий и (или) реализации других природоохранных проектов с учетом поэтапного достижения установленных нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов.

Установление лимитов на выбросы и сбросы допускается только при наличии планов снижения выбросов и сбросов, согласованных с органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды.

4. Выбросы и сбросы химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов в окружающую среду в пределах установленных нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, лимитов на выбросы и сбросы допускаются на основании разрешений, выданных органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды.

За выдачу разрешений на выбросы и сбросы веществ и микроорганизмов в окружающую среду уплачивается государственная пошлина в размерах и порядке, которые установлены законодательством Российской Федерации о налогах и сборах (абзац введен Федеральным законом от 27.12.2009 № 374-ФЗ).

Статья 24. Нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение

1. Нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение устанавливаются в целях предотвращения их негативного воздействия на окружающую среду в соответствии с законодательством.

2. За выдачу документа об утверждении нормативов образования отходов производства и потребления и лимитов на их размещение уплачивается государственная пошлина в размерах и порядке, которые установлены законодательством Российской Федерации о налогах и сборах (абзац введен Федеральным законом от 27.12.2009 № 374-ФЗ).

Статья 25. Нормативы допустимых физических воздействий на окружающую среду

Нормативы допустимых физических воздействий на окружающую среду устанавливаются для каждого источника такого воздействия исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, нормативов качества окружающей среды и с учетом влияния других источников физических воздействий.

Статья 26. Нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды

1. Нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды – нормативы, установленные в соответствии с ограничениями объема их изъятия в целях сохранения природных и природно-антропогенных объектов, обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем и предотвращения их деградации.

2. Нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды и порядок их установления определяются законодательством о недрах, земельным, водным, лесным законодательством, законодательством о животном мире и иным законодательством в области охраны окружающей среды, природопользования и в соответствии с требованиями в области охраны окружающей среды, охраны и воспроизводства отдельных видов природных ресурсов, установленными настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации в области охраны окружающей среды.

Статья 27. Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду

1. Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду устанавливаются для субъектов хозяйственной и иной деятельности в целях оценки и регулирования воздействия всех стационарных, передвижных и иных источников воздействия на окружающую среду, расположенных в пределах конкретных территорий и (или) акваторий.

2. Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду устанавливаются по каждому виду воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую

щую среду и совокупному воздействию всех источников, находящихся на этих территориях и (или) акваториях.

3. При установлении нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду учитываются природные особенности конкретных территорий и (или) акваторий.

Статья 28. Иные нормативы в области охраны окружающей среды

В целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, оценки качества окружающей среды в соответствии с настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации могут устанавливаться иные нормативы в области охраны окружающей среды.

Статья 29. Нормативные документы в области охраны окружающей среды (в ред. Федерального закона от 19.07.2011 № 248-ФЗ)

1. Нормативными документами в области охраны окружающей среды устанавливаются обязательные для соблюдения при осуществлении хозяйственной и иной деятельности:

- требования в области охраны окружающей среды к работам, услугам и соответствующим методам контроля;
- ограничения и условия хозяйственной и иной деятельности, оказывающей негативное воздействие на окружающую среду;
- порядок организации деятельности в области охраны окружающей среды и управления такой деятельностью.

2. Нормативные документы в области охраны окружающей среды разрабатываются с учетом научно-технических достижений и требований международных правил и стандартов.

3. Нормативные документы в области охраны окружающей среды утверждаются в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Наряду с Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» важное значение в области охраны окружающей среды имеют следующие законодательные акты:

- Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»;
- Водный кодекс Российской Федерации от 16.11.1995 № 167-ФЗ;
- Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ.

Под экологической стандартизацией понимается установление единого и обязательного для всех объектов данного уровня системы управления экологических норм и требований.

Стандарт – это нормативно-технический документ, который устанавливает комплекс норм, правил, требований, обязательных для исполнения.

Генеральным стандартом для природоохранительной деятельности является ГОСТ 17.0.0.01–76 «Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов» (введен в действие в 1977 г).

Система стандартов в области охраны природы (ССОП), которой присвоен общий номер 17, включает следующие подсистемы (группы): О – основные положения; 1 – гидросфера; 2 – атмосфера; 3 – почвы; 4 – земли; 5 – флора; 6 – фауна; 7 – недра. Например, 17.1 означает «Охрана природы. Гидросфера», а группа 17.2 – «Охрана природы. Атмосфера», и т.д. Этот стандарт регулирует различные стороны деятельности предприятий по защите водных и воздушных ресурсов, вплоть до требований к аппаратуре для наблюдения за качеством воздуха и воды.

В зависимости от направления действия государственные стандарты системы охраны природы подразделяются на следующие виды: 1 – термины, классификации, определения; 2 – нормы и методы измерений загрязняющих выбросов и сбросов, интенсивность использования природных ресурсов; 3 – правила охраны природы и рационального использования природных ресурсов; 4 – методы определения параметров состояния природных объектов и интенсивности хозяйственного воздействия; 5, 6 – требования к средствам контроля и защиты окружающей среды; 7 – прочие стандарты.

В полное обозначение стандарта ССОП входят индекс (ГОСТ), номер системы (17), номер стандарта и год издания. Если, например, необходимо получить информацию о существующих нормах и методах измерения выбросов вредных веществ в отработавших газах тракторных двигателей, следует в этом случае обратиться к ГОСТ 17.2.2.05–86. Здесь «17» – номер системы, 2 – номер группы (атмосфера), следующая цифра 2 – вид стандарта (нормы и методы измерений), 05 – номер стандарта и 86 – год издания.

ГОСТ 17.00.04–90 «Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения», введенный 01.07.1990, закрепляет основные положения экологического паспорта предприятия.

Экологический паспорт предприятия составляется в обязательном порядке в интересах охраны природы, рационального использования природных ресурсов, и улучшения здоровья человека. Базой для разработки экологического паспорта являются основные показатели производства, проекты расчетов ПДВ, НДС, разрешение на природопользование, паспорта газо- и водоочистных сооружений и установок по утилизации и использованию отходов, формы государственной статистической отчетности и другие нормативные и нормативно-технические документы.

Стандарты, помимо государственных (ГОСТ), могут быть отраслевыми (ОСТ) и заводскими. Помимо них выпускаются различные правила, нормы, инструкции.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Рекомендуемые источники:

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 29.07.2017)
2. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 13.07.2015)
3. Водный кодекс Российской Федерации от 16.11.1995 № 167-ФЗ (ред. от 31.12.2015)
4. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.09.2017)

Основная литература

1. Редина М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды : учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов. - М. : Издательство Юрайт, 2014. - 431 с. - Серия : Бакалавр. Базовый курс.
2. Кукин П.П. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. П. Кукин, Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова. – Москва : Юрайт, 2016. – 453 с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс).

Дополнительная литература

5. Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каковы современные направления нормирования и виды экологических нормативов?
2. Какие этапы отечественного и зарубежного опыта создания экологических нормативов вы знаете?
3. В чем могут выражаться и проявляться признаки устойчивости экосистем и территорий к внешним воздействиям?
4. На чем основана научная база санитарно-гигиенического нормирования России? Каким образом производится измерение экологических нагрузок на территории и экосистемы?
5. На основании каких данных и для каких целей устанавливаются предельные значения воздействий на территории и экосистемы?

Практическое занятие №2. Расчет максимальной приземной концентрации вредного вещества, содержащегося в выбросах одиночного источника

Цель работы: приобретение навыков определения максимальной приземной концентрации

вредного вещества, содержащегося в выбросах одиночного точечного источника, расчетным методом.

Задание: При подготовке к практическому занятию обучающимся рекомендуется повторить следующие понятия: неблагоприятные метеорологические условия, максимальная приземная концентрация, коэффициент стратификации атмосферы; источник загрязнения атмосферы. Изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [2] и [5] из п.7.

Выполнить следующее задание:

1. Определить максимальное значение приземной концентрации загрязняющего вещества атмосфере C_m , мг/м^3) при выбросе пылегазовой смеси из источника загрязнения атмосферы (ИЗА) с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях и двух скоростях ветра: опасной U_m и отличающейся от опасной – U (м/с).

2. Определить расстояния X_m и X_{mU} (м), на которых достигается максимальное значение приземной концентрации загрязняющего вещества атмосфере C_m и C_{mU} (мг/м^3) при неблагоприятных метеорологических условиях и двух скоростях ветра: опасной U_m и отличающейся от опасной — U (м/с).

3. Сравнить C_m с C_{mU} , X_m с X_{mU} .

4. Сделать краткие выводы.

Варианты заданий для выполнения расчетов приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Варианты заданий для практической работы №2

№ варианта	N , шт.	H , м	w_0 , м/с	T_r , °C	T_b , °C	D , м	F	M^{SO_2} , г/с	M^{NO_x} , г/с	$M^{\text{золы}}$, г/с	A	η
1	1	35	7,0	125	25	1,4	1	12,0	0,20	2,6	180	1
2	1	40	6,8	123	23	1,5	1	12,5	0,25	3,0	200	1
3	1	35	6,9	122	23	1,3	1	11,9	0,27	3,2	220	1
4	1	40	7,1	125	23	1,4	1	12,4	0,21	2,9	180	1
5	1	35	7,2	122	25	1,6	1	12,3	0,30	3,1	200	1
6	1	45	7,8	123	24	1,5	1	12,5	0,26	2,7	200	1
7	1	40	7,0	125	25	1,3	1	12,1	0,31	2,8	160	1
8	1	35	7,2	123	25	1,2	1	12,0	0,22	3,0	180	1
9	1	40	7,0	125	23	1,6	1	12,2	0,26	2,6	200	1
10	1	45	7,4	124	23	1,2	1	12,1	0,32	2,4	180	1
11	1	35	7,1	122	26	1,5	1	12,1	0,20	2,9	180	1
12	1	50	6,9	125	24	1,5	1	11,8	0,24	2,3	160	1
13	1	40	6,9	125	25	1,6	1	12,1	0,25	2,8	160	1
14	1	45	7,0	123	24	1,5	1	12,5	0,28	2,9	180	1
15	1	50	7,1	125	25	1,6	1	11,9	0,29	3,0	200	1
16	1	35	7,2	125	22	1,5	1	12,4	0,24	2,6	160	1
17	1	35	6,8	122	24	1,3	1	12,3	0,23	2,8	180	1
18	1	40	7,0	124	25	1,2	1	12,5	0,25	2,9	200	1
19	1	45	7,2	123	24	1,6	1	12,5	0,29	3,0	200	1
20	1	50	7,0	123	23	1,4	1	12,6	0,30	3,2	200	1

Порядок выполнения:

В основу методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, положено условие, при котором суммарная концентрация каждого вредного вещества не должна превышать максимально разовую предельно допустимую концентрацию (ПДК_{м.р}) данного вещества в атмосферном воздухе.

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_m (мг/м^3), при выбросе *горячей* газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигает при неблагоприятных метеоусловиях на расстоянии X_m (м) от источника и определяется по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (2.1)$$

где A , F , m , n , η – безразмерные коэффициенты; M (г/с) – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени; H (м) – высота источника; V_1 ($\text{м}^3/\text{с}$) – объем выбрасываемой газовой смеси; ΔT (°C) – разность между температурой вы-

брасываемой газовой смеси T_r и температурой окружающего атмосферного воздуха T_b .

Коэффициент стратификации атмосферы A учитывает рассеивающие свойства атмосферы. Он зависит от температурного градиента и определяет условия вертикального и горизонтального рассеивания выбросов. Значения коэффициента A для различных географических районов России, соответствующие неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Значения коэффициента A для различных географических районов России

Географические районы (климатические зоны России)	Значение коэффициента A
Бурятия, Читинская область	250
Европейская территория (районы РФ южнее 50° с.ш., районы Нижнего Поволжья и Кавказа), Дальний Восток и остальные территории Сибири южнее 50° с.ш. (источники высотой менее 200 м)	200
Европейская территория и Урал от 50° до 52° с.ш. (источники высотой менее 200 м)	180
Европейская территория и Урал севернее 52° с.ш. (за исключением центра Европейской части)	160
Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ивановская области	140

Величина M , может определяться расчетом в технологической части проекта или приниматься в соответствии с действующими для данного производства или процесса нормативами.

Безразмерный коэффициент F учитывает скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе. Для вредных газообразных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыль, зола и т.п.), скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю, $F = 1$. Для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных выше), при эффективности очистки выбросов не менее 90 %, $F = 2$; от 75...90 % $F = 2,5$; менее 75 % и при отсутствии очистки $F = 3$.

Безразмерный коэффициент η учитывает влияние рельефа местности на рассеивание примесей.

Объем (расход) выбрасываемой газовой смеси V_1 определяется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_0 \quad (2.2)$$

Значения коэффициентов m и n зависят от параметров f , V_m , V'_m и f_e :

$$f = 10^3 \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (2.3)$$

где w_0 – средняя скорость выхода газов из устья источника выброса, м/с; D – диаметр устья источника выброса, м;

$$V_m = 0,65^3 \sqrt{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad (2.4)$$

$$V'_m = 1,3 \frac{w_0 \cdot D}{H} \quad (2.5)$$

$$f_e = 800 \cdot (V'_m)^3 \quad (2.6)$$

Коэффициенты m и n учитывают условия выхода газовой смеси из устья источника выброса.

Коэффициент m определяется в зависимости от параметра f по формулам:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,12\sqrt[3]{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f < 100; \quad (2.7a)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f \geq 100. \quad (2.7б)$$

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от параметра V_M по формулам:

$$\text{при } V_M < 0,5 \quad n = 4,4V_M; \quad (2.8a)$$

$$\text{при } 0,5 \leq V_M < 2 \quad n = 0,532 \cdot V_M^2 - 2,13 \cdot V_M + 3,13; \quad (2.8б)$$

$$\text{при } V_M \geq 2 \quad n = 1. \quad (2.8в)$$

При $f \geq 100$ или $\Delta T \approx 0$ коэффициент n вычисляется по формулам (2.8a), (2.8б), (2.8в) при $V_M = V'_M$.

Высота (м) одиночного источника H – это высота источника над уровнем земли, при котором обеспечивается не превышающее ПДК значение максимальной приземной концентрации вредных веществ. Для наземных источников принимают $H = 2$ м.

Температуру окружающего атмосферного воздуха T_B принимают равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 2.01.01–82, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой смеси T_T – по действующим для данного производства технологическим нормативам.

Для котельных, работающих по отопительному графику, допускается при расчетах принимать значения T_B равным средним температурам наружного воздуха за самый холодный месяц по СНиП 2.01.01–82.

При выбросе из одиночного точечного источника с круглым устьем *холодной* газовой смеси, максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_M (мг/м³), при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии X_M (м) от источника и определяется по формуле:

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} \cdot K; \quad (2.9)$$

где K – коэффициент, определяемый по формуле:

$$K = \frac{D}{8V_1} = \frac{1}{7,1\sqrt{w_0} \cdot V_1} \quad \text{при } f \geq 100 \text{ и } V'_M \geq 0,5, \quad (2.10)$$

причем коэффициент n определяется по вышеуказанным формулам при $V_M = V'_M$.

Аналогично, при $f < 100$ и $V_M < 0,5$ или $f \geq 100$ и $V'_M < 0,5$ (случаи предельно малых опасных скоростей ветра), расчет C_M производится по формуле:

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m' \cdot \eta}{H^{7/3}} \cdot K, \quad (2.11)$$

$$\text{где } m' = 2,86m, \quad \text{при } f < 100, V_M < 0,5; \quad (2.12a)$$

$$m' = 0,9 \quad \text{при } f \geq 100, V'_M < 0,5. \quad (2.12б)$$

Расстояние X_M (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация C (мг/м³), при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_M , определяется по формуле:

$$X_M = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (2.13)$$

где d – безразмерный коэффициент, значение которого определяется по формулам: при $f < 100$

$$d = 2,48(1 + 0,28\sqrt[3]{f_e}) \quad \text{при } V_M \leq 0,5; \quad (2.14a)$$

$$d = 4,95V_M(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0,5 < V_M \leq 2; \quad (2.14б)$$

$$d = 7\sqrt{V_M}(1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \quad \text{при } V_M > 2; \quad (2.14в)$$

при $f > 100$ (или $\Delta T \approx 0$)

$$d = 5,7 \quad \text{при } V'_M \leq 0,5; \quad (2.15a)$$

$$d = 11,4V'_M \quad \text{при } 0,5 < V'_M \leq 2; \quad (2.15б)$$

$$d = 16\sqrt{V'_M} \quad \text{при } V'_M > 2. \quad (2.15в)$$

Значение опасной скорости ветра U_M (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м метров от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ C_M , определяется по формулам:

при $f < 100$

$$U_M = 0,5 \quad \text{при } V_M \leq 0,5; \quad (2.16a)$$

$$U_M = V_M \quad \text{при } 0,5 < V_M \leq 2; \quad (2.16б)$$

$$U_M = V_M(1 + 0,12\sqrt{f}) \quad \text{при } V_M > 2; \quad (2.16в)$$

при $f \geq 100$ или $\Delta T \approx 0$

$$U_M = 0,5 \quad \text{при } V'_M \leq 0,5; \quad (2.17a)$$

$$U_M = V'_M \quad \text{при } 0,5 < V'_M \leq 2; \quad (2.17б)$$

$$U_M = 2,2V'_M \quad \text{при } V'_M > 2. \quad (2.17в)$$

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_{MU} (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u (м/с), отличающейся от опасной скорости ветра u_M (м/с), определяется по формуле

$$C_{MU} = r \cdot C_M, \quad (2.18)$$

где r – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения $\frac{U}{U_M}$ по

рис. 1 или по формулам:

$$r = 0,67 \frac{U}{U_M} + 1,67 \left(\frac{U}{U_M} \right)^2 - 1,34 \left(\frac{U}{U_M} \right)^3 \quad \text{при } \frac{U}{U_M} \leq 1; \quad (2.19a)$$

$$r = \frac{3 \frac{U}{U_M}}{2 \left(\frac{U}{U_M} \right)^2 - \left(\frac{U}{U_M} \right) + 2} \quad \text{при } \frac{U}{U_M} > 1. \quad (2.19б)$$

При проведении расчетов не используются значения скоростей ветра $U < 0,5$ м/с, а также скорости ветра $U > U^*$, где U^* – значение скорости ветра, превышаемое в данной местности в среднем многолетнем режиме в 5 % случаев. Это значение определяется по климатическому справочнику.

Расстояние от источника выброса X_{MU} (м), на котором при скорости ветра U и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация вредных веществ достигает максимального значения C_{MU} (мг/м³), определяется по формуле:

$$X_{MU} = p \cdot X_M; \quad (2.20)$$

где p – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения $\frac{U}{U_M}$

по рис. 2.1

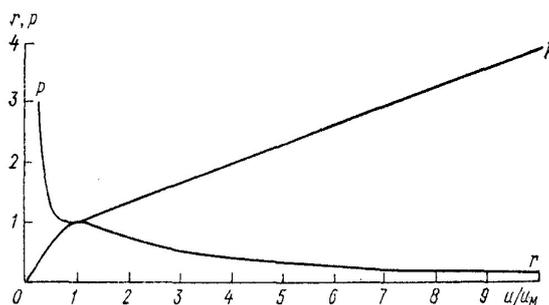


Рис. 2.1

или по формулам:

$$\text{при } \frac{U}{U_M} \leq 0,25 \quad p = 3; \quad (2.21a)$$

$$\text{при } 0,25 < \frac{U}{U_M} \leq 1 \quad p = 8,43 \left(1 - \frac{U}{U_M} \right)^5 + 1; \quad (2.21б)$$

$$\text{при } \frac{U}{U_m} > 1 \quad p = 0,32 \frac{U}{U_m} + 0,68. \quad (2.21\text{в})$$

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1). Дополнительно он должен содержать сравнительный анализ C_m и C_{mU} ; X_m и X_{mU} .

Основная литература

1. Фридланд С.В. Промышленная экология. Основы инженерных расчетов/ С.В. Фридланд, Л.В. Ряписова, Н.Р. Стрельцова, Р.Н. Зиятдинов. – М.: КолосС, 2008. – 176 с.

Дополнительная литература

1. Варданын М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с.

Контрольные задания для самопроверки

1. Укажите формулу для расчета максимальной приземной концентрации вредной примеси, создаваемой в приземном слое атмосферы: а) горячим; б) холодным источником.
2. Что показывают параметры m и n ?
3. Что показывает коэффициент стратификации атмосферы A ?
4. Чему равен коэффициент F для: а) газообразных веществ; б) мелкодисперсных аэрозолей?
5. Укажите формулу для расчета высоты трубы, выброс из которой создает в приземном слое атмосферы максимальную приземную концентрацию вредной примеси C_m .

Практическое занятие №3. Расчет рассеивания вредного вещества, содержащегося в выбросах одиночного источника

Цель работы: приобретение навыков определения приземных концентраций вредного вещества, содержащегося в выбросах одиночного источника, по оси факела выброса и по перпендикуляру к нему расчетным методом.

Задание: При подготовке к практической работе обучающимся рекомендуется изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [2] и [5] из п.7.

Выполнить следующее задание:

1. Определить приземные концентрации загрязняющего вещества C (мг/м³) по оси факела выброса на различных расстояниях X (м) при выбросе газозадушной смеси из ИЗА с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях и опасной скорости ветра U_m (м/с).
2. Построить график распределения концентраций по оси факела выброса $C_x = f(X)$ для следующих интервалов значений X : 50 м при $X/X_m < 1$ и 200 м при $X/X_m > 1$.
3. Определить приземные концентрации загрязняющего вещества C_y (мг/м³) по перпендикуляру к оси факела выброса ИЗА с круглым устьем на различных расстояниях Y (м) при неблагоприятных метеорологических условиях и опасной скорости ветра U_m (м/с).
4. Построить график распределения концентраций по перпендикуляру к оси факела выброса $C_y = f(Y)$ для следующих интервалов значений Y : 20, 40, 60, 80, 100 м.

Варианты заданий для выполнения расчетов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Варианты заданий для практической работы №3

№ варианта	N , шт.	H , м	w_0 , м/с	T_r , °C	T_b , °C	D , м	F	M^{SO_2} , г/с	M^{NO_x} , г/с	$M^{\text{золы}}$, г/с	A	η
1	1	35	7,0	125	25	1,4	1	12,0	0,20	2,6	180	1
2	1	40	6,8	123	23	1,5	1	12,5	0,25	3,0	200	1
3	1	35	6,9	122	23	1,3	1	11,9	0,27	3,2	220	1
4	1	40	7,1	125	23	1,4	1	12,4	0,21	2,9	180	1
5	1	35	7,2	122	25	1,6	1	12,3	0,30	3,1	200	1

6	1	45	7,8	123	24	1,5	1	12,5	0,26	2,7	200	1
7	1	40	7,0	125	25	1,3	1	12,1	0,31	2,8	160	1
8	1	35	7,2	123	25	1,2	1	12,0	0,22	3,0	180	1
9	1	40	7,0	125	23	1,6	1	12,2	0,26	2,6	200	1
10	1	45	7,4	124	23	1,2	1	12,1	0,32	2,4	180	1
11	1	35	7,1	122	26	1,5	1	12,1	0,20	2,9	180	1
12	1	50	6,9	125	24	1,5	1	11,8	0,24	2,3	160	1
13	1	40	6,9	125	25	1,6	1	12,1	0,25	2,8	160	1
14	1	45	7,0	123	24	1,5	1	12,5	0,28	2,9	180	1
15	1	50	7,1	125	25	1,6	1	11,9	0,29	3,0	200	1
16	1	35	7,2	125	22	1,5	1	12,4	0,24	2,6	160	1
17	1	35	6,8	122	24	1,3	1	12,3	0,23	2,8	180	1
18	1	40	7,0	124	25	1,2	1	12,5	0,25	2,9	200	1
19	1	45	7,2	123	24	1,6	1	12,5	0,29	3,0	200	1
20	1	50	7,0	123	23	1,4	1	12,6	0,30	3,2	200	1

Порядок выполнения:

При опасной скорости ветра U_M приземная концентрация вредных веществ C (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях X (м) от источника выброса, определяется по формуле:

$$C = S_1 \cdot C_M, \quad (3.1)$$

где C_M (мг/м³) – максимальное значение приземной концентрации вредного вещества при выбросе газовой смеси из одиночного источника (значение C_M принимается из практической работы № 2);

S_1 – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения $\frac{X}{X_M}$ и коэффициента F по рис. 3.1

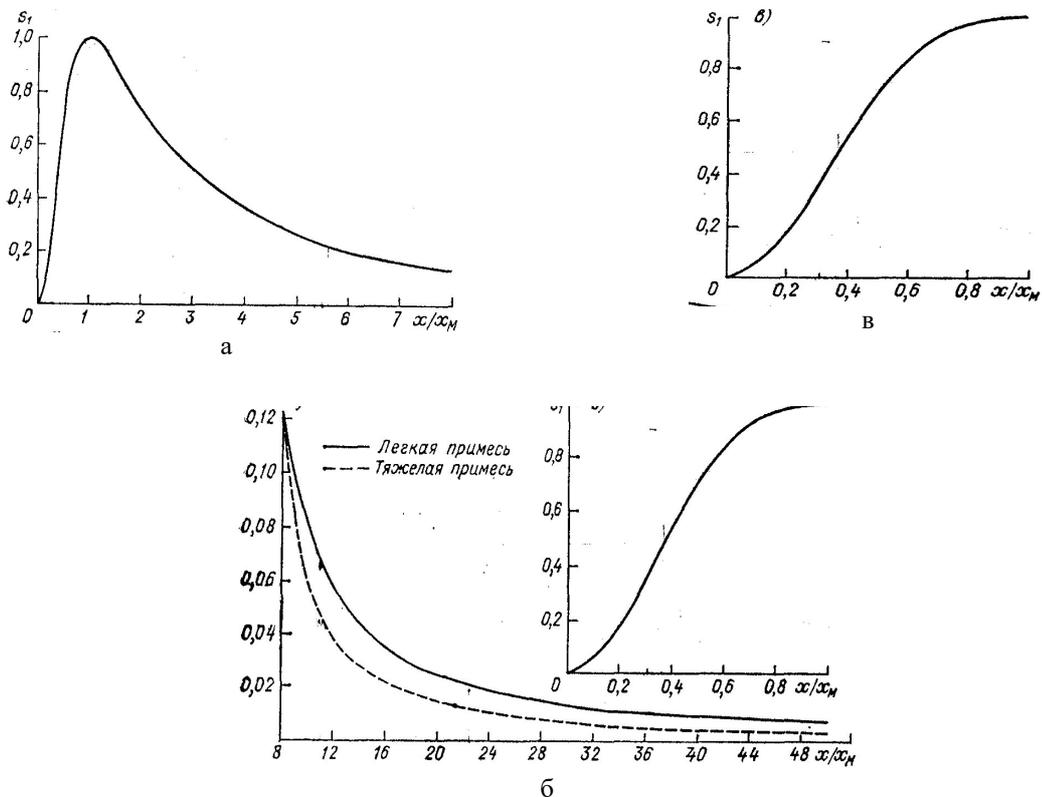


Рис. 3.1

или по формулам:

$$S_1 = 3 \left(\frac{X}{X_M} \right)^4 - 8 \left(\frac{X}{X_M} \right)^3 + 6 \left(\frac{X}{X_M} \right)^2 \quad \text{при } \frac{X}{X_M} \leq 1; \quad (3.2a)$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \left(\frac{X}{X_m} \right)^2 + 1} \quad \text{при } 1 < \frac{X}{X_m} \leq 8; \quad (3.26)$$

$$S_1 = \frac{\frac{X}{X_m}}{3,58 \left(\frac{X}{X_m} \right)^2 - 35,2 \left(\frac{X}{X_m} \right) + 120} \quad \text{при } F \leq 1,5 \text{ и } \frac{X}{X_m} > 8; \quad (3.2в)$$

$$S_1 = \frac{1}{0,1 \left(\frac{X}{X_m} \right)^2 + 2,47 \left(\frac{X}{X_m} \right) - 17,8} \quad \text{при } F > 1,5 \text{ и } \frac{X}{X_m} > 8. \quad (3.2г)$$

Для низких и наземных источников высотой ($2 \leq H < 10$), при значениях $\frac{X}{X_m} < 1$, вели-

чина S_1 в формуле (3.2) заменяется на величину S_1^* , которая определяется по формуле:

$$S_1^* = 0,125(10 - H) + 0,125(H - 2) \cdot S_1. \quad (3.3)$$

Значение приземной концентрации вредных веществ в атмосфере C_y ($\text{мг}/\text{м}^3$) на расстоянии Y (м) по перпендикуляру к оси факела выброса определяется по формуле:

$$C_y = S_2 \cdot C, \quad (3.4)$$

где S_2 – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра

U ($\text{м}/\text{с}$) и отношения $\frac{Y}{X}$ по значению аргумента t_y :

$$t_y = \frac{UY^2}{X^2} \quad \text{при } U \leq 5; \quad (3.5а)$$

$$t_y = \frac{5Y^2}{X^2} \quad \text{при } U > 5, \quad (3.5б)$$

по рис. 3.2 или по формуле

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5t_y + 12,8t_y^2 + 17t_y^3 + 45,1t_y^4)^2}. \quad (3.6)$$

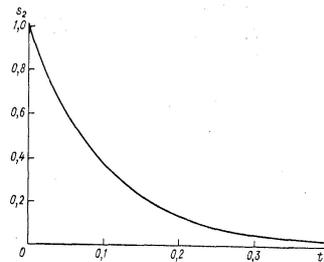


Рис. 3.2

Расчеты загрязнения атмосферы при выбросах газовой смеси из источника с прямоугольным устьем (шахты) производится по приведенным выше формулам при средней скорости w_0 , $\text{м}/\text{с}$ и значениях $D = D_3$ (м) и $V_1 = V_{13}$ ($\text{м}^3/\text{с}$).

Средняя скорость выхода газовой смеси w_0 , $\text{м}/\text{с}$, определяется по формуле

$$w_0 = \frac{V_1}{L \cdot b}, \quad (3.7)$$

где L – длина устья, м; b – ширина устья, м.

Эффективный диаметр устья D_3 , м, определяется по формуле

$$D_3 = \frac{2L \cdot b}{L + b}. \quad (3.8)$$

Эффективный расход выходящей в атмосферу в единицу времени газовой смеси V_{13} , $\text{м}^3/\text{с}$, определяется по формуле

$$V_{13} = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot w_0. \quad (3.9)$$

Для источников с квадратным устьем ($L=b$) эффективный диаметр D_3 равняется длине стороны квадрата. В остальном расчет рассеивания вредных веществ производится как для выбросов из ИЗА с круглым устьем.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1). Дополнительно отчет должен содержать:

- графические зависимости приземных концентраций загрязняющих примесей от расстояния от источника выброса по оси факела выброса $C_x = f(X)$;
- графические зависимости приземных концентраций загрязняющих примесей от расстояния по перпендикуляру к оси факела выброса $C_y = f(Y)$;
- анализ полученных графических зависимостей $C_x = f(X)$ и $C_y = f(Y)$.

Основная литература

1. Фридланд С.В. Промышленная экология. Основы инженерных расчетов/ С.В. Фридланд, Л.В. Ряписова, Н.Р. Стрельцова, Р.Н. Зиятдинов. – М.: КолосС, 2008. – 176 с.

Дополнительная литература

1. Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с.

Контрольные задания для самопроверки

1. Для каких условий производится расчет рассеивания выбросов по оси факела и по перпендикуляру к нему?
2. Укажите формулу для расчета приземной концентрации вредной примеси, содержащейся в выбросах ИЗА, по оси факела выброса?
3. Какую форму имеет графическая зависимость приземной концентрации вредной примеси от расстояния от источника выброса по направлению оси его факела?
4. Какую форму имеет графическая зависимость приземной концентрации вредной примеси от расстояния от источника выброса по перпендикуляру к оси его факела?
5. Что означает термин «опасная» скорость ветра?

Практическое занятие №4. Учет рельефа местности и фоновых концентраций при расчете загрязнения атмосферы выбросами одиночного источника

Цель работы: приобретение навыков определения приземной концентрации вредного вещества, содержащегося в выбросах одиночного источника, расчетным методом с учетом рельефа местности

Задание: При подготовке к практическому занятию обучающимся рекомендуется повторить соответствующий теоретический материал по литературе [2] и [5] из п.7.

Выполнить следующее задание:

1. Определить приземные концентрации загрязняющего вещества атмосфере C_x (мг/м^3) по оси факела выброса на различных расстояниях X (м) при выбросе пылегазовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем, расположенного на неровной местности, при неблагоприятных метеорологических условиях и опасной скорости ветра U_m (м/с).

2. Построить график распределения концентраций $C_x = f(X)$ для следующих интервалов значений X : 50 м при $X/X_m < 1$ и 200 м при $X/X_m > 1$.

3. Сравнить полученные расчётные значения приземных концентраций C_x для пересеченной местности с соответствующими значениями для ровной местности, полученными в практической работе № 3.

4. Сделать вывод о влиянии рельефа на рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере.

Исходные данные для выполнения задания приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Варианты заданий для практической работы №4

№ варианта	h_0 , м	a_0 , м	x_0	№ вариан-та	h_0 , м	a_0 , м	x_0
1, 6, 11, 19, 20	70	600	200	6, 16	75	700	200
2, 7, 12, 16	65	550	150	7, 17	65	500	200
3, 8, 13, 22	75	650	250	8, 18	55	500	150
4, 9, 14, 17	70	650	200	9, 19	70	550	150
5, 10, 15, 18	60	500	150	10, 20	75	600	200

Порядок выполнения:

Влияние рельефа местности на рассеивание вредных примесей в атмосфере устанавливается на основе анализа картографического материала, освещающего рельеф местности в радиусе до 50 высот наиболее высокого из размещаемых на промышленной площадке источника, но не менее чем до 2 км.

Известно, что для одиночного стационарного точечного источника, в окрестности которого можно выделить отдельные изолированные препятствия, вытянутые в одном направлении (гряды, гребень, ложбину, уступ), максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_m (мг/м³), содержащегося в выбросах, определяется по формуле (1):

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}},$$

где η – поправочный коэффициент на рельеф местности, определяемый по формуле:

$$\eta = 1 + \varphi_1 \cdot (\eta_m - 1).$$

Значения η_m определяются по таблице 4.2 в зависимости от форм рельефа, сечения которых представлены на рис. 4.1, и безразмерных величин $n_1 = \frac{H}{h_0}$ и $n_2 = \frac{a_0}{h_0}$, причем n_1 определяется с точностью до десятых, а n_2 – с точностью до целых; h_0 – это высота или глубина препятствия, a_0 – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа, x_0 – расстояние от середины препятствия (для гряды и ложбины) и от верхней кромки склона (для уступа) до источника.

Таблица 4.2

Значения коэффициента η_m в зависимости от форм рельефа

n_1	Ложбина (впадина)				Уступ				Гряда (холм)			
	n_2											
	4-5	6-9	10-15	16-20	4-5	6-9	10-15	16-20	4-5	6-9	10-15	16-20
Менее 0,5	4,0	2,0	1,6	1,3	3,5	1,8	1,5	1,2	3,0	1,5	1,4	1,2
0,6...1,0	3,0	1,6	1,5	1,2	2,7	1,5	1,3	1,2	2,2	1,4	1,3	1,0
1,1...2,9	1,8	1,5	1,4	1,1	1,6	1,4	1,2	1,1	1,4	1,3	1,2	1,0
3...5	1,4	1,3	1,2	1,0	1,3	1,2	1,1	1,0	1,2	1,2	1,1	1,0
Более 5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Значение функции φ_1 определяется в зависимости от отношения $\frac{|x_0|}{a_0}$ по графикам на рис. 4.1. Если источник расположен на верхнем плато уступа, в качестве аргумента функции φ_1 вместо $\frac{|x_0|}{a_0}$ принимается $-\frac{|x_0|}{a_0}$.

Если препятствия представляют собой гряды (ложбины), вытянутые в одном направлении, значения h_0 и a_0 определяются для поперечного сечения, перпендикулярного этому направлению.

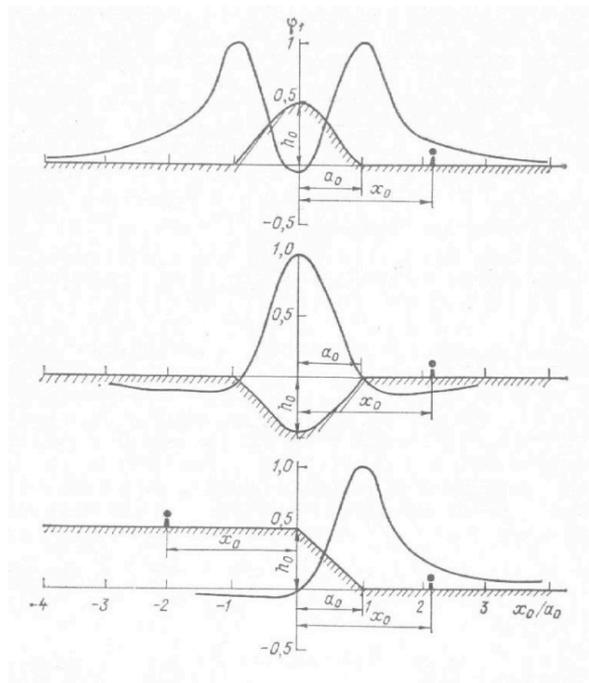


Рис. 4.1. Сечение различных форм рельефа:
 а – гряды; б – холм или ложбина; в – уступ

Если изолированное препятствие представляет собой отдельный холм или впадину, то h_0 выбирается соответствующим максимальной (минимальной) отметке препятствия, а n_2 – максимальной крутизне склона, обращенного к источнику.

Для источника выброса, находящегося в зоне влияния нескольких изолированных препятствий, определяются значения η для каждого препятствия, а в расчетах используются максимальное из них.

Расстояние X_M (м) от источника выбросов, на котором при неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация C ($\text{мг}/\text{м}^3$) достигает максимального значения C_M , определяется по формуле:

$$X_M = \frac{5-F}{4} \cdot d_M \cdot H;$$

где d_M – безразмерный коэффициент, определяемый по соотношению:

$$d_M = d \cdot \frac{1,1}{\sqrt{\eta + 0,2}}. \quad (4.1)$$

Расчет коэффициента d приведен в практической работе № 2.

Расчет приземных концентраций по оси факела на различных расстояниях от источника производится по формуле:

$$C = S_1 \cdot C_M.$$

При этом для расстояний X от источника, удовлетворяющих неравенству:

$$X < 6,2x_M^{(0)}\sqrt{\eta-1},$$

где $x_M^{(0)}$ – значение X_M при $\eta=1$, отношение $\frac{X}{X_M}$ определяется с использованием X_M ,

вычисленного по вышеуказанной формуле. А для больших значений X при вычислении отношения $\frac{X}{X_M}$ используется значение $X_M = X_M^{(0)}$.

При других скоростях ветра расчет производится аналогичным образом, причем вместо $X_M^{(0)}$ используется значение $X_{MU}^{(0)}$ величины X_{MU} , определяемой для ровной или слабопересеченной местности (см. практическую работу № 2).

Если источник выбросов располагается в долине шириной $L_{\text{дол}}$ и его высота H меньше $2/3$ глубины долины, то расчеты по формуле $C=S_1 \cdot C_M$ для направлений ветра вдоль доли-

ны производятся до расстояний X , удовлетворяющих условию $X = L_{\text{дол}} \sqrt{U}$, а для больших значений X функция S_1 умножается на величину $\sqrt{\frac{X}{L_{\text{дол}} \sqrt{U}}}$.

Определение фоновой концентрации производится на основании данных наблюдений за загрязнением атмосферы. Фоновые концентрации – $C_{\text{ф}}$ устанавливаются местными органами Гидромета по данным регулярных наблюдений на сети постов за загрязненностью объектов природной среды или по данным подфакельных наблюдений.

Фоновая концентрация относится к тому же интервалу осреднения (20...30 мин), что и максимально разовая ПДК. По данным наблюдений $C_{\text{ф}}$ определяется как уровень концентраций, превышаемый в 5 % наблюдений за разовыми концентрациями.

Фоновая концентрация устанавливается либо единым значением по городу, либо, в случае выявления существенной изменчивости, дифференцированно по территории города (по постам), а также по градам скорости и направлениям ветра.

Фоновая концентрация $C_{\text{ф}}$ используется при расчетах загрязнений атмосферного воздуха совокупностью источников выброса. Для *отдельного* источника выброса фоновая концентрация характеризует загрязнение атмосферы в населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая данный.

При расчетах для одного действующего или реконструируемого источника (предприятия) используется значение фоновой концентрации $C'_{\text{ф}}$, представляющей из себя фоновую концентрацию $C_{\text{ф}}$, из которой исключен вклад рассматриваемого источника (предприятия).

Значение $C'_{\text{ф}}$ вычисляется по формуле:

$$C'_{\text{ф}} = C_{\text{ф}} \left(1 - 0,4 \frac{C}{C_{\text{ф}}}\right), \quad \text{при } C \leq 2C_{\text{ф}},$$

$$C'_{\text{ф}} = 0,2C_{\text{ф}}, \quad \text{при } C > 2C_{\text{ф}}.$$

где C – максимальная расчетная концентрация вещества от данного источника в жилой зоне, на которой устанавливается фон.

Для предприятий рассчитываются и значения фоновых концентраций $C'_{\text{ф.п}}$ на момент достижения предельно допустимых выбросов (на перспективу), по формулам:

$$C'_{\text{ф.п}} = \frac{C'_{\text{ф}}}{C_{\text{м}} + C'_{\text{ф}}} \text{ПДК}, \quad \text{при } C_{\text{м}}^{\circ} + C'_{\text{ф}} > \text{ПДК};$$

$$C'_{\text{ф.п}} = \text{ПДК} - C_{\text{м}}^{\circ}, \quad \text{при } C_{\text{м}}^{\circ} + C'_{\text{ф}} \leq \text{ПДК},$$

где максимальная концентрация веществ от совокупности источников рассматриваемого предприятия $C_{\text{м}}^{\circ}$ вычисляется по формулам практической работы № 2 при значениях параметров выброса, относящихся к периоду времени, за который определялась фоновая концентрация $C'_{\text{ф}}$.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1). Дополнительно он должен содержать:

- графическую зависимость приземных концентраций загрязняющих веществ по оси факела выброса $C_x = f(X)$ от расстояния от источника выброса, расположенного на неровной (пересеченной) местности;
- сравнительный анализ значений приземных концентраций C_x загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах источника, расположенного на ровной и пересеченной местности.

Основная литература

1. Фридланд С.В. Промышленная экология. Основы инженерных расчетов/ С.В. Фридланд, Л.В. Ряписова, Н.Р. Стрельцова, Р.Н. Зиятдинов. – М.: КолосС, 2008. – 176 с.

Дополнительная литература

1. Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Прак-

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какая подстилающая поверхность называется: а) ровной; б) пересеченной?
2. Опишите образование инверсионного слоя в котловинах и долинах.
3. Приведите примеры, показывающие влияние особенностей строения подстилающей поверхности на рассеивание загрязняющих примесей в атмосферном воздухе.
4. Что такое: а) приземная инверсия; б) приподнятая инверсия?
5. Опишите разрушение инверсионного слоя над котловиной в утренние часы после восхода солнца.

Практическое занятие №5. Определение зоны влияния вредного вещества, содержащегося в выбросах одиночного источника

Цель работы: приобретение навыков определения зоны влияния вредных веществ, содержащихся в выбросах одиночного источника, расчетно-графическим методом.

Задание: 1. При подготовке к практическому занятию обучающимся рекомендуется повторить соответствующий теоретический материал по литературе [2] и [5] из п.7.

Выполнить следующее задание:

1. Определить зону влияния (м) одиночного источника с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях и опасной скорости ветра U_m при тех же параметрах выбросов, что и в практических работах № 2 и 3.

2. Сравнить полученное значение зоны влияния с размерами санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия – 1000 м.

Порядок выполнения: Для определения зоны влияния предприятия расчетным методом необходимо использовать результаты расчетов из практических работ №2 и №3, а также графическую зависимость $C_x = f(X)$ из практической работы №3.

Радиус зоны влияния рассчитывается как наибольшее из двух расстояний от источника X_1 и X_2 , где

$$X_1 = 10X_m, \quad (5.1)$$

а величина X_2 определяется как расстояние от источника, начиная с которого

$$C \leq 0,05 \text{ ПДК}. \quad (5.2)$$

Значение X_2 при ручных расчетах также можно найти графически с помощью рис. 3.1, а, б. На вертикальной оси откладывается точка $0,05\text{ПДК}/C_m$, через которую проводится параллельная горизонтальной оси линия до пересечения с графиком функции S_1 за максимумом. Из точки пересечения опускается перпендикуляр на горизонтальную ось, полученное значение X/X_m умножается на X_m , в результате чего определяется искомое значение X_2 .

При $C_m \leq 0,05 \text{ ПДК}$ значение X_2 полагается равным нулю.

Для предприятий также устанавливаются зоны влияния, включающие в себя круги радиусом X_1 , проведенные вокруг каждой из труб предприятия, и участки местности, где рассчитанное суммарное загрязнение атмосферы от всей совокупности источников выброса данного предприятия, в том числе низких и неорганизованных выбросов, превышает $0,05\text{ПДК}$.

Зоны влияния источников и предприятий рассчитываются по каждому вредному веществу (комбинации веществ с суммирующимся вредным действием) отдельно.

Для предприятий и источников, зоны влияния которых целиком расположены в участках города, где рассчитанная суммарная концентрация от всех источников города $\bar{c} < \text{ПДК}$, значения выбросов, использованные при указанных расчетах \bar{c} , принимаются в качестве ПДВ.

Далее проводится текущий контроль учебных достижений обучающихся с использованием 2-3 вопросов из следующего перечня:

1. Что такое предельно допустимая нагрузка (ПДН) на экосистему?
2. Приведите порядок разработки ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе.
3. Максимально разовая предельно допустимая (ПДКм.р.) и среднесуточная предельно допустимая (ПДКс.с.) концентрации.
4. Что такое подпороговая концентрация вредного вещества?
5. Каковы принципы раздельного нормирования загрязняющих веществ в воздухе?
6. Что такое ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ), временно допустимая концентрация (ВДК)?
7. Как проводится разработка ПДК вредных веществ в воде хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения?
8. Приведите основные требования, предъявляемые к зонам санитарной охраны (ЗСО) источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.
9. Для чего служит санитарно-защитная зона промышленного предприятия, осуществляющего выбросы в атмосферу?
10. Как определяют зону влияния предприятия, осуществляющего выбросы в атмосферу?

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1). Дополнительно он должен содержать сравнительный анализ полученных значений зон влияния вредных примесей и размеров СЗЗ предприятия.

Основная литература

1. Фридланд С.В. Промышленная экология. Основы инженерных расчетов/ С.В. Фридланд, Л.В. Ряписова, Н.Р. Стрельцова, Р.Н. Зиятдинов. – М.: КолосС, 2008. – 176 с.

Дополнительная литература

1. Варданян М.А. Нормирование выбросов : методические указания к выполнению практических работ. – Братск : Изд-во БрГУ, 2012. – 104 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Укажите отличия зоны влияния предприятия от санитарно-защитной зоны.
2. Каким нормативным документом регламентируется ширина СЗЗ?
3. В каких случаях ширина СЗЗ может быть увеличена?
4. Приведите конструкции СЗЗ, соответствующие различному характеру розы ветров.
5. Укажите мероприятия по озеленению СЗЗ.

Практическое занятие №6. Разработка нормативов предельно-допустимых выбросов для стационарных источников (дискуссия)

Цель работы: ознакомление с методологией разработки нормативов предельно допустимых и временно согласованных (разрешенных) выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить соответствующий теоретический материал с использованием литературы [1] и [5] из п.7 и составить конспект по следующим вопросам:

1. «Регламентация» выбросов.
2. Методология разработки норматива предельно допустимого выброса.
3. Последовательность работ при разработке и согласовании проекта ПДВ.
4. Содержание проекта ПДВ.
5. Нормирование выбросов загрязняющих веществ от неорганизованных источников.

Порядок выполнения: При проведении дискуссии рекомендуется обратить внимание на следующие ключевые моменты.

Норматив предельно-допустимого выброса (ПДВ) вредного вещества в атмосферу устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы таким образом, чтобы выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников города или другого населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создавали приземную концентрацию, превышающую их ПДК для населения, растительного и животного мира.

Значения ПДВ устанавливаются при разработке ведомственных предложений по НДВ, сводных томов «Охрана атмосферы города и предельно допустимый выброс (ПДВ)», подразделов, касающихся защиты атмосферы от загрязнения, в разделе «Охрана окружающей среды» различных видов предпроектной и проектной документации (ППД) на строительство новых и реконструкцию существующих предприятий. Они устанавливаются как для строящихся, так и для действующих предприятий.

Установление ПДВ производится с применением методов расчета загрязнения атмосферы промышленными выбросами и с учетом перспектив развития предприятия, физико-географических и климатических условий местности, расположения промышленных площадок и участков существующей и проектируемой жилой застройки, санаториев, зон отдыха городов, взаимного расположения промышленных площадок и селитебных территорий.

ПДВ (г/с) устанавливаются для условий полной нагрузки технологического и газоочистного оборудования и их нормальной работы. ПДВ не должны превышать в любой 20-минутный период времени.

ПДВ (г/с) устанавливаются отдельно для каждого источника выброса, не являющегося мелким. Для мелких источников целесообразно установление единых ПДВ (г/с) от их совокупностей, с предварительным объединением группы источников в более мощный (с большим значением C_m , чем у отдельных источников) площадной или условный точечный источник. Неорганизованные выбросы всего предприятия или отдельных участков его промплощадки сводятся к площадным источникам или к совокупности условных точечных источников.

Наряду с ПДВ для одиночных источников устанавливаются ПДВ для предприятия в целом.

При постоянстве выбросов они находятся как сумма ПДВ от одиночных источников и групп мелких источников.

При непостоянстве во времени выбросов от отдельных источников ПДВ предприятия меньше суммы ПДВ от отдельных источников и соответствует максимально возможному суммарному выбросу от всех источников предприятия при нормальной работе технологического и газоочистного оборудования.

ПДВ определяется для каждого вещества отдельно, в том числе и в случаях учета суммации вредного действия нескольких веществ.

При установлении ПДВ учитываются фоновые концентрации C_ϕ . При определении ПДВ для действующих производств C_ϕ заменяется на C'_ϕ .

Значение ПДВ (г/с) для одиночного источника с круглым устьем в случаях $C_\phi < \text{ПДК}$ определяется по формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_\phi) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}. \quad (6.1a)$$

В случае $f \geq 100$ или $\Delta T \approx 0$ ПДВ определяется по формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_\phi) \cdot H^{1/3}}{A \cdot F \cdot n \cdot \eta} \cdot \frac{8V_1}{D}. \quad (6.1b)$$

Примечание. При необходимости одновременного учета влияния рельефа и застройки в формулах (6a), (6b) за величину η принимается произведение поправок к максимальной концентрации на рельеф и застройку.

Значение ПДВ для источника с прямоугольным устьем определяется по тем же формулам, но при $D = D_3$ и $V_1 = V_{13}$.

Значение ПДВ для случая выбросов от одиночного аэрационного фанаря определяется по формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДВ}_0}{S_3}, \quad (6.1\text{в})$$

где ПДВ_0 находится по формуле (40а) или (40б) при $V_1 = V_{13}$ и $D = D_3$, а S_3 определяется согласно п. 3.1 ОНД-86.

При установлении ПДВ для одиночного источника выброса смеси постоянного состава веществ с суммирующим вредным действием сначала определяется вспомогательное значение суммарного $\text{ПДВ} = \text{ПДВ}_c$, приведенного к выбросу одного из веществ. Для этого в формулах (6.1а), (6.1б) используется ПДК данного вещества и суммарный фон C_ϕ , приведенный к этому же веществу. Затем с учетом состава выбросов определяются ПДВ отдельных вредных веществ.

При наличии группы из нескольких источников выброса значения ПДВ ($\text{ПДВ}_1, \text{ПДВ}_2, \dots, \text{ПДВ}_N$) для каждого (i -го) источника находится по формуле:

$$\text{ПДВ}_i = M_i, \quad (6.1\text{г})$$

где M_i (M_1, M_2, \dots, M_N) – такие значения выброса от каждого источника, которые приняты при расчетах загрязнения атмосферы от всей совокупности источников и при которых максимальная суммарная концентрация в атмосфере при неблагоприятных метеорологических условиях не превышает (ПДК – C_ϕ) или $(0,8\text{ПДК} - C_\phi)$ на территориях, подлежащих особой охране.

При разработке ПДВ для реконструируемого предприятия расчеты выполняются на фактическое положение и на перспективу.

Примечания. 1. Предлагаемый в качестве ПДВ вариант должен быть оптимальным по технико-экономическим показателям.

2. Если для какого-либо вредного вещества выполняется соотношение

$$\sum_{i=1}^N C_{M,i} + C_\phi < \text{ПДК}, \quad (6.2)$$

то в этом случае (при отсутствии необходимости учета суммации вредного действия нескольких веществ) использованные при расчетах значения M_i могут быть приняты в качестве ПДВ, без расчетов суммарного загрязнения атмосферы.

3. При определении размеров зоны влияния предприятия расчеты загрязнения атмосферы на ЭВМ допускается приближенно производить только для одного расчетного направления ветра (от предприятия на центр города), среднезвешенной опасной скорости ветра $u = u_{MC}$, причем расчетная область представляется отрезком между центром предприятия и границей города.

При расчетах на фактическое положение используются значения M и V_1 по данным последней инвентаризации выбросов с внесением в случае необходимости дополнительных уточнений.

При расчетах на перспективу расчеты производятся отдельно для каждого из намеченных этапов сокращения выбросов с использованием значений M и V_1 , ожидаемых в результате реализации намеченных мероприятий.

Установлению ПДВ для отдельного источника предшествует определение его зоны влияния.

При детализации фона только по территории города в качестве фона C_ϕ для предприятия (источника) при установлении ПДВ используется его максимальное значение в зоне влияния рассматриваемого предприятия (источника). После этого учет фона производится обычным образом.

Если фон в зоне влияния детализирован по двум градациям скорости ветра (C_{ϕ_1} и C_{ϕ_2}) то для одиночного источника сначала определяются вспомогательные значения M_i в каждой из градаций скорости ветра по следующим формулам:

$$M_i = \frac{(\text{ПДК} - c_{\phi,i}) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta \cdot r_i} \quad \text{при } f \leq 100, \quad (6.3)$$

$$M_i = \frac{(\text{ПДК} - c_{\phi,i}) \cdot H^{1/3}}{A \cdot F \cdot n \cdot \eta \cdot r_i} \cdot \frac{8V_1}{D} \quad \text{при } f > 100 \text{ или } \Delta T \approx 0. \quad (6.4)$$

Здесь $i = 1$ или 2 , безразмерный коэффициент r_i и остальные обозначения аналогичны введенным в практических работах № 2–5. Значение $i = 1$ соответствует той градации скорости ветра, в которую попадает опасная скорость ветра U_m . Для этой градации полагается $r_i = 1$.

Если $C_{\phi_2} < C_{\phi_1}$, то ПДВ = M_1 . Если $C_{\phi_2} > C_{\phi_1}$, то производится расчет M_2 , причем при расчете безразмерного коэффициента r_2 используется скорость U , соответствующая середине рассматриваемой градации. В последнем случае ПДВ равен минимальному значению из M_1 и M_2 :

$$\text{ПДВ} = \min(M_1, M_2). \quad (6.1д)$$

Если $C'_{\phi} > \text{ПДК}$, то увеличение мощности выброса от реконструируемых объектов и строительство на предприятии новых объектов с выбросами тех же веществ или веществ, обладающих с ними суммацией вредного действия (см. прил. 4), может быть допущено только при одновременном обеспечении снижения выбросов вредных веществ в атмосферу на остальных объектах рассматриваемого предприятия или на других предприятиях города, обоснованного проектными решениями.

Наряду с максимальными разовыми ПДВ (г/с) в оперативных целях для выполнения проектных оценок темпов снижения выбросов и возможностей утилизации уносимых газозоооушной смесью вредных веществ устанавливаются годовые значения ПДВ_г (т/год) для отдельных источников и предприятия в целом.

Для отдельного (i -го) источника из N источников предприятия ПДВ_{г, i} находится с учетом временной неравномерности выбросов, в том числе за счет планового ремонта технологического и газоочистного оборудования.

Для предприятия в целом ПДВ_г находится по формуле:

$$\text{ПДВ}_g = \sum_{i=1}^N \text{ПДВ}_{g,i}. \quad (6.1е)$$

Для действующих предприятий, если в воздухе городов или других населенных пунктов концентрации вредных веществ превышают ПДК, а значения ПДВ в настоящее время не могут быть достигнуты, предусматривается поэтапное, с указанием длительности каждого этапа, снижение выбросов вредных веществ до значений ПДВ, обеспечивающих достижение ПДК, или до полного предотвращения выбросов.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Основная литература

1. Редина М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды : учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов. - М. : Издательство Юрайт, 2014. - 431 с. - Серия : Бакалавр. Базовый курс.

Дополнительная литература

1. Фридланд С.В. Промышленная экология. Основы инженерных расчетов/ С.В. Фридланд, Л.В. Ряписова, Н.Р. Стрельцова, Р.Н. Зиятдинов. – М.: КолосС, 2008.- 176 с.

2. Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Укажите верное утверждение: Норматив предельно допустимого выброса устанавливается на основе:
 - а) норматива предельно допустимой концентрации;
 - б) технологического норматива выброса;
 - в) максимальной приземной концентрации?
2. Как и на основании чего производится нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарного источника?
3. Как происходит оценка уровня загрязнения атмосферы комплексом примесей? Какое оборудование и нормативные документы при этом используются?
4. Какое значение фоновой концентрации используется при установлении ПДВ для предприятия?
5. Как рассчитывается потенциал загрязнения атмосферы?

Практическое занятие №7. Расчет допустимого выброса вредного вещества в атмосферу и определение требуемой степени очистки

Цель работы: приобретение навыков расчета ПДВ загрязняющих веществ с учетом фоновой концентрации, определению требуемой степени очистки отходящих газов.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить следующий теоретический материал с использованием литературы [1] из п.7.

Выполнить задание:

1. Определить наибольшую ожидаемую концентрацию C_m (мг/м³) вредных веществ в приземном слое атмосферы при неблагоприятных метеорологических условиях.

2. Рассчитать расстояние X_m (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация C (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_m .

3. Сравнить фактическое содержание вредных веществ в атмосферном воздухе ($C_m + C_{\phi}$) с учетом фоновой концентрации C_{ϕ} с санитарно-гигиеническими нормами (ПДК), если $C_{\phi}^{CO} = 1,5$ мг/м³; $C_{\phi}^{NO_2} = 0,03$ мг/м³; $C_{\phi}^{SO_2} = 0,1$ мг/м³; $C_{\phi}^{пыли} = 1,5$ мг/м³; ПДК^{CO} = 5 мг/м³; ПДК^{NO₂} = 0,2 мг/м³; ПДК^{SO₂} = 0,5 мг/м³; ПДК^{пыли} = 0,5 мг/м³.

4. Рассчитать ПДВ отдельно по каждому выбрасываемому веществу с учетом фоновых концентраций C_{ϕ} , мг/м³.

5. Определить требуемую степень очистки и дать рекомендации по снижению выбросов, если фактический выброс M какого-либо вредного вещества превышает расчетный норматив ПДВ.

Исходные данные для расчетов приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Варианты заданий для практической работы №7

№ варианта	Количество выбросов М, г/с				H, м	D, м	W, м/с	T _г , °С	T _в , °С	A
	M ^{CO}	M ^{NO₂}	M ^{SO₂}	M ^{пыли}						
1	13,0	0,87	6,0	13,3	30	1,1	13,0	195	23,4	200
2	170,0	3,7	32,6	20,8	33	1,3	12,6	182	20,4	200
3	217,0	6,3	57,4	28,4	40	1,4	13,2	173	15,4	250
4	325,0	8,2	67,6	38,2	45	1,5	12,2	167	24,6	250
5	189,3	8,8	62,4	20,6	50	1,6	13,5	154	18,6	200
6	208,5	9,8	68,2	27,8	55	1,6	14,2	146	24,5	200
7	220,0	10,6	79,4	35,3	60	1,6	14,4	142	26,4	180
8	848,6	56	368	168	100	2,5	18,8	135	30,0	200
9	1 200	84	478	206	110	2,8	20,6	130	28,5	250
10	1 296	92	502	220	120	2,8	22,0	120	20,0	160
11	2 380	106	684	265	125	3,0	20,8	118	22,5	200
12	3 050	127	805	297	130	3,0	21,4	115	24,8	200
13	4 150	157	950	325	145	3,0	22,0	114	25,6	200
14	188	77	360	218	108	2,8	13,8	150	20,0	140
15	2 400	135	7,5	6,5	105	4,3	13,0	118	22,0	200
16	908	171	720	180	150	2,38	23,0	180	21,5	200

17	405	88	175	160	20	5,0	28,0	170	22,0	200
18	158	75	700	105	200	5,0	35,0	200	20,0	180
19	75,6	15,8	108	300	50	1,6	13,5	154	18,6	200
20	28,0	13,0	51,4	99	45	1,5	12,2	167	24,6	160

Порядок выполнения:

Для газовых выбросов $F = 1$, для пыли $F = 3$. Число дымовых труб $N = 1$.

Расчет рекомендуется проводить с использованием формул практической работы №2 в следующей последовательности:

1. Определить коэффициент f .
2. Определить объем V_i ($\text{м}^3/\text{ч}$) выбрасываемых дымовых газов.
3. Определить коэффициент m .
4. Определить параметр V_m .
5. Определить параметр n .
6. Определить максимальную (ожидаемую) концентрацию вредного вещества в приземном слое атмосферы C_m ($\text{мг}/\text{м}^3$).
7. Определить параметр d .
8. Определить расстояние X_m (м).
9. Сравнить полученное расчетным путем фактическое загрязнение атмосферы каждым выбрасываемым веществом (с учетом фоновой концентрации) с санитарно-гигиеническим нормативом.
10. Рассчитать ПДВ вредных веществ с использованием формул практической работы №6.
11. Провести анализ полученных результатов, сравнив фактический массовый выброс M с расчетным значением ПДВ. В случае превышения (т.е. $M > \text{ПДВ}$) разработать мероприятия по снижению выбросов для достижения норматива.
12. Определить требуемую степень очистки пылегазовых выбросов по формуле:

$$\varepsilon \% = \frac{M - \text{ПДВ}}{M} \cdot 100 \%$$

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1). Дополнительно он должен содержать сравнительный анализ ($C_m + C_\phi$) и ПДК, а также рекомендации по снижению выбросов, если $M > \text{ПДВ}$.

Основная литература

1. Редина М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды : учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов. - М. : Издательство Юрайт, 2014. - 431 с. - Серия : Бакалавр. Базовый курс.

Дополнительная литература

1. Фридланд С.В. Промышленная экология. Основы инженерных расчетов/ С.В. Фридланд, Л.В. Ряписова, Н.Р. Стрельцова, Р.Н. Зиятдинов. – М.: КолосС, 2008.- 176 с.
2. Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. При каком значении массового выброса M возникает необходимость установки пылегазоулавливающих аппаратов?
2. Что такое «существующий уровень загрязнения воздуха»?
3. Что показывает комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха?
4. Как рассчитывается индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) и по каким веществам?
5. Как производится регулирование выбросов при неблагоприятных метеоусловиях?

Практическое занятие №8. Расчет объема дымовых газов, образующихся при сжигании топлива, по его составу

Цель работы: приобретение навыков расчета объема дымовых газов, образующихся при сжигании топлива, по известному его составу.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить соответствующий теоретический материал с использованием литературы [1] из п.7.

Выполнить следующее задание:

Произвести расчет объема дымовых газов V_q ($\text{м}^3/\text{ч}$), образующихся при сжигании Q ($\text{кг}/\text{ч}$) топлива, в состав которого в (% масс.) входят С, Н, О, S, если известно по данным хроматографического или газового анализа содержание в дымовых газах N_2 , O_2 , CO , CO_2 , H_2O [% (об.)]. Для полного сжигания добавляется определенное количество пара m (кг) на 1 кг топлива.

Исходные данные для расчетов приведены в таблице 8.1

Таблица 8.1

Варианты заданий для практической работы №8

№ варианта	Q , кг/ч	Состав топлива, % (масс.)				m , кг/кг	Состав отработанного газа, % (об.)				
		С	Н	О	S		N_2	O_2	CO	CO_2	H_2O
1	7	86,0	14,0	–	–	–	75	7,0	7,8	7,5	3,0
2	10	86,0	14,0	–	–	–	74	6,0	8,6	6,8	3,4
3	20	85,3	14,6	–	0,10	–	78	10,5	1,8	6,4	2,6
4	25	85,0	14,5	0,3	0,15	–	78	8,2	0,8	8,8	2,3
5	100	85,5	13,6	0,5	0,20	0,2	77	8,8	0,6	9,4	2,8
6	125	85,0	13,2	0,8	0,30	0,2	77	8,4	0,5	8,6	3,0
7	150	85,5	12,5	1,0	0,35	0,3	76	8,8	0,5	9,2	3,2
8	175	85,0	12,5	1,0	0,40	0,3	78	8,6	0,4	8,8	3,7
9	200	84,6	13,0	1,2	0,40	0,4	78	9,0	0,5	9,0	2,8
10	250	85,0	12,5	1,5	0,45	0,5	79	8,2	0,4	8,2	3,2
11	300	85,0	12,5	1,5	0,45	0,5	80	8,6	0,3	6,8	3,5
12	350	85,0	12,5	1,5	0,45	0,5	80	8,0	0,4	7,5	3,0
13	15	85,0	14,6	–	–	–	78	8,2	0,8	8,8	2,3
14	140	85,5	12,5	1,0	0,35	0,3	77	8,4	0,5	8,6	3,0
15	160	85,0	12,5	1,0	0,40	0,3	79	8,2	0,4	8,2	3,2
16	180	84,6	13,0	1,2	0,40	0,4	78	9,0	0,5	9,0	2,8
17	220	86,0	14,0	–	–	–	74	6,0	8,6	6,8	3,4
18	270	85,0	12,5	1,5	0,45	0,5	79	8,2	0,4	8,2	3,2
19	190	85,3	14,6	–	0,10	–	78	10,5	1,8	6,4	2,6
20	100	85,5	13,6	0,5	0,20	0,2	76	8,8	0,5	9,2	3,2

Порядок выполнения:

1. Определить количество воздуха L_B (кг), необходимое для сжигания 1 кг топлива, по формуле

$$L_B = \frac{2,67C + 16H + S - O}{0,21 \cdot 100}, \quad (8.1)$$

где 2,67 = 32/12; 16 = 32/2; (32 – молярная масса кислорода; 12 – атомная масса углерода; 2 – молекулярная масса водорода; 0,21 – массовая доля кислорода в воздухе); состав топлива, т.е. содержание в нем С, Н, S и расходуемого на горение О в (масс.) приведен в таблице 8.1).

2. Найти объем воздуха V_B ($\text{м}^3/\text{кг}$), необходимый для сжигания 1 кг топлива, по формуле:

$$V_B = \frac{L_B}{\rho}, \quad (8.2)$$

где ρ – плотность воздуха, равная 1,293 $\text{кг}/\text{м}^3$.

3. Рассчитать мольное содержание ($\text{кг} \cdot \text{моль}/\text{кг}$) диоксидов углерода и серы (θ^{RO_2}), а также воды ($\theta^{\text{H}_2\text{O}}$) в продуктах сгорания 1 кг топлива по формуле:

$$\theta^{\text{RO}_2} = \frac{C}{100 \cdot 12} + \frac{S}{100 \cdot 32}, \quad (8.3)$$

где RO_2 – это диоксиды CO_2 и SO_2 ; 12 – атомная масса углерода; 32 – атомная масса серы;

$$\theta^{H_2O} = \frac{H}{100 \cdot 2} + \frac{m}{18}, \quad (8.4)$$

где m – количество пара (кг), подаваемое на форсунки для сжигания 1 кг топлива; 2 – молекулярная масса водорода; 18 – молекулярная масса воды.

4. Установить фактический коэффициент избытка воздуха по данным содержания CO , N_2 , O_2 и других газов (данные анализа) по формуле:

$$\alpha = \frac{N_2}{N_2 - 3,762(O_2 - 0,5CO)}, \quad (8.5)$$

где $3,762 = 79/21$ – соотношение содержания в воздухе N_2 и O_2 .

5. Определить мольное содержание (кг·моль/кг) двухатомных газов при найденном коэффициенте избытка воздуха по формуле:

$$\theta^{N_2+O_2} = \frac{V_B(\alpha - 0,21)}{22,4}, \quad (8.6)$$

где 0,21 – доля кислорода в воздухе, участвующая в горении; 22,4 – мольный объем газа (н.у.).

6. Найти сумму θ^{H_2O} , θ^{RO_2} , $\theta^{N_2+O_2}$:

$$\sum \theta = \theta^{RO_2} + \theta^{H_2O} + \theta^{N_2+O_2}, \quad (8.7)$$

где θ^{H_2O} , θ^{RO_2} , $\theta^{N_2+O_2}$ рассчитанные выше значения.

7. Определить количество продуктов сгорания (кг/ч) по формуле:

$$G = (\alpha \cdot L_B + 1) \cdot Q, \quad (8.8)$$

где Q – количество сжигаемого топлива, кг/ч.

8. Определить объем дымовых газов при нормальных условиях ($m^3/ч$) по формуле:

$$V_q = \frac{G \sum \theta \cdot 22,4}{\alpha \cdot L_B + 1}. \quad (8.9)$$

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Основная литература

1. Фридланд С.В. Промышленная экология. Основы инженерных расчетов/ С.В. Фридланд, Л.В. Ряписова, Н.Р. Стрельцова, Р.Н. Зиятдинов. – М.: КолосС, 2008.- 176 с.

Дополнительная литература

1. Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Приведите ориентировочный состав дымовых газов, образующихся при сжигании разных видов топлива.
2. Укажите методы улучшения экологических характеристик топлива.
3. Сравните качественный состав выбросов, образующихся при сжигании твердого, жидкого и газообразного топлива на ТЭЦ. Результаты сравнения представьте в виде таблицы.
4. Объясните понятие «нетрадиционное топливо»
5. Какие виды «нетрадиционного топлива» находят применение в настоящее время?

Практическое занятие №9. Расчет норматива допустимого сброса вредного вещества и определение требуемой кратности разбавления

Цель работы: ознакомление с методологией расчета норматива допустимого сброса (НДС) загрязняющего вещества.

Задание 1: При подготовке к практическому занятию повторить соответствующий теоретический материал с использованием литературы [1] из п.7.

Выполнить следующие задания (по вариантам):

Задание 2: Рассчитать нормативы НДС загрязняющих веществ в водоток, если:

- 1) выпуск сточных вод в реку осуществляется после очистных сооружений через водовыпуск, расположенный у берега;
- 2) сброс производится за пределами населенного пункта, водозаборов вблизи нет;
- 3) категория водотока – рыбохозяйственная;

Исходные данные для расчета приведены в табл. 9.1, гидрохимические данные – в табл. 9.2.

Задание 3: Рассчитать нормативы НДС загрязняющих веществ в озеро, которое в период весеннего половодья и многоводные годы может соединяться с рекой, если:

- 1) выпуск хозяйственно-бытовых сточных вод осуществляется после очистных сооружений;
- 2) озеро – рыбохозяйственный водоем I категории;
- 3) выпуск производится в верхнюю треть озера;
- 4) зона, в которую осуществляется выпуск застойная, средняя глубина в этой зоне $0,35 \div 0,45$ м.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 9.3, гидрохимические данные – в табл. 9.4.

Таблица 9.1

Варианты заданий для выполнения задания 2

Вариант	Расход сточной воды, q , m^3/c	Расстояния l_{ϕ} и l_n	Расчетный расход, $m^3/час$	Средняя глубина, H_{cp}	Средняя скорость течения, m/c	Шероховатость ложа реки,
1	0,0061	$l_{\phi}= l_n=400$	0,25	0,91	0,17	0,04
2	0,0065	$l_{\phi}= l_n=350$	0,29	0,95	0,16	0,04
3	0,0071	$l_{\phi}= l_n=450$	0,25	0,90	0,15	0,04
4	0,0063	$l_{\phi}= l_n=410$	0,31	0,93	0,18	0,04
5	0,007	$l_{\phi}= l_n=360$	0,27	0,92	0,19	0,04
6	0,0068	$l_{\phi}= l_n=420$	0,28	0,85	0,13	0,04
7	0,0075	$l_{\phi}= l_n=370$	0,24	0,87	0,15	0,04
8	0,0065	$l_{\phi}= l_n=430$	0,26	0,64	0,16	0,04
9	0,0074	$l_{\phi}= l_n=380$	0,35	0,73	0,21	0,04
10	0,0069	$l_{\phi}= l_n=440$	0,33	0,81	0,24	0,04
11	0,0072	$l_{\phi}= l_n=390$	0,30	0,80	0,18	0,04
12	0,0067	$l_{\phi}= l_n=500$	0,26	0,78	0,19	0,04
13	0,0073	$l_{\phi}= l_n=490$	0,27	0,75	0,15	0,04
14	0,0066	$l_{\phi}= l_n=380$	0,29	0,65	0,17	0,04
15	0,0062	$l_{\phi}= l_n=480$	0,33	0,70	0,19	0,04
16	0,0063	$l_{\phi}= l_n=390$	0,28	0,68	0,14	0,04
17	0,0065	$l_{\phi}= l_n=470$	0,31	0,71	0,20	0,04
18	0,0071	$l_{\phi}= l_n=400$	0,37	0,76	0,22	0,04
19	0,0068	$l_{\phi}= l_n=420$	0,33	0,85	0,21	0,04
20	0,007	$l_{\phi}= l_n=450$	0,32	0,92	0,18	0,04

Таблица 9.2

Гидрохимические данные водоема по течению выше сброса (фон, река выше сточных вод)

№ пп	Показатели свойства вод, $г/м^3$	Фон	Сточные воды	ПДК
Общие требования				
1.	Взвешенные вещества	23,2	181,2	23,95
2.	БПК полн.	5,17	7,41	3
3.	Сухой остаток	273,0	425	1000
Токсикологический показатель				

1.	Аммоний солевой (NH ₄ ⁺)	7,0	21,8	0,5
2.	Нитрит-ион (NO ₂ ⁻)	0,038	0,61	0,08
3.	Железо общее (Fe _{общ.})	3,95	5,85	0,1
Санитарно-токсикологический показатель				
1.	Нитрат-ион (NO ₃ ²⁻)	16,04	84,37	40
2.	Алкилсульфонат (СПАВ)	0,2	0,34	0,5
3.	Хлориды (Cl ⁻)	18,2	32	300
4.	Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	31,2	43,21	100
Рыбохозяйственный показатель				
1.	Нефтепродукты	-	0,15	0,05

Таблица 9.3

Варианты заданий для выполнения задания 3

Вариант	Расход сточной воды, q, м ³ /с	Расстояния l _ф и l _н	Расчетный расход, м ³ /час	Средняя глубина, Н _{ср.}	Средняя скорость течения, м/с	Шероховатость ложа реки,
1	0,0061	l _ф = l _н =400	0,25	0,91	0,17	0,04
2	0,0065	l _ф = l _н =350	0,29	0,95	0,16	0,04
3	0,0071	l _ф = l _н =450	0,25	0,90	0,15	0,04
4	0,0063	l _ф = l _н =410	0,31	0,93	0,18	0,04
5	0,007	l _ф = l _н =360	0,27	0,92	0,19	0,04
6	0,0068	l _ф = l _н =420	0,28	0,85	0,13	0,04
7	0,0075	l _ф = l _н =370	0,24	0,87	0,15	0,04
8	0,0065	l _ф = l _н =430	0,26	0,64	0,16	0,04
9	0,0074	l _ф = l _н =380	0,35	0,73	0,21	0,04
10	0,0069	l _ф = l _н =440	0,33	0,81	0,24	0,04
11	0,0072	l _ф = l _н =390	0,30	0,80	0,18	0,04
12	0,0067	l _ф = l _н =500	0,26	0,78	0,19	0,04
13	0,0073	l _ф = l _н =490	0,27	0,75	0,15	0,04
14	0,0066	l _ф = l _н =380	0,29	0,65	0,17	0,04
15	0,0062	l _ф = l _н =480	0,33	0,70	0,19	0,04
16	0,0063	l _ф = l _н =390	0,28	0,68	0,14	0,04
17	0,0065	l _ф = l _н =470	0,31	0,71	0,20	0,04
18	0,0071	l _ф = l _н =400	0,37	0,76	0,22	0,04
19	0,0068	l _ф = l _н =420	0,33	0,85	0,21	0,04
20	0,007	l _ф = l _н =450	0,32	0,92	0,18	0,04

Таблица 9.4

Гидрохимические данные водоема выше сброса (фон, озеро, берег) и сточных вод (г/м³)

№ п/п	Показатели свойства вод	Фон	Сточные воды	ПДК
Общие требования				
1.	Взвешенные вещества	29,2	146,6	29,95
2.	БПК _{полн.}	6,23	6,77	3
3.	Сухой остаток	192,0	493,5	1000
Токсикологический показатель				
4.	Аммоний солевой (NH ₄)	7,8	29,3	0,5
5.	Нитрит-ион (NO ₂)	0,057	1,5	0,08
6.	Железо общее (Fe _{общ.})	5,5	6,75	0,1
Санитарно-токсикологический показатель				
7.	Нитрат-ион (NO ₃)	10,8	74,99	40
8.	Алкилсульфонат (СПАВ)	0,12	0,26	0,5
9.	Хлориды (Cl)	11,4	198	300
10.	Сульфаты (SO ₄)	25	408,0	100
Рыбохозяйственный показатель				
11.	Нефтепродукты	0,02	0,21	0,05

Порядок выполнения задания 2

Расчет НДС загрязняющих веществ в водоток

Исходные данные приведены в табл. 9.1:

- 1) выпуск сточных после очистных сооружений в реку осуществляется через водовыпуск, расположенный у берега;
- 2) расход сточных вод $q = 0,0061 \text{ м}^3/\text{с} = 21,96 \text{ м}^3/\text{час}$;
- 3) расстояние от места выпуска до расчетного створа по форватору $L_\phi = 500 \text{ м}$, по прямой $L_n = 500 \text{ м}$;
- 4) сброс производится за пределами населенного пункта, водозаборов вблизи нет;
- 5) категория водотока – рыбохозяйственный;
- 6) гидрологические данные водотока - расчетный расход $0,20 \text{ м}^3/\text{с}$; средняя глубина $0,5 \text{ м}$; средняя скорость течения $0,18 \text{ м/с}$; шероховатость ложа реки $n_{ш} = 0,05$;
- 7) гидрохимические данные приведены в табл. 9.2.

1. Расчет кратности разбавления

Расчет кратности разбавления в реке производится по методу В.А. Фролова – И. Д. Родзиллера.

Определяется параметр y :

$$y = 2,5\sqrt{n_{ш}} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n_{ш}} - 1)$$

Принимаем:

- 1) шероховатость ложа реки по исходным данным $n_{ш} = 0,05$;
- 2) гидравлический радиус потока $R = H_{ср} = 0,56 \text{ м}$

$$y = 2,5\sqrt{0,05} - 0,13 - 0,75\sqrt{0,56}(\sqrt{0,05} - 1) = 0,35.$$

Определяем коэффициент Шези:

$$C = \frac{R^y}{n_{ш}} = \frac{(0,56)^{0,35}}{0,05} = 16,33 \sqrt{\text{м}}/\text{с}.$$

Находим коэффициент турбулентной диффузии:

$$D = \frac{gvh}{37n_{ш}c^2} = \frac{9,81 \cdot 0,18 \cdot 0,56}{37 \cdot 0,05 \cdot 16,33^2} = 0,002 \text{ м}^2/\text{с}.$$

Коэффициент α , гидравлические условия смещения

$$\alpha = \varphi \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q}}$$

где:

$$\varphi = \frac{L_\phi}{L_n} \approx \frac{500}{500} = 1,0;$$

ξ – коэффициент, учитывающий место выпуска сточных вод.

Выпуск у берега – $\xi = 1,0$.

Имеем

$$\alpha = 1 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,002}{0,0061}} = 0,69.$$

Коэффициент смешения

$$\gamma = \frac{1 - \exp(\alpha^3 \sqrt{L_\phi})}{1 + \frac{Q}{q} \exp(-\alpha \sqrt{L_\phi})} = \frac{1 - \exp(-0,69^3 \sqrt{500})}{1 + \frac{0,2}{0,0061} \exp(-0,69 \sqrt{500})} = 0,87.$$

Кратность основного разбавления

$$n = 1 + \gamma \frac{Q}{q} = 1 + 0,87 \frac{0,2}{0,0061} = 29,5.$$

2. Определение концентраций, допустимых к сбросу $C_{ндс}$

Общие требования:

1. Взвешенные вещества

$$C_{\phi} = 23,2 \text{ мг/л};$$

$$C_{ст} = 181,2 \text{ мг/л};$$

$$C_{пдк} = C_{\phi} + 0,75 = 23,2 + 0,75 = 23,95 \text{ мг/л};$$

$$C_{пдс} = 23,2 + 29,5 \cdot 0,75 = 45,32 \text{ мг/л}.$$

2. БПК_n

$$C_{\phi} = 5,17 \text{ мг/л};$$

$$C_{ст} = 7,41 \text{ мг/л};$$

$$C_{пдк} = 3 \text{ мг/л}.$$

Повышенное значение БПК_n в речной воде обусловлен природными факторами. Поэтому до установления региональных ПДК принимаем $НДС = C_{фон} = 5,17 \text{ мг/л}$.

3. Сухой остаток

$$C_{\phi} = 273 \text{ мг/л};$$

$$C_{ст} = 425 \text{ мг/л};$$

$$C_{пдк} = 1000 \text{ мг/л}.$$

Имеет место

$$C_{\phi} < C_{ст} < C_{пдк}.$$

принимаем

$$C_{ндс} = C_{ст} = 425 \text{ мг/л}.$$

Группа веществ с ЛПВ – токсикологическая.

Определяем загрязненность фона реки по NH_4 , NO_2 , Fe.

$$\sum_1^3 \left(\frac{C_{\phi}}{C_{пдк}} \right) = \frac{7,0}{0,5} + \frac{0,038}{0,08} + \frac{3,95}{0,1} = 14 + 0,47 + 39,5 = 53,97.$$

Фон реки по группе ЛПВ – токсикологический, загруженный. Для этих веществ НДС назначается из условия сохранения фона.

1. Аммоний

$$C_{ндс} = C_{\phi} = 7,0 \text{ мг/л}.$$

2. Железо.

$$C_{ндс} = C_{\phi} = 3,95 \text{ мг/л}.$$

3. Нитриты

$$C_{ндс} = C_{\phi} = 0,038 \text{ мг/л}.$$

Группа веществ с ЛПВ – санитарно-токсикологическая.

Определяем загрязненность фона по NO_3 , СПАВ, хлоридам и сульфатам:

$$\sum_1^4 \left(\frac{C_{\phi}}{C_{пдк}} \right) = \frac{16,04}{40} + \frac{0,2}{0,5} + \frac{18,2}{300} + \frac{31,2}{100} = 0,40 + 0,40 + 0,06 + 0,31 = 1,17,$$

Фон реки по группе ЛПВ санитарно-токсикологический, загруженный.

Поэтому нормативы ПДС будем назначать из условия сохранения фона.

1. Нитраты

$$C_{\phi} = 16,04 \text{ мг/л};$$

$$C_{ндс} = C_{\phi} = 16,04 \text{ мг/л}.$$

2. СПАВ

$$C_{\phi} = 0,2 \text{ мг/л};$$

$$C_{ндс} = C_{\phi} = 0,2 \text{ мг/л}.$$

3. Хлориды

$$C_{\phi} = 18,2 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{НДС}} = C_{\phi} = 18,2 \text{ мг/л}.$$

4. Сульфаты

$$C_{\phi} = 31,2 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{НДС}} = C_{\phi} = 31,2 \text{ мг/л}.$$

3. Группа веществ с ЛПВ – рыбохозяйственные.

Нефтепродукты

$$C_{\phi} = 0 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{ст}} = 0,15 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{ПДК}} = 0,05 \text{ мг/л}.$$

$$C_{\text{НДС}} = 29,5 \cdot 0,05 = 1,47 \text{ мг/л} > C_{\text{ст}}.$$

Так как рассчитанный НДС > $C_{\text{ст}}$ принимаем:

$$C_{\text{НДС}} = C_{\text{ст}} = 0,15.$$

4. Расчет нормативов НДС

$$\text{НДС} = q \cdot C_{\text{НДС}}.$$

Принимаем $q = 21,96 \text{ м}^3/\text{час}$.

Результаты расчета сведены в таблицу 9.5.

Таблица 9.5

Нормативы НДС

Вещество	$C_{\text{НДС}}$	НДС
Взвешенное вещество	45,32	995,227
БПК ₂₀	5,17	113,533
Сухой остаток	425	9333,0
Аммоний солевой	3,95	86,742
Нитриты	0,038	0,834
Железо	3,95	86,742
Нитраты	16,04	352,238
СПАВ	0,2	4,392
Хлориды	18,30	399,672
Сульфаты	31,2	685,152
Нефтепродукты	0,15	3,294

Порядок выполнения задания 3.

Расчет НДС загрязняющих веществ в водоём

Исходные данные приведены в табл. 9.3:

1) выпуск хозяйственно-бытовых сточных вод после очистки осуществляется в озеро, которое в период весеннего половодья и многоводные годы может соединяться с рекой.

2) озеро – рыбохозяйственный водоем 1 категории.

3) выпуск производится в верхнюю треть озера.

4) зона, в которую осуществляется выпуск застойная, средняя глубина в этой зоне $0,35 \div 0,45 \text{ м}$.

5) расстояние до контрольного створа от места выпуска – 300 м.

6) тип течения в озере – ветровое.

7) скорость устойчивого ветра $V = 1,3 \text{ м/с}$.

8) расход сточных вод $q = 0,0015 \text{ м}^3/\text{с} = 5,4 \text{ м}^3/\text{час} = 129,6 \text{ м}^3/\text{сут}$.

9) гидрохимические данные водоема выше сброса (фон, озеро, берег) и сточных вод ($\text{г}/\text{м}^3$) приведены в табл. 9.4.

1. Расчет кратности разбавления

Расчет кратности разбавления сточных вод в водоеме производится по методу Руффеля, т.к. в водоеме преобладают устойчивые ветровые течения. Выпуск осуществляется в верхнюю мелководную треть водоема, глубина зоны смешения $0,45 \text{ м}$ (что не больше 10

м, достигнутого для метода Руффеля), расстояние от выпуска до противоположного берега 300 м, что не больше установленных 500 м.

По данному методу кратность полного разбавления сточных вод подсчитывается по результатам начального разбавления происходящего непосредственно у выпуска и основного, которое продолжается по мере удаления от места выпуска.

Расчет производится по формуле:

$$n_n = \frac{q + 0,00215VH_{cp}^2}{q + 0,000215VH_{cp}^2},$$

где: q - расход сточных вод 0,0015, м³/с,

V - скорость ветра над водной поверхностью в месте выпуска сточных вод, 1,3 м/с.

H_{cp} - средняя глубина водоема вблизи выпуска, 0,45 м.

$$n_n = \frac{0,0015 + 0,00215 \cdot 1,3 \cdot (0,45^2)}{0,0015 + 0,000215 \cdot 1,3 \cdot (0,45^2)} = \frac{0,0021}{0,0016} = 1,31.$$

Кратность основного разбавления вычисляется по формуле:

$$n_0 = 1 + 0,412 \cdot \bar{L}^{(0,627+0,0002\bar{L})},$$

где: $\bar{L} = L / \Delta x$, L – расстояние от выпуска до контрольного створа, м,

$$\Delta x = 6,53 \cdot H_{cp}^{1,167} = 6,53 \cdot (0,45^{1,17}) = 2,57$$

$$\bar{L} = L / \Delta x = 300 / 2,57 = 116,7$$

$$n_0 = 1 + 0,412 \cdot 116,7^{(0,627+0,0002 \cdot 116,7)} = 10,105.$$

Кратность общего разбавления

$$n = n_n \cdot n_0$$

$$n = 1,31 \cdot 10,10 = 13,23.$$

2. Определение концентраций, допустимых к сбросу $C_{ндс}$.

Общие требования

1. Взвешенные вещества:

$$C_{\phi} = 29,2 \text{ мг/л};$$

$$C_{ст} = 146,6 \text{ мг/л};$$

$$C_{пдк} = C_{\phi} + 0,75 = 29,95 \text{ мг/л}.$$

$$C_{ндс} = 29,2 + 13,23 \cdot 0,75 = 39,12 \text{ мг/л}.$$

2. БПК_n

$$C_{\phi} = 6,23 \text{ мг/л};$$

$$C_{ст} = 6,77 \text{ мг/л};$$

$$C_{пдк} = 3 \text{ мг/л}.$$

Повышенное значение БПК_n обусловлено природными процессами. Поэтому пока не установлены региональные ПДК принимаем $C_{ндс} = C_{\phi} = 6,23 \text{ мг/л}$.

3. Сухой остаток.

$$C_{\phi} = 192 \text{ мг/л};$$

$$C_{ст} = 493,5 \text{ мг/л};$$

$$C_{пдк} = 1000 \text{ мг/л}.$$

Имеют место соотношения $C_{\phi} < C_{ст} < C_{пдк}$.

Принимаем $C_{ндс} = C_{ст} = 493,5 \text{ мг/л}$.

Группа веществ с ЛПВ – токсикологическим.

Определим загруженность фона озера по NH_4 , NO_2 и Fe.

$$\sum_1^3 \left(\frac{C_\phi}{C_{\text{ПДК}}}_i \right) = \frac{7,8}{0,5} + \frac{0,057}{0,08} + \frac{5,5}{0,1} = 15,6 + 0,71 + 55 = 71,31.$$

Фон озера по веществам входящим в группу ЛПВ – токсикологический загруженный. Поэтому для этих веществ НДС принимается из условия сохранения фона.

1. Аммоний солевой

$$C_{\text{НДС}} = C_\phi = 7,8 \text{ мг/л.}$$

2. Железо

$$C_{\text{НДС}} = C_\phi = 5,5 \text{ мг/л.}$$

3. Нитрит ион

$$C_{\text{НДС}} = C_\phi = 0,057 \text{ мг/л.}$$

Группа веществ с ЛПВ – санитарно-токсикологическим.

Определяем загруженность фона по NO_3 , СПАВ, хлориды и сульфаты

$$\sum_1^4 \frac{C_\phi}{C_{\text{ПДК}}} = \frac{198}{40} + \frac{0,12}{0,5} + \frac{11,4}{300} + \frac{25}{100} = 0,27 + 0,24 + 0,038 + 0,25 = 0,798 < 1.$$

С учетом суммации для определения НДС для каждого вещества принимаем приведенный ПДК

$$(C_{\text{ПДК}})_i = \left(\alpha \frac{\text{ПДК}}{m} \right)_i,$$

где m – количество веществ, входящих в эту группу,

α_i – коэффициент распределения доли i -го загрязняющего вещества в группе.

Принимается: для нитратов $\alpha_1=1,2$; для СПАВ, $\alpha_2=1$; для хлоридов $\alpha_3=0,6$; для сульфатов $\alpha_4=1,2$.

$$\text{Проверка } \sum_1^m \alpha_i = 1,2 + 1 + 0,6 + 1,2 = 4.$$

1. Нитраты

$$C_\phi = 10,38 \text{ мг/л;}$$

$$C_{\text{ст}} = 74,99 \text{ мг/л;}$$

$$C_{\text{ПДК}} = 1,2 \cdot \frac{40}{4} = 12,0 \text{ мг/л;}$$

$$C_{\text{НДС}} = 10,38 + 13,23(12,0 - 10,38) = 31,81 \text{ мг/л.}$$

2. СПАВ

$$C_\phi = 0,12 \text{ мг/л;}$$

$$C_{\text{ст}} = 0,26 \text{ мг/л;}$$

$$C_{\text{ПДК}} = 1 \cdot \frac{0,5}{4} = 0,125 \text{ мг/л;}$$

$$C_{\text{НДС}} = 0,12 + 13,23(0,125 - 0,12) = 0,186 \text{ мг/л.}$$

Принимаем $C_{\text{ПДС}} = 0,186 \text{ мг/л.}$

3. Хлориды

$$C_\phi = 11,4 \text{ мг/л;}$$

$$C_{\text{ст}} = 198 \text{ мг/л;}$$

$$C_{\text{ПДК}} = 0,6 \cdot \frac{300}{4} = 45 \text{ мг/л;}$$

$$C_{\text{НДС}} = 11,4 + 13,23(45 - 11,4) = 454,92 \text{ мг/л} > C_{\text{ст}}.$$

Принимаем $C_{\text{НДС}} = C_{\text{ст}} = 198 \text{ мг/л.}$

4. Сульфаты

$$C_{\text{ф}}=25 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{ст}}=408 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{ПДК}}=1,2 \cdot \frac{100}{4} = 30 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{НДС}}=25+13,23(30-25)=91,15 \text{ мг/л}.$$

Группа веществ с ЛПВ – рыбохозяйственным.

1. Нефтепродукты

$$C_{\text{ф}}=0,02 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{ст}}=0,21 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{ПДК}}= 0,05 \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{НДС}}=0,02+13,23(0,05 - 0,02)= 0,416 \text{ мг/л}.$$

Так как $C_{\text{НДС}}$ (расчетное) $> C_{\text{ст}}$, то принимаем $C_{\text{НДС}}=C_{\text{ст}}=0,21 \text{ мг/л}$.

3. Расчет нормативов НДС

$$НДС = q \cdot C_{\text{НДС}}$$

Расчетный расход сточных вод $q=5,4 \text{ м}^3/\text{час}$.

Результаты расчета сведены в таблицу 9.6.

Таблица 9.6

Нормативы НДС		
Вещество	$C_{\text{НДС}}$	НДС
Взвешенное вещество	39,12	211,248
БПК ₂₀	6,23	333,642
Сухой остаток	493,5	26664,9
Аммоний солевой	7,8	42,12
Нитриты	0,057	0,307
Железо	5,5	29,7
Нитраты	31,81	171,774
СПАВ	0,186	1,004
Хлориды	198	1069,2
Сульфаты	91,15	492,21
Нефтепродукты	0,21	1,13

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Основная литература

1. Редина М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды : учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов. - М. : Издательство Юрайт, 2014. - 431 с. - Серия : Бакалавр. Базовый курс.

Дополнительная литература

1. Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Приведите необходимое условие, которое должно соблюдаться при расчете НДС для водопользователей, расположенных в пределах водохозяйственного участка.
2. Что такое кратность разбавления и по какой формуле она определяется?
3. Как определяют фоновую концентрацию загрязняющих веществ?
4. Укажите различия в расчете величин НДС для отдельных выпусков сточных вод в водотоки, водохранилища и озера.
5. В каком случае величины НДС рассчитываются для отдельных водопользователей?

Практическое занятие №10. Контроль в области охраны окружающей среды (дискуссия)

Цель работы: ознакомление с основным содержанием мероприятий по контролю в области санитарной охраны воздушного бассейна на государственном, ведомственном и общественном уровне.

Задание: При подготовке к дискуссии рекомендуется повторить соответствующий теоретический материал с использованием литературы [1] и [4] из п.7. Составить конспект по следующим вопросам:

1. Экологический контроль за выбросами: государственный, ведомственный, муниципальный, общественный, производственный.
2. Виды контроля по порядку проведения (инспекционный, аналитический, инструментальный).
3. Стадии контроля (предупредительный, текущий и последующий).
4. Формы контроля (информационный и карательный).

Порядок выполнения: При проведении дискуссии рекомендуется обратить внимание на следующие ключевые моменты.

Экологический контроль является важным звеном организационно-правового механизма охраны окружающей среды. Понятие экологический контроль определено Федеральным законом «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ:

«Контроль в области охраны окружающей среды (*экологический контроль*) – система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды».

Основные цели экологического контроля определены в статье 64 указанного закона:

«Контроль в области охраны окружающей среды (*экологический контроль*) проводится в целях обеспечения органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, юридическими и физическими лицами исполнения законодательства в области охраны окружающей среды, соблюдения требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, а также обеспечения экологической безопасности».

В задачи экологического контроля входят наблюдение за состоянием и изменениями окружающей среды, проверка соблюдения требований экологического законодательства и нормативов качества окружающей среды, выполнения мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и оздоровлению окружающей среды.

№ 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» выделяет 4 вида экологического контроля: *государственный, муниципальный, общественный и производственный*. В юридической литературе приводится классификация экологического контроля и по иным основаниям. В зависимости от стадии контрольной деятельности выделяются *предупредительный, текущий, последующий* экологический контроль.

Предупредительный экологический контроль заключается в контроле на стадии, предшествующей хозяйственной или иной деятельности. Предупредительный экологический контроль осуществляют путем согласования проектной документации, получения разрешения на выбросы и сбросы загрязняющих веществ, размещения отходов производства и потребления.

Текущий экологический контроль проводят в процессе хозяйственной и иной деятельности, как правило, в процессе производственного экологического контроля. Однако текущий контроль может осуществляться контролирующими субъектами в процессе инспекционного контроля.

Последующий экологический контроль осуществляется за результатами, итогами хозяйственной и иной деятельности. Его проводят путем анализа отчетов, статистических

данных, ответов на запросы и иных данных, содержащих информацию об охране окружающей среды и природопользовании.

В зависимости от формы экологического контроля выделяют *информационный* и *карательный*.

Информационный экологический контроль осуществляется, в том числе, через систему экологического мониторинга и государственного статистического наблюдения.

Карательный экологический контроль заключается в применении мер государственного принуждения к юридическим, должностным и физическим лицам, нарушившим экологическое законодательство.

В зависимости от метода, порядка проведения контрольных мероприятий выделяют *инспекционный, аналитический, инструментальный* экологический контроль.

Государственный экологический контроль. Со стороны государства экологический контроль осуществляется представительными и исполнительными органами государственной власти и специально уполномоченными на то государственными органами в области охраны окружающей среды.

Должностные лица органов государственного экологического контроля в соответствии с их полномочиями имеют право в установленном порядке:

- посещать предприятия, учреждения, организации независимо от форм собственности и подчинения, включая воинские части, специальные объекты и службы Вооруженных Сил, органов внутренних дел и государственной безопасности, знакомиться с документами, результатами анализов, иными материалами, необходимыми для выполнения их служебных обязанностей (для посещения или осмотра объектов, составляющих государственную тайну, необходим оформленный в соответствии с законом допуск к этим объектам);

- проверять работу очистных сооружений и других обезвреживающих устройств и средств их контроля, контролировать соблюдение нормативов качества окружающей среды и природоохранного законодательства (надо иметь в виду запрещение законом ввода в эксплуатацию предприятий, не обеспеченных сооружениями и установками по очистке, обезвреживанию и утилизации отходов, средствами контроля за загрязнением окружающей среды, без завершения запроектированных работ);

- назначать государственную экологическую экспертизу и обеспечивать контроль за выполнением ее заключения (изучение экспертизы составляет отдельную тему; важна возможность государственного контроля проверять и оценивать степень реализации ее заключения: тем самым обеспечивается замкнутый механизм экспертирования, являющегося частью организационно-правового механизма охраны окружающей среды);

- требовать устранения выявленных недостатков, давать в пределах предоставленных прав указания или заключения по строительству, реконструкции и эксплуатации объектов (ст. 84 Закона РФ об охране окружающей среды предусматривается административная ответственность за неподчинение предписаниям органов, осуществляющих государственный экологический контроль, в виде штрафа до двадцатикратного размера минимальной заработной платы);

- привлекать в установленном порядке виновных лиц к административной ответственности, направлять материалы о привлечении их к дисциплинарной ответственности, административной или уголовной ответственности, предъявлять иски в суд или арбитражный суд о возмещении вреда, причиненного окружающей среде или здоровью человека нарушениями природоохранного законодательства.

- принимать решения об ограничении, приостановлении, прекращении работы предприятий, сооружений, иных объектов и любой деятельности, причиняющей вред окружающей среде и несущей потенциальную опасность для здоровья человека. Это полномочие в условиях экономического и экологического кризиса не стоит абсолютизировать: остановка производства наносит ощутимый вред интересам граждан, работающих на нем; кроме того, смежные отрасли и население, не допуская нужную продукцию, терпят неудобство, урон, убытки; не случайно сотни попыток останавливать предприятия встречают сопротивление работающих на них и окрестного населения; норма применяется в настоящее время в исключительных случаях.

В условиях ухудшения окружающей среды и изменения социально-экономических условий жизни Российское государство принимает меры к усилению государственного экологического контроля и его правовой базы. В утвержденных Правительством РФ положениях о специально уполномоченных государственных органах в области охраны окружающей среды, о других министерствах, государственных комитетах и ведомствах предусматриваются полномочия, призванные обеспечить постоянный, систематический и всеобщий экологический контроль.

На основании актов Правительства принимаются приказы, инструкции, правила и иные ведомственные акты, детализирующие порядок осуществления государственного экологического контроля. Принятые в ходе его решения обязательны для исполнения всеми предприятиями, учреждениями, организациями, министерствами и ведомствами, должностными лицами и гражданами, к которым они адресованы.

Решения органов экологического контроля и их должностных лиц могут быть обжалованы в суд или в арбитражный суд. На основании решений, принятых в законном порядке, и в соответствии с предоставленной ими компетенцией банковские учреждения – как государственные, так и негосударственные – должны прекращать финансирование запрещенной или прекращенной деятельности на период до отмены этих решений органом государственного экологического контроля.

Общественный экологический контроль. В условиях провозглашения демократического правового государства и формирования гражданского общества возрастает значение общественного контроля за охраной окружающей среды. И это естественно: граждане, как никто другой, наиболее заинтересованы в надлежащем ее состоянии; им же, как никому другому, известны упущения и правонарушения в области окружающей среды.

Общественный контроль осуществляется общественными объединениями, органами местного самоуправления, гражданами и имеет те же задачи, что и иные формы экологического контроля. Порядок общественного контроля регулируется Законом РФ «Об общественных объединениях» от 19 мая 1995 г. (ред. от 02.06.2016 г.), иным законодательством, подзаконными актами, уставами и другими основополагающими актами общественных объединений.

Так, по Федеральному закону № 10-ФЗ «О профессиональных союзах, их правах и гарантиях деятельности» от 12 января 1996 г. профсоюзы вправе участвовать в формировании государственных программ по вопросам охраны окружающей среды, в разработке правовых актов, регламентирующих вопросы экологической безопасности.

Профсоюзы осуществляют контроль за состоянием окружающей среды через свои органы и имеют право беспрепятственно посещать организации, их структурные подразделения, рабочие места, вправе требовать от работодателя немедленного устранения нарушений, угрожающих жизни и здоровью работников.

Граждане могут сообщать об известных им правонарушениях в области охраны окружающей среды, участвовать в проверках и иных формах осуществления экологического контроля, пикетах и т.д.

В ряде ведомств разработаны и применяются положения об общественных инспекциях, состоящих из граждан. Такие инспекции и положения о них существуют в области охраны рыбных и охотничьих запасов, в области лесного хозяйства. Последнее время восстанавливаются добровольные народные дружины по охране общественного порядка, к функциям которых относится и поддержание экологического правопорядка.

Муниципальный экологический контроль объектов производственного и социального назначения, за исключением объектов, экологический контроль которых осуществляют федеральные органы государственной власти, осуществляется исключительно на уровне муниципальных и городских округов. На уровне городских и сельских поселений муниципальный экологический контроль не предусмотрен.

Не являясь государственными, органы местного самоуправления имеют значительные функции по осуществлению экологического контроля, а также могут наделяться некоторыми государственными контрольными полномочиями.

Производственный экологический контроль. Этот контроль должен осуществлять экологической службой предприятия, учреждения, организации. Он ставит своей целью проверку соблюдения нормативов качества окружающей среды, выполнения требований

экологического законодательства, планов и мероприятий по охране природы и оздоровлению окружающей среды.

Производственный или внутриведомственный контроль организуется собственником, владельцем предприятия и не во всем должен подвергаться законодательному регулированию.

Предприятие отвечает перед обществом за состояние окружающей среды, за выполнение требований экологического законодательства, за соблюдение установленных нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ. Как выполнит предприятие свой экологический долг перед обществом – это прежде всего проблема самого предприятия и его владельцев: они могут возлагать обязанности по охране окружающей среды на отдельных должностных лиц предприятия, создавать специальную службу или лабораторию по охране среды, устанавливать систему поощрений и наказаний в области охраны среды, принимать иные меры контроля и воздействия для обеспечения требуемого экологического поведения.

Известны случаи принятия положений о премировании и депремировании работников за соответствующее выполнение или невыполнение своих производственных экологических обязанностей, об осуществлении внутризаводского экологического контроля. Особенно это важно для потребляющих ресурсы организаций, оказывающих значительное воздействие на окружающую среду, подвергаемых регулярным государственным проверкам, выявляющим серьезные экологические правонарушения.

Для профилактики этих правонарушений на предприятиях принимаются планы и программы, направленные на снижение загрязнений: проверка выполнения этих мероприятий является важной стороной производственного экологического контроля. Там, где налажен надлежащий производственный контроль, становится меньше необходимость государственного контроля, реже предъявляются претензии общества и государства к экологическому состоянию предприятия.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

Основная литература

1. Редина М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды : учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов. - М. : Издательство Юрайт, 2014. - 431 с. - Серия : Бакалавр. Базовый курс.
2. Масленникова И. С. Экологический менеджмент и аудит : учебник и практикум для академического бакалавриата / И. С. Масленникова, Л. М. Кузнецов. - Москва : Юрайт, 2016. - 328 с. - (Бакалавр. Академический курс).

Дополнительная литература

1. Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как производится разработка экологических нормативов на предприятиях различных отраслей промышленности?
2. С какой целью и как технически производится отраслевое экологическое нормирование? Для чего оно необходимо?
3. Как производится контроль соблюдения принятых экологических нормативов на предприятиях различных отраслей промышленности?
4. Каковы правила, процедуры и документация экологического учета и отчетности на предприятиях?

Практическое занятие №11. Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу путем совершенствования технологических процессов (дискуссия)

Цель работы: закрепление знаний о методах снижения мощности выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить соответствующий теоретический материал с использованием литературы [1] и [5] из п.7. Составить конспект по следующим вопросам:

1. Методы снижения выбросов пыли.
2. Методы снижения выбросов серосодержащих соединений.
3. Методы снижения выбросов соединений азота.
4. Методы снижения выбросов окислов углерода.
5. Методы снижения выбросов органических веществ.

Порядок выполнения: При проведении дискуссии рекомендуется обратить внимание на следующие ключевые моменты.

Методы снижения выбросов твердых веществ (на примере пыли). Для снижения выбросов твердых веществ на предприятиях теплоэнергетики в основном используются следующие типы газоочистных установок: электрофильтры, мокрые золоуловители, сухие инерционные аппараты и фильтры.

Электрофильтры. Традиционно в качестве средства улавливания в энергетике выбираются электрофильтры. В реальных условиях при температуре отходящих газов 130 - 145 °С их эффективность составляет 90 - 99 %. Существенными недостатками их являются значительное энергопотребление и резкое снижение эффективности на нерасчетных режимах. Для золоулавливания серийно выпускаются, в частности, электрофильтры типа ЭГБМ, ЭГВ, ЭГД (электрофильтры горизонтальные двухъярусные) и другие.

Дальнейшее развитие электростатической очистки ведется в направлении уменьшения металлоемкости аппаратов за счет увеличения межэлектродного расстояния и совершенствования систем электропитания. В частности, для очистки от пыли НИИОГАЗом разработано и испытано новое поколение электрофильтров типа ЭГВ (электрофильтры горизонтальные модификации «В») с увеличенным межэлектродным расстоянием (460 мм).

В последние годы были проведены испытания и других форм напряжения и, в частности, так называемого импульсного питания. При этом рассматривается 3 вида импульсов: миллисекундные импульсы, микросекундные импульсы, наносекундные импульсы.

Миллисекундные импульсы длительностью от нескольких миллисекунд до 100 мс удобно формируются при прерывистом питании. Данные фирм «Флект», «Мицубиси» и Семибратовского филиала НИИОГАЗа убедительно свидетельствуют, что прерывистое питание, даже в ряде случаев, когда удельное электрическое сопротивление пыли 10^3 Ом·м (т. е. невысокое), позволяет без дополнительных затрат по сравнению с обычным питанием и без ухудшения степени очистки экономить до 50 % электроэнергии, расходуемой на питание электрофильтров.

Использование электропитания с микросекундными импульсами особенно эффективно для удаления пыли с высоким удельным электрическим сопротивлением (более 10^{11} Ом·м). Применение наносекундных импульсов так же перспективно, особенно при большой запыленности, а также для улавливания оксидов азота и серы.

Зарубежные фирмы широко рекламируют и внедряют импульсное питание в установках защиты газов. Проблема внедрения импульсного питания в нашей стране очень актуальна и ее решение требует неотложных мер.

Заслуживает внимания и другой вид питания – знакопеременный, испытания которого дали положительные результаты при высоком удельном сопротивлении пыли и плохо отряхиваемой пыли. Однако, этот вид питания также не реализован на промышленных установках.

Циклоны и скрубберы. Для улавливания твердых частиц котлоагрегаты ТЭЦ малой производительности снабжены сухими и мокрыми инерционными золоуловителями.

Сухие (батареи) циклоны обеспечивают улавливание до 90 % по массе твердых частиц в продуктах сгорания. Из сухих золоуловителей находят применение, в частности, циклоны типа ЦН-15 и других циклонов.

Циклоны типа БЦ-512 используются для улавливания золы после котлов производительностью 60 - 420 т/ч при сжигании малозольных бурых и каменных углей восточных

месторождений, содержащих большое количество свободного СаО; для улавливания слипающихся зол, золы, торфа. Могут применяться в 2-ступенчатой золоулавливающей установке после котлов, работающих на многозольных твердых топливах.

Для очистки дымовых газов от частиц пыли диаметром более 20 мкм, отходящих от топок со слоевым сжиганием твердого топлива предназначены дымососы-пылеуловители. Они могут использоваться как I ступень очистки или вместо циклонов ЦН-15 и БЦ-2.

При использовании мокрых инерционных золоуловителей со скрубберами или с трубами Вентури расчетная эффективность пылеуловителя увеличивается, но требуется значительный расход воды и ухудшаются условия рассеивания продуктов сгорания в атмосфере из-за снижения их температуры на 30 - 50 °С. В настоящее время серийно выпускаются скрубберы Вентури, состоящие из труб Вентури типа ГВПВ и каплеуловителей типа КЦТ.

Тканевые фильтры. Эффективным направлением снижения выбросов твердых частиц является использование тканевых (рукавных) фильтров. Их основное достоинство в улавливании всего спектра мелких твердых частиц, наиболее опасных и для легких и бронхов при вдыхании. При использовании рукавных фильтров достигается низкое содержание пыли (ниже 50 мг/м³) даже во время обдувки сажи без дополнительного расширения занимаемой площади и возведения дорого стоящих сооружений. В качестве перспективной схемы рассматривается установка тканевых фильтров в комбинации с золоуловителями.

В нашей стране используются, в основном, такие типы фильтров, как ФРКИ, ФРИ, ФРИГ. Находят применение фильтры типа ФРИТ-160 (для улавливания золы из дымовых газов малых котельных, сжигающих малосернистое топливо), ФРОТ-4800 и т.д.

В качестве материала фильтров применяются стекловолокно, полиэфир, стекловолокно с графитом и т.д. Расширение использования рукавных фильтров обусловлено. В частности, развитием производства из синтетических волокон новых фильтровальных материалов, термохимически стойких, с повышенными механическими свойствами.

Важной проблемой в настоящее время является создание в нашей стране отлаженных производств по изготовлению фильтровальных материалов на основе амидных, тетрафторэтиленовых, углеграфитовых волокон, модифицированного стекловолокна, пригодного для использования в рукавных фильтрах с импульсной регенерацией.

Кроме того, в последнее время разработаны фильтры из металлических материалов. В частности, очистка газов от твердых механических частиц может осуществляться фильтрами из спеченных порошков железа, титана, коррозионно-стойкой стали и других металлов. Металлические фильтры обладают большой механической прочностью, могут регенерировать противотоком. Очистка такими фильтрами позволяет достигнуть концентрации твердых частиц 0,005 г/м³.

Методы снижения выбросов серосодержащих соединений. Наиболее важные первичные источники энергии – уголь, нефть и природный газ содержат разные количества серы. В последнем это содержание невелико вследствие предварительной обработки перед подачей на сжигание.

Содержание серы в угле и нефти колеблется в зависимости от вида и генезиса. Доля серы, попадающей в отходящие газы при сжигании угля, зависит, главным образом, от температуры процессов. В современных печах лишь малая часть ее остается в золах или шлаках, а 90 - 95 % уходит с отходящими газами, которые содержат до 0,2 % сернистого ангидрида.

Снижение выбросов SO₂ может осуществляться путем:

- снижения содержания серы в топливе до его подачи в топку (обессериванием);
- удаления серы и ее соединений из продуктов сгорания до выброса их в атмосферу (сероочисткой);
- организации топочных процессов, обеспечивающих минимальное поступление соединений серы в продукты сгорания.

Обессеривание (снижение содержания серы в топливе). Прямое обессеривание жидкого топлива путем каталитического гидрирования с выделением сероводорода изучено и технологически отработано. Для обессеривания угля используют такие физические способы, как обогащение в тяжелых средах, флотацию, промывку угля в магнитном поле, из химических применяют, в основном, окисление.

Одним из возможных способов обессеривания топлива является его газификация (перевод в газообразное состояние путем неполного окисления при высокой температуре) с одновременным удалением серы и ее соединений.

Сероочистка (удаление серы и ее соединений из продуктов сгорания). Из схем очистки продуктов сгорания от серы наиболее отработаны известковый, известняковый, магнетитовый, аммиачный и метод каталитического окисления.

В целях уменьшения содержания серы в топочных газах наиболее часто применяются методы, основанные на использовании природного известняка и извести. *Известковый* и *известняковый* методы включают несколько вариантов очистки газов с использованием извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) или известняка (CaCO_3).

Известняковые методы. Сущность *сухой известняковой очистки* состоит в обжиге известняка непосредственно в топке котла с последующим частичным связыванием SO_2 образовавшейся известью. Мокрая известняковая очистка обеспечивает снижение выбросов SO_2 на 85 - 95 %. Образующийся сульфит доокисляется до сульфата (гипса), который обезвоживается. В качестве реагента используется природный известняк или известняковый материал. Побочным продуктом очистки является двухводный гипс с влажностью 6 - 10 %.

Технология *мокрой известняковой очистки* является одной из наиболее освоенных на сегодняшний день и получивших наибольшее распространение в мировой практике. При всех известных достоинствах она, однако, не лишена недостатков, к числу которых относятся: значительная энергоемкость процесса подготовки реагента (размола известняка), потребность в большом количестве подпиточной воды, трудности, связанные с очисткой сточных вод, малый диапазон регулирования нагрузки абсорбера. Кроме того, решение задачи утилизации отходов (получения товарного гипса) приводит к значительному усложнению технологической схемы.

Для ГРЭС, ТЭС и малых котельных, работающих на малосернистых и сернистых углях, могут быть предложены *методы сухой абсорбции* (подача суспензии известняка непосредственно в котел) или полусухой абсорбции (подача суспензии известняка в реактор). В первом случае необходимо применение таких ГОУ, как рукавные фильтры или электрофильтры, во втором – полых скрубберов-реакторов (полным испарением орошающей жидкости), рукавных фильтров или электрофильтров. Для ГРЭС, ТЭС и малых котельных, работающих на высокосернистых углях, рекомендуется абсорбция известковым молоком с эффективностью очистки до 98 %.

Известковые методы. *Мокросухая известковая очистка* обеспечивает снижение выбросов SO_2 на 80 - 90 %. В качестве реагента используется комовая известь или пушонка. Побочными продуктами очистки является сухая смесь сульфитов, сульфатов и гидратов кальция, которые могут использоваться в дорожном строительстве.

Для ГРЭС, ТЭС и малых котельных, работающих на малосернистых и сернистых углях, может использоваться *абсорбция выщелоченной водой* ($\text{pH} = 10 - 11$) в скрубберах МС-ВТИ.

Аммиачный (щелочной) метод заключается в очистке продуктов сгорания от соединений серы в скрубберах осветленным раствором аммиака или солей натрия с последующей обработкой известью или известняком. Образующийся щелочной раствор направляется на обеспечение скрубберного процесса. Эффективность очистки газа может составить 90 - 99 %.

Организация топочных процессов. Перспективным направлением снижения выбросов SO_2 и NO_x является организация топочного процесса в низкотемпературном кипящем слое. Одним из основных преимуществ его является возможность сжигания высокосольных отходов.

В топках с кипящим слоем используется дробленый уголь с размерами частиц 1,5 - 6,0 мм. Плотный суспензионный слой под действием восходящего потока воздуха, подаваемого через решетку в нижней части топочной камеры, становится «набухшим», частицы угля переходят в режим витания. Уголь в нижнем слое сгорает при температуре 760 - 900 °С. Процесс обессеривания топочных газов происходит одновременно с процессом горения путем введения в кипящий слой адсорбирующего вещества. Адсорбентом служит

молотый известняк (содержащий CaCO_3 , MgCO_3), вступающий в реакцию с SO_2 при 750 - 790 °С.

Эффективность снижения выбросов NO_x может увеличиваться на 40 - 80 % по сравнению со слоевым сжиганием. Уменьшается также возгонка сульфатов щелочных металлов, что ослабляет высокотемпературную коррозию труб парогенератора и уменьшает отложения на них.

Одним из недостатков данного метода является резкое увеличение выбросов твердых частиц при переоборудовании топок на сжигание в низкотемпературном кипящем слое. Поэтому для эффективной очистки дымовых газов за котлами с топками кипящего слоя необходимо устанавливать высокоэффективные пылеуловители типа рукавных фильтров, электрофильтров, мокрых пылеуловителей.

Снижение содержания вредных выбросов (SO_2 , NO_x , CO) в продуктах сгорания возможно за счет лучшей организации процесса смешения топлива с окислителем (в частности, воздухом), управления формой факела и коэффициентом избытка воздуха. Этого можно достичь, используя принцип распыления топлива пучками тонких встречно-смещенных струй воздуха или пара.

В настоящее время исследования и практическое применение принципов управления аэродинамикой факела, а, следовательно, и процессом горения и теплообмена в топливосжигающих агрегатах, позволило разработать и создать системы подготовки и сжигания топлива для котлоагрегатов любой мощности и типа. Основными достоинствами этих систем являются оптимальное по всем показателям сжигание топлива с коэффициентами избытка воздуха $\alpha = 1,03 - 1,06$, без механического недожога, с минимальным содержанием вредных веществ. Использование данных систем дает существенную экономию топлива (около 20 % при сжигании мазута или 10 % при сжигании газа).

Методы снижения выбросов соединений азота. Образование оксидов азота в процессе горения обусловлено превращениями химически связанного азота, содержащегося в топливе, а также частичным окислением азота воздуха.

В природном газе связанный азот практически отсутствует.

В мазуте содержание азота также невелико (значительно меньше, чем в угле).

Наибольшее количество связанного азота содержится в угле. Выбросы NO_x увеличиваются с повышением температуры факела, концентрацией свободного кислорода, и временем пребывания реагирующих компонентов в области высоких температур.

Основные средства снижения выбросов азота заключаются: в модификации процессов горения; обработке отходящих газов.

Модификация процессов горения. Наиболее эффективным средством снижения является модификация процессов горения, при которых обеспечивается умеренное – до 20 - 60 % снижение выхода NO_x :

– уменьшение коэффициента избытка воздуха от 1,15 - 1,2 до 1,03 (снижение NO_x на 20 - 25 %);

– снижение температуры газов в зоне горения посредством рециркуляции 15 % газов (снижение NO_x на 20 - 25 %).

– организация двухступенчатого сжигания топлива, когда в первой ступени горение идет с недостатком воздуха ($\lambda_v - 0,81$), а во второй – при избытке воздуха (снижение NO_x до 300 мг/м³ и ниже).

– применение разных типов горелок, обеспечивающих снижение выбросов NO_x при отсутствии технологических методов их подавления более чем в 4 раза.

– снижение температуры газов в топочной камере за счет снижения теплового напряжения топочного объема и применения двухсветных экранов.

– подача воды и пара в зону горения (в корень факела).

– организация сжигания топлива в кипящем слое для котлоагрегатов на твердом топливе.

– технологические методы подавления оксидов азота в котлах: предварительный подогрев угольной пыли, подача пыли высокой концентрации в горелки, двух- и трехступенчатое сжигание.

Обработка отходящих газов. Снижение выбросов оксидов азота осуществляется путем их улавливания с последующей переработкой в товарную продукцию (азотную кислоту, азотнокислые соли и т. д.) или разрушением NO_x на нетоксичные составляющие:

- установка насадочных абсорберов, орошаемых водой. Эффективность очистки составляет 40 - 60 %.

- использование метода некаталитического гомогенного восстановления NO_x добавками аммиака основан на восстановлении NO до N_2 и воды в присутствии кислорода и аммиака, что позволяет снижать концентрацию оксидов азота в топочном дыме на 40 - 60 %.

- использование метода селективного каталитического восстановления, основанного на реакции восстановления NO_x аммиаком на поверхности гетерогенного катализатора в присутствии кислорода. Эффективность очистки составляет 80 % и более. В роли катализатора используют V_2O_5 , TiO_2 , V_2O_5 , WO_3 , TiO_2 , CuO , TiO_2 , металлзамещенные цеолиты, блочные керамические носители, где активными компонентами являются хромиты меди, магния, кобальта, оксиды меди, ванадия; блочные композиционные носители TiO_2 , TiO_2 с добавкой оксидов алюминия, ниобия, лантана, церия.

- применение эффективной установки каталитического разложения NO_x , имеющего, однако, ряд недостатков: большие трудозатраты, наличие большой дополнительной площади на предприятии, большая стоимость.

- неселективное восстановление NO_x паракарбамидной смесью. Реакция протекает в зоне температур 800 - 1100 °С, реагентом является 40 % раствор карбамида, который инжектируется в зону реакции перегретым паром давлением 6 атм. Такие установки широко представлены в России и странах СНГ.

- использование щелочных растворов гидроксида натрия или кальция с эффективностью применения до 70 %.

- использование в качестве адсорбентов силикагеля и торфощелочных сорбентов. Известно также применение в качестве поглотителя окиси магния.

- в Германии пущена в эксплуатацию система очистки от NO_2 дымового газа с помощью мочевины. Снижение образования NO_2 на 50 % обеспечивается за счет эффективного смешивания и распределения мочевины в потоке дымовых газов. Мочевина используется в водной смеси без добавок.

Методы снижения выбросов окислов углерода. Присутствие CO в продуктах сгорания, покидающих топку, является следствием такой организации процесса, когда не обеспечивается качественное смесеобразование в топке. При наличии достаточного количества свободного кислорода весь образовавшийся CO будет доокисляться до CO_2 .

Наиболее распространенным методом подавления опасного присутствия CO в дымовых газах является их дожигание подсосываемым воздухом. Кислород воздуха при высокой температуре отходящих газов (более 300 °С) вступает в реакцию с оксидом углерода CO , в результате чего образуется CO_2 , и газовая смесь становится взрывобезопасной и нетоксичной.

При интенсификации процессов горения путем применения в горелочных устройствах акустических или электрических излучателей может достигаться радикальное снижение выхода CO , сажи и ПАУ.

Для организации качественного и эффективного сжигания топлива необходимо точно сбалансировать соотношение «топливо-воздух», которое возможно только при комплексном контроле содержания кислорода и недожога в дымовых газах с учетом нагрузки. Причем главным параметром, определяющим корректирующее воздействие на величину избытка воздуха является содержание остаточного кислорода в отходящих газах.

Для организации такого контроля фирмой «УРАН» предлагаются системы регулирования семейства «Факел». Алгоритм работы систем и разработанные фирмой газоанализаторы обеспечивают комбинированный мониторинг содержания O_2 и CO в продуктах сгорания с учетом изменения нагрузки, состава топлива, температуры топлива и воздуха, климатических параметров и других условий, определяющих процесс горения топлива.

Предлагаемые системы применительно для котлоагрегатов исключают появление недожога, что повышает безопасность и надежность оборудования, обеспечивают снижение выбросов в атмосферу оксидов азота на 30 - 40 %, экономию топлива до 6 - 10 % в

среднегодовом исчислении, снижают потребление электроэнергии вентиляторами и дымососами на 20 - 35 %.

Методы снижения выбросов органических соединений (на примере бенз(а)пирена). Для очистки газовых выбросов от бенз(а)пирена разработан и испытан опытный образец плазменно-дугового реактора, который может устанавливаться в любой промышленный отводящий газопровод. Основой реактора является плазмотрон с вынесенной наружу вытянутой сжатой сильноточной дугой, генерирующей воздушную плазму. Разложение бенз(а)пирена происходит под воздействием мощного УФ-излучения сильноточной плазменной дуги плазмотрона. Плазменно-дуговой реактор экономичен (использует в качестве рабочего тела воздух), прост в эксплуатации, имеет повышенный ресурс работы в условиях промышленных отводящих газопроводов. Может использоваться на предприятиях энергетики (ТЭЦ, крупных городских котельных), металлургических и химических заводах.

Для крупных городских котельных с производительностью газопроводов до 10 000 м³/ч разработан и испытан плазменно-дуговой реактор мощностью до 50 кВт. Плазменно-дуговой реактор мощностью до 50 кВт, установленный в промышленном отводящем газопроводе производительностью 10000 м³/ч, осуществлял 90 % очистку газовых выбросов от бенз(а)пирена.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1). Дополнительно он должен содержать схемы, отражающие классификацию методов снижения выбросов рассматриваемых загрязняющих веществ.

Основная литература

1. Редина М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды : учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов. - М. : Издательство Юрайт, 2014. - 431 с. - Серия : Бакалавр. Базовый курс.

Дополнительная литература

1. Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. В чем состоит опасность попадания и распространения загрязняющих веществ через атмосферу?
2. Раскрыть суть и проявления механизмов устойчивости природных систем к техногенным нагрузкам.
3. Как оценивается устойчивость природных систем и её пределы?
4. Каковы критерии деградации наземных экосистем? Привести несколько развернутых примеров.
5. Каковы пути техногенных потоков химических элементов? Привести несколько примеров и дать развернутое описание этих процессов.

Практическое занятие №12. Снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу путем использования экологически безопасных источников энергии (дискуссия с текущим контролем)

Цель работы: закрепление знаний о методах снижения мощности выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух путем использования экологически безопасных источников энергии.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить соответствующий теоретический материал с использованием литературы [1] и [5] из п.7. Составить конспект по следующим вопросам:

1. Методы улучшения экологических характеристик топлива.

2. Замена источников энергии путем перехода на газ и десульфуризованное топливо.
3. Повышение роли нетрадиционных источников энергии: ветровых (ВЭС), приливных (ПрЭС) и геотермальных (ГеоТЭС) электростанций, солнечных батарей и СЭС.

Порядок выполнения: При проведении дискуссии рекомендуется обратить внимание на следующие ключевые моменты.

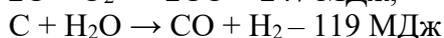
Обессеривание. Для улучшения экологических характеристик топлива наиболее часто используют процесс *обессеривания* (снижения содержания серы в топливе).

Прямое обессеривание жидкого топлива путем каталитического гидрирования с выделением сероводорода изучено и технологически отработано. Однако при больших расходах топлива осуществление этого процесса ведет к удорожанию топливной составляющей примерно вдвое при снижении содержания серы от 3 - 4 % до 0,6 - 1,0 %. Косвенное обессеривание путем перегонки нефти под вакуумом обеспечивает снижение содержания серы до 0,3...0,5 %, но экономически не целесообразно.

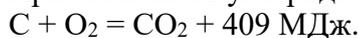
Процессы обессеривания твердого топлива осложнены большим разнообразием содержащихся в нем серосодержащих соединений. Если сера, присутствующая в виде отдельных включений (FeS_2), может быть удалена при обогащении, то органические серосодержащие соединения требуют осуществления химических реакций, которые могут быть проведены с использованием растворителей. Для обессеривания угля используют такие физические способы, как обогащение в тяжелых средах, флотацию, промывку угля в магнитном поле, из химических применяют, в основном, окисление.

Одним из возможных способов обессеривания топлива является его газификация (перевод в газообразное состояние путем неполного окисления при высокой температуре) с одновременным удалением серы и ее соединений.

Различные методы газификации характеризуются одинаковыми химическими реакциями. При газификации твердого топлива окислению кислородом или водяным паром подвергается непосредственно углерод:



При этом часть углерода не удается перевести в СО и он сгорает полностью:



Образованный CO_2 реагирует с раскаленным углеродом:



Процесс газификации высокосернистого мазута по схеме Института высоких температур РАН обеспечивает снижение выбросов серы (в 10 и более раз), а также NO_x (примерно в 10 раз).

Другие способы снижения выбросов загрязняющих веществ и их воздействия.

Одним из способов повышения экологической безопасности энергетических установок является использование гидротоплив, которые находят широкое применение в США, Японии, Италии, Германии и России. Эколого-экономическая эффективность применения гидротоплива обусловлена наличием в его составе мелкодисперсных глобул воды, равномерно распределенных по всему объему, что обеспечивает более эффективное горение и как конечный результат – экономию топлива и снижение вредных выбросов в атмосферу.

Снижения загрязнения атмосферы от автотранспорта можно добиться и с помощью внедрения альтернативных видов топлива, к которым относятся водород, метанол, спирт, сжатый природный газ (СПГ) и сжиженный нефтяной газ (СНГ).

В нашей стране в качестве моторного топлива используются сжиженный нефтяной и сжатый природный газ, эффективность которых характеризуется следующими положительными факторами:

- из-за отсутствия разжижения моторного масла парами бензина и его загрязнения периодичность смены моторного масла в КД возрастает в 1,5 - 2,0 раза, что на 15 - 20 % уменьшает его эксплуатационный расход,
- моторесурс двигателя при работе на газовом топливе повышается в среднем на 35 - 40 %,
- на 40 % увеличивается срок службы свечей зажигания,
- наблюдается снижение выбросов CO , CH_x , NO_x ,

- отсутствуют выбросы SO₂ и соединений свинца,
 - в 8 - 10 раз снижается дымность газов при работе ДД на газовом топливе.
- К недостаткам, связанным с использованием газового топлива, относятся:
- возрастание стоимости автомобиля на 5 - 8 %,
 - из-за веса стальных баллонов снижается грузоподъемность автомобиля,
 - на 3 - 5 % возрастают затраты на техобслуживание и текущий ремонт, а также капиталовложения в производственную базу предприятия.

Ряд предприятий в различных регионах страны выпускают специальные газовые комплекты, позволяющие переоборудовать обычные бензиновые двигатели в газобаллонные.

Применение природного газа является одним из экономически оправданных путей снижения выбросов от железнодорожного транспорта. Природным газом можно заменить на магистральных тепловозах 70 - 80 % и на маневровых – 50 - 55 % дизельного топлива.

Возможность использования водорода в качестве топлива исследуется уже давно, но на данный момент внедрение данного способа экономически не эффективно из-за высокой стоимости водорода. Тем не менее, данное направление является перспективным и в нашей стране существует программа по поэтапному переводу транспорта на использование водорода. На первом этапе рекомендуется использовать водород в качестве добавки к топливу в количестве 5 - 10 %. По предварительным данным, указанный способ позволит добиться снижения токсичности выхлопных газов до 80 % и повышения экономичности на 35 - 40 %.

Исследования показали преимущества жидкого водорода, как экономически целесообразного и менее загрязняющего воздушную среду топлива. Проблемы, возникающие при использовании водорода в авиационных газотурбинных двигателях, состоят в разработке дешевых способов получения, хранения и загрузки топливных баков. Стоимость тепловой единицы водорода в 3 - 4 раза больше керосина, но в будущем они сравняются.

Альтернативная энергетика в России, развиваемая со времён довоенного СССР – это совокупность технологий получения электроэнергии из нетрадиционных (альтернативных) возобновляемых источников энергии в Российской Федерации.

Согласно принятой в научном сообществе классификации, все источники энергии подразделяют на две группы – *невозобновляемые* и *возобновляемые*.

К невозобновляемым относят нефть, уголь, газ и ядерную энергию.

Группа возобновляемых, в свою очередь, делится ещё на две – традиционных и нетрадиционных (альтернативных) источников энергии. К традиционным относят гидроэнергетику и энергию биомассы в части использования древесных отходов.

Понятие «нетрадиционных источников» исчерпывающе определяет федеральный закон РФ «Об электроэнергетике»: «Возобновляемые источники энергии – энергия солнца, энергия ветра, энергия вод (в том числе энергия сточных вод), за исключением случаев использования такой энергии на гидроаккумулирующих электроэнергетических станциях, энергия приливов, энергия волн водных объектов, в том числе водоёмов, рек, морей, океанов, геотермальная энергия с использованием природных подземных теплоносителей, низкопотенциальная тепловая энергия земли, воздуха, воды с использованием специальных теплоносителей, биомасса, включающая в себя специально выращенные для получения энергии растения, в том числе деревья, а также отходы производства и потребления, за исключением отходов, полученных в процессе использования углеводородного сырья и топлива, биогаз, газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов, газ, образующийся на угольных разработках».

К нетрадиционным источникам энергии относят также тепло промышленных и бытовых жидких стоков, тепло вентиляционных выбросов, попутный газ, твёрдые бытовые и прочие отходы.

Источником энергии может быть также перепад температур океанской воды. Тёплая океанская вода испаряет жидкость с низкой температурой кипения (например, аммиак), пары вращают турбину и, охлаждаясь холодной океанской водой, вновь превращаются в жидкость.

В мире альтернативная энергетика (АЭ) развивается ускоренными темпами после нефтяного кризиса 1973 г., когда человечество осознало высокую степень своей зависимо-

сти от невозобновляемых источников и цен на них. Разработки в направлении использования альтернативных источников велись и ранее.

Сегодня альтернативная энергетика является перспективным с точки зрения экономической и энергетической эффективности направлением деятельности, несмотря на активное противостояние нефтегазового лобби. Подстёгивающим развитие АЭ эффектом обладают случающиеся в последние годы всё чаще политические, экономические и экологические кризисы, они потенциально влияют на энергетическую безопасность государств и регионов. Среди них, в частности, нефтяной кризис (1973), теракты в США (2001), московская энергоавария (2005), перебои с газовым транзитом через Украину в ЕС (2009), авария на японской АЭС «Фукусима-1» (2011) и др.

Россия, обладающая значительными запасами нетрадиционного топлива и имеющая возможность использования одного (а иногда двух и более) возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в каждом своём регионе, не торопилась с развитием альтернативной энергетики вплоть до 2000-х годов, хотя отдельные исследования и разработки в этом направлении активно велись с 1950 – 1960-х годов. Не прекратили работать построенные ещё в советское время электростанции на ВИЭ.

Сегодня у России есть успешный опыт создания электростанций практически на всех известных видах возобновляемых источников энергии. Проблемой является отсутствие реальной государственной поддержки альтернативных энергопроизводств, несмотря на принятие в конце 2000-х годов ряда основополагающих постановлений и курс правительства на инновации.

Ветровая энергетика. Ветер образуется из-за неравномерного нагрева солнечными лучами земной поверхности и нижних слоёв атмосферы – воздушные массы начинают перемещаться близ поверхности земли и выше, до 7 - 12 км над землёй. Наиболее выгодными участками для расположения так называемых ветряков – сооружений для преобразования энергии ветра – являются на земле береговые линии (не менее 10 - 12 км от берега), здесь сильнее перепад температур и более сильный и устойчивый ветер (не менее 5 м/с). На территории России такими характеристиками обладают прибрежные районы крайнего Севера и побережья северных и восточных морей на всём протяжении от Мурманска до Приморья.

В нашей стране разрабатывался так и не осуществлённый впоследствии план размещения ветряных мельниц в тропопаузе (переходном слое от тропосферы к стратосфере) – энергия должна была вырабатываться на аэростатах и передаваться на землю по кабелю. Но, в связи с открытием, разработкой сибирских нефтяных месторождений и приоритетом развития этой нефтедобычи, проект остановили, а затем остановили и научные исследования в области ветроэнергетики, возобновив их лишь в конце 1980-х годов.

В период «советского перерыва», начиная с 1970-х годов, ветроэнергетика стала активно развиваться на Западе. К 2000 г. ветроустановки работали более чем в 50 странах мира. Отрасль дотировалась государствами, и к 2010 г. стала настолько конкурентоспособной, что в господдержке отпала необходимость. В России, напротив, ситуация ухудшилась – к 2010 г. в стране исчезло и производство, и специалисты в области ветроэнергетики. Сегодня ветряки покупаются в Западной Европе и Китае.

Несмотря на доступность и экологическую чистоту ветровой энергии, ветроэлектростанции (ВЭС) имеют ряд недостатков – неровный выход энергии, сильный шум (104 дБ рядом с ВЭС мощностью 850 кВт, это сопоставимо с уровнем шума в кабине железнодорожного локомотива), вызывающий вибрацию инфразвук частотой 6 - 7 Гц вокруг ВЭС, возможные помехи для приёма телесигнала.

Между тем, проблемы шума, вибрации, а также безопасности птиц были решены западными разработчиками. На 1 января 2006 г. суммарная мощность ветроустановок в мире составляла 59,1 МВт, среднегодовой рост – 40,5 %. По данным Международного энергетического агентства (МЭА) лидерами отрасли были Германия (за 2005 год на ВЭС произведено 18 428 МВт), Испания (10 027 МВт), США (9 149 МВт), Индия (4 430 МВт) и Дания (3 122 МВт).

К 2011 г. мировым лидером ветроэнергетики стала Испания (за 2010 г. на ВЭС произведено 43,0 ГВт, это 16,4 % в общем объёме производства электроэнергии в стране), оттеснив Германию на второе место (соответственно, 36,5 ГВт и 6,2 %).

Геотермальная энергетика предполагает использование тепла земной коры в тех местах, где это экономически целесообразно. Геотермальные источники фактически неисчерпаемы и обладают высокой степенью предсказуемости в отношении количества получаемой энергии.

Первая геотермальная электростанция (ГеоЭС) была построена в начале XX века в Италии. Затем ГеоЭС появились в Мексике, Новой Зеландии, США, Ирландии. Первая ГеоЭС на территории России появилась в СССР в 1966 г. – Паужетская ГеоЭС на Камчатке.

В настоящее время геотермальная энергия используется в 62 странах, суммарная мощность ГеоЭС мира в 2007 г. достигла 19 300 МВт. Доля России в мировом производстве – 10 %. Директор Института вулканологии РАН Евгений Гордеев оценивает только камчатский геотермальный энергетический потенциал в 5000 МВт. Перспективными для создания ГеоЭС в России специалисты считают также Кубань, Калининградскую область и Северный Кавказ.

Приливная энергетика использует океанские и морские приливы и отливы. Зависимость силы приливов от цикла лунного месяца ещё в средние века выявил Исаак Ньютон. Приливные электростанции (ПЭС) располагают на побережьях с максимальными перепадами уровней воды во время прилива и отлива. Принцип работы ПЭС таков: в заливе строится плотина, отделяющая часть его от океана. Во время прилива и отлива по разные стороны плотины образуется перепад уровней воды, вода устремляется через плотину в сторону нижнего уровня и приводит в движение реверсивные турбины, вращающиеся то в одну (во время прилива), то в другую (во время отлива) сторону.

Самые большие приливы на территории России наблюдаются в Охотском море – в Пенжинской губе до 17 м, в Гижигинской губе до 13 м, в Мезенской губе Белого моря – до 10 м. Приливы в Балтийском и Чёрном морях измеряются лишь сантиметрами, поэтому строительство ПЭС здесь нецелесообразно. По экономическим показателям ПЭС сопоставимы с речными гидроэлектростанциями (ГЭС), в 2,5 - 3,5 раза выгоднее солнечных электростанций, и на 10 % экономичнее атомных электростанций (АЭС).

Первая в мире ПЭС была построена в устье Ла-Манша во Франции в 1966 г., а в СССР – в Кислой губе Белого моря в 1968 г., мощность Кислогубской ПЭС составляла 600 кВт. В СССР и, затем, в России перерыва в исследованиях приливной энергетике не было, поэтому в настоящее время российская школа приливной энергии считается в мире передовой. История отечественных приливных мельниц началась в XVII веке на Беломорье. По мнению главы РАО «ЕЭС Россия» Анатолия Чубайса, в будущем приливная энергетика сможет обеспечить до 25 % производства электроэнергии в России.

Энергию волн используют также гидроаккумулирующие станции (ГАЭС). Обычно их строят на пресной воде рек, но иногда и в условиях более агрессивной к деталям машин солёной воде морей. С середины 2000-х годов на Гольфстриме во Флоридском заливе США начали строить принципиально новую ПЭС, именуемую также океанской электростанцией (ОЭС). Принцип её работы аналогичен обычной ПЭС, но она расположена вдали от берега на большой глубине и закреплена якорями. Проектная мощность Флоридской ОЭС – 136 МВт.

Солнечная энергетика. Мощность энергии Солнца составляет 10^{17} Вт, что в 100 тысяч раз больше уровня энергопотребления землян в конце XX века. Сегодня солнечная энергия производится с помощью панелей фотоэлементов на крышах зданий (КПД кремниевых преобразователей 23 %), гелиостанций (оправданы в южных солнечных регионах), солнечных батарей на космических станциях. В июне 2011 г. между Парижем и Амстердамом начал курсировать «солнечный» поезд, в это же время в Испании заработала первая в мире «ночная» солнечная электростанция.

Достоинствами солнечной энергии является её экологическая чистота, бесшумность и лёгкая заменяемость отработанных пластин, недостатками – непостоянный объём производства и необходимость больших площадей для установки батарей.

В России солнечные электростанции целесообразно строить в Приморье, на юге Сибири, на Кубани, в Якутии и Восточной Сибири. В мире в начале XXI века самым перспективным рынком солнечной энергетике стала Западная Европа.

Евросоюз планирует довести долю альтернативной энергетики в своём энергобалансе до 20 % в 2020 г. и до 40 % в 2040 г. В частности, в Испании при господдержке будет построено шесть крупных солнечных электростанций, которые в условиях создаваемой панъевропейской системы распределения электричества смогут делиться электроэнергией с другими регионами Европы. В аналогичном перераспределении энергоресурсов будут участвовать и ветроэлектростанции, например, Дании.

В сфере *космической энергетики* в 2013–2015 гг. США и Япония вывели на околоземную орбиту опытные модели орбитальных солнечных электростанций, передающих энергию на Землю при помощи СВЧ-излучения. К 2020 - 2030 годам мировое сообщество, в том числе Россия, рассматривает возможность размещения на орбите 10 - 30 космических электростанций суммарной мощностью 1,5 - 4,5 ГВт (до Земли дойдут 0,75 - 2,25 ГВт при КПД солнечных батарей 10 %), а во второй половине XXI века – до 800 аналогичных электростанций суммарной мощностью на Земле 960 ГВт (с увеличением к тому времени КПД технологии до 40 %).

Далее проводится текущий контроль учебных достижений обучающихся с помощью 2-3 вопросов из следующего перечня:

1. Что такое индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)?
2. Как определяется комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха (Р)?
3. Что показывает индекс загрязнения воды (ИЗВ)?
4. По какой формуле определяется показатель суммарного загрязнения почв (Z_c)?
5. Как обустраивается санитарно – защитная зона промышленного предприятия?
6. Пути снижения загрязнения атмосферного воздуха: абсолютное, относительное и локальное.
7. Приведите перечень мероприятий по регулированию выбросов в период неблагоприятных метеорологических условий.
8. Экологический контроль за выбросами и сбросами: государственный, ведомственный, муниципальный, общественный и производственный.
9. Порядок проведения экологического контроля — инспекционный, аналитический, инструментальный.
10. Стадии экологического контроля — предупредительный, текущий и последующий.
11. Формы экологического контроля — информационный и карательный.

Основная литература

1. Редина М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды : учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов. - М. : Издательство Юрайт, 2014. - 431 с. - Серия : Бакалавр. Базовый курс.

Дополнительная литература

1. Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные методы улучшения экологических характеристик топлива.
2. Приведите основные этапы замены источников энергии путем перехода на газ и десульфуризованное топливо.
3. Укажите пути повышения роли нетрадиционных источников энергии: ветровых (ВЭС), приливных (ПрЭС) и геотермальных (ГеоТЭС) электростанций, солнечных батарей и СЭС.

Практическое занятие №13. Нормирование вредных физических воздействий: теплового, шумового, электромагнитного, радиационного (дискуссия)

Цель работы: закрепление знаний о методах и средствах снижения физических воздействий.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить соответствующий теорети-

ческий материал с использованием литературы [1] и [5] из п.7. Составить конспект по следующим вопросам:

1. Методы и средства снижения шумового воздействия.
2. Методы и средства снижения действия вибрации.
3. Методы и средства снижения теплового воздействия.
4. Методы и средства снижения электромагнитного воздействия.
5. Методы и средства снижения радиационного воздействия.

Порядок выполнения: При проведении дискуссии рекомендуется обратить внимание на следующие ключевые моменты.

Снижение шумового загрязнения. Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; звукопоглощение и звукоизоляция; установка глушителей шума; рациональное размещение оборудования; применение средств индивидуальной защиты.

Наиболее эффективным является борьба с шумом в источнике его возникновения. Шум механизмов возникает вследствие упругих колебаний как всего механизма, так и отдельных его деталей. Причины возникновения шума - механические, аэродинамические и электрические явления, определяемые конструктивными и технологическими особенностями оборудования, а также условиями эксплуатации. В связи с этим различают шумы механического, аэродинамического и электрического происхождения. Для уменьшения механического шума необходимо своевременно проводить ремонт оборудования, заменять ударные процессы на безударные, шире применять принудительное смазывание трущихся поверхностей, применять балансировку вращающихся частей.

Значительное снижение шума достигается при замене подшипников качения на подшипники скольжения (шум снижается на 10 - 15 дБ), зубчатых и цепных передач клиноременными и зубчатоременными передачами, металлических деталей - деталями из пластмасс.

Снижение аэродинамического шума можно добиться уменьшением скорости газового потока, улучшением аэродинамики конструкции, звукоизоляции и установкой глушителей. Электромагнитные шумы снижают конструктивными изменениями в электрических машинах.

Широкое применение получили методы снижения шума на пути его распространения посредством установки звукоизолирующих и звукопоглощающих преград в виде экранов, перегородок, кожухов, кабин и др. Хорошие звукопоглощающие свойства имеют легкие и пористые материалы (минеральный войлок, стекловата, поролон и т.п.).

Средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши, наушники и шлемофоны. Эффективность индивидуальных средств защиты зависит от используемых материалов, конструкции, силы прижатия, правильности ношения. Ушные вкладыши вставляют в слуховой канал уха. Их изготавливают из легкого каучука, эластичных пластмасс, резины, эбонита и ультратонкого волокна. Они позволяют снизить уровень звукового давления на 10 - 15 дБ. В условиях повышенного шума рекомендуется применять наушники, которые обеспечивают надежную защиту органов слуха. Так, наушники ВЦНИОТ снижают уровень звукового давления на 7 - 38 дБ в диапазоне частот 125 - 8000 Гц. Для предохранения от воздействия шума с общим уровнем 120 дБ и выше рекомендуется применять шлемофоны, которые герметично закрывают всю околоушную область и снижают уровень звукового давления на 30 - 40 дБ в диапазоне частот 125 - 8000 Гц.

Для борьбы с вибрацией машин и оборудования и защиты работающих от вибрации используют различные методы. Борьба с вибрацией в источнике возникновения связана с установлением причин появления механических колебаний и их устранением, например замена кривошипных механизмов равномерно вращающимися, тщательный подбор зубчатых передач, балансировка вращающихся масс и т.п. Для снижения вибрации широко используют эффект вибродемпфирования - превращение энергии механических колебаний в другие виды энергии, чаще всего в тепловую. С этой целью в конструкции деталей, через которые передается вибрация, применяют материалы с большим внутренним трением: специальные сплавы, пластмассы, резины, вибродемпфирующие покрытия. Для предотвращения общей вибрации используют установку вибрирующих машин и оборудования

на самостоятельные виброгасящие фундаменты. Для ослабления передачи вибрации от источников ее возникновения полу, рабочему месту, сиденью, рукоятке и т.п. широко применяют методы виброизоляции. Для этого на пути распространения вибрации вводят дополнительную упругую связь в виде виброизоляторов из резины, пробки, войлока, асбеста, стальных пружин. В качестве средств индивидуальной защиты работающих используют специальную обувь на массивной резиновой подошве. Для защиты рук служат рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготовляют из упругодемпфирующих материалов.

Важным для снижения опасного воздействия вибрации на организм человека является правильная организация режима труда и отдыха, постоянное медицинское наблюдение за состоянием здоровья, лечебно-профилактические мероприятия, такие как гидропроцедуры (теплые ванночки для рук и ног), массаж рук и ног, витаминизация и др. Для защиты рук от воздействия ультразвука при контактной передаче, а также при контактных смазках и т.д. операторы должны работать в рукавицах или перчатках, нарукавниках, не пропускающих влагу или контактную смазку.

При разработке нового и модернизации существующего оборудования и приборов должны предусматриваться меры по максимальному ограничению ультразвука, передающегося контактным путем, как в источнике его образования (конструктивными и технологическими мерами), так и по пути распространения (средствами виброизоляции и вибропоглощения). При этом рекомендуется применять:

- дистанционное управление для исключения воздействия на работающих при контактной передаче;
- блокировку, т.е. автоматическое отключение оборудования, приборов при выполнении вспомогательных операций - загрузка и выгрузка продукции, нанесение контактных смазок и т.д.;
- приспособления для удержания источника ультразвука или обрабатываемой детали.

Ультразвуковые указатели и датчики, удерживаемые руками оператора, должны иметь форму, обеспечивающую минимальное напряжение мышц, удобное для работы расположение и соответствовать требованиям технической эстетики. Следует исключить возможность контактной передачи ультразвука другим частям тела, кроме ног. Конструкция оборудования должна исключать возможность охлаждения рук работающего. Поверхность оборудования и приборов в местах контакта с руками должна иметь коэффициент теплопроводности не более 0,5 Вт/м град.

Классификация средств коллективной защиты от шума представлена на рис. 13.1. Акустические в свою очередь подразделяются на средства звукоизоляции, звукопоглощения и глушители.



Рис. 13.1. Средства коллективной защиты от шума на пути его распространения

Установка звукопоглощающих облицовок и объемных звукопоглотителей увеличивает эквивалентную площадь поглощения. Для облицовки помещения используются стекловата, минеральная и капроновая вата, мягкие пористые волокнистые материалы, а также жесткие плиты на минеральной основе, т.е. материалы, имеющие высокие коэффициенты звукопоглощения.

Методы снижения действия вибрации. *Виброизоляцией* называется уменьшение степени передачи вибрации от источника к защищаемым объектам.

Классификация методов и средств защиты от вибрации представлена на рис. 13.2.

Виброизоляция используется при виброзащите от действия напольных и ручных механизмов. Компрессоры, насосы, вентиляторы, станки могут устанавливаться на амортизаторы (резиновые, металлические или комбинированные) или упругие основания в виде элементов массы и вязкоупругого слоя. Для ручного инструмента наиболее эффективна многосвязная система виброизоляции, когда между рукой и инструментом проложены слои с различной массой и упругостью.



Рис. 13.2. Классификация методов и средств защиты от вибрации

Методы снижения действия электромагнитных полей радиочастот. Защита персонала от воздействия электромагнитных полей радиочастот (ЭМИ РЧ) осуществляется путем проведения организационных и инженерно-технических, лечебно-профилактических мероприятий, а также использования средств индивидуальной защиты.

К организационным мероприятиям относятся: выбор рациональных режимов работы оборудования; ограничение места и времени нахождения персонала в зоне воздействия ЭМИ РЧ (защита расстоянием и временем) и т.п.

Инженерно-технические мероприятия включают: рациональное размещение оборудования; использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала (поглотители мощности, экранирование, использование минимальной необходимой мощности генератора); обозначение и ограждение зон с повышенным уровнем ЭМИ РЧ.

Лечебно-профилактические мероприятия осуществляются в целях предупреждения, ранней диагностики и лечения нарушений в состоянии здоровья работника, связанные с воздействием ЭМИ РЧ, и включают предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры.

К средствам индивидуальной защиты относятся защитные очки, щитки, шлемы, защитная одежда (комбинезоны, халаты и т.д.).

Способ защиты в каждом конкретном случае должен определяться с учетом рабочего диапазона частот, характера выполняемых работ, необходимой эффективности защиты.

Классификация методов защиты человека от ЭМИ РЧ представлена на рис. 13.3.

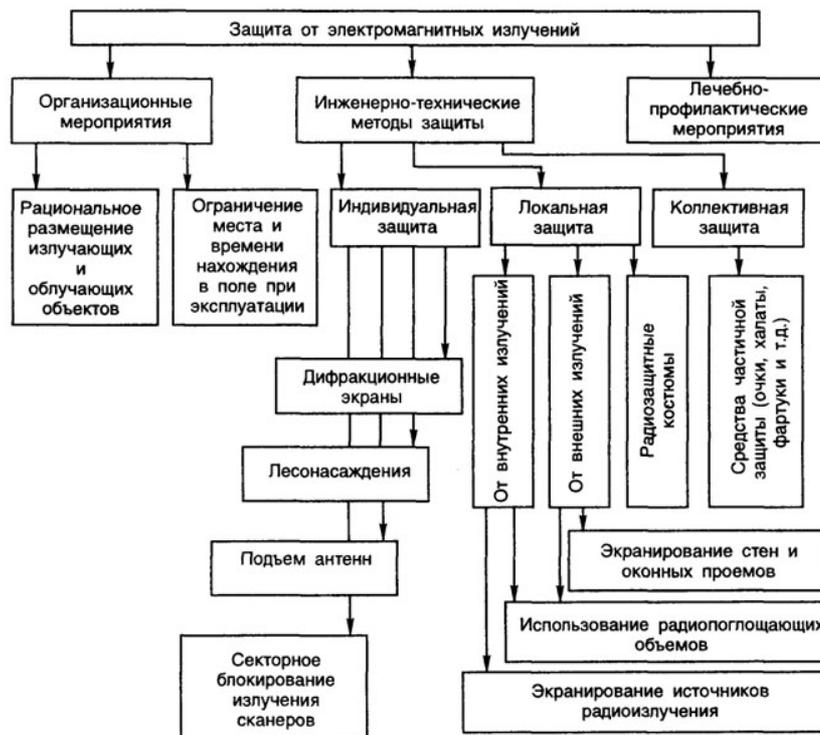


Рис. 13.3. Классификация методов и средств защиты от электромагнитных излучений радиочастот

В поглощающих экранах используются специальные материалы, обеспечивающие поглощение излучения соответствующей длины волны. В зависимости от излучаемой мощности и взаимного расположения источника и рабочих мест конструктивное решение экрана может быть различным (замкнутая камера, щит, чехол, штора и т.д.).

При изготовлении экрана в виде замкнутой камеры вводы волноводов, коаксиальных фидеров, воды, воздуха, выходы ручек управления и элементов настройки не должны нарушать экранирующих свойств камеры.

Экранирование смотровых окон, приборных панелей проводится с помощью радиозащитного стекла. Для уменьшения просачивания электромагнитной энергии через вентиляционные жалюзи последние экранируются металлической сеткой либо выполняются в виде заградительных волноводов.

Уменьшение утечек энергии из фланцевых сочленений волноводов достигается путем применения "дрессельных фланцев", уплотнения сочленений с помощью прокладок из проводящих (фосфористая бронза, медь, алюминий, свинец и другие металлы) и поглощающих материалов, осуществления дополнительного экранирования.

Средства индивидуальной защиты следует использовать в случаях, когда снижение уровней ЭМИ РЧ с помощью общей защиты технически невозможно. Если защитная одежда изготовлена из материала, содержащего в своей структуре металлический провод, она может использоваться только в условиях, исключающих прикосновение к открытым токоведущим частям установок.

При работе внутри экранированных помещений (камер) стены, пол и потолок этих помещений должны быть покрыты радиопоглощающими материалами. В случае неправильного излучения допускается применение поглощающих покрытий только на соответствующих участках стен, потолка, пола.

В тех случаях, когда уровни ЭМИ РЧ на рабочих местах внутри экранированного помещения превышают ПДУ, персонал необходимо выводить за пределы камер.

В зависимости от условий облучения, характера и места нахождения источников ЭМИ РЧ могут быть применены различные средства и методы защиты от облучения: защита временем; защита расстоянием; экранирование источника излучения; уменьшение излучения непосредственно в самом источнике излучения; экранирование рабочих мест; средства индивидуальной защиты; выделение зон излучения.

Защита временем предусматривает ограничение времени пребывания человека в электромагнитном поле и применяется, когда нет возможности снизить интенсивность излучения до допустимых значений.

Защита расстоянием применяется в том случае, если невозможно ослабить интенсивность облучения другими мерами, в том числе и сокращением времени пребывания человека в опасной зоне. В этом случае прибегают к увеличению расстояния между излучателем и обслуживающим персоналом.

Уменьшение мощности излучения непосредственно в самом источнике излучения достигается за счет применения специальных устройств. С целью предотвращения излучения в рабочее помещение в качестве нагрузки генераторов вместо открытых излучателей применяют поглотители мощности (эквивалент антенны и нагрузки источников ЭМИ РЧ), при этом интенсивность излучения ослабляется до 60 дБ и более. Промышленностью выпускаются эквиваленты антенн, рассчитанные на поглощение излучения мощностью 5, 10, 30, 50, 100 и 250 Вт с длинами волн 3,1...3,5 и 6...1000 см.

Экранирование источников излучения используется для снижения интенсивности электромагнитного поля на рабочем месте или устранении опасных зон излучения. В этом случае применяются экраны из металлических листов или сеток в виде замкнутых камер, шкафов и кожухов.

Экранирование источников ЭМИ РЧ или рабочих мест осуществляется с помощью отражающих или поглощающих экранов (стационарных или переносных). Отражающие экраны выполняются из металлических листов, сетки, ткани с микропроводом и др.

Методы снижения инфракрасного излучения (ИКИ). Основным путем снижения инфракрасного излучения в горячих цехах, где ИКИ – основной компонент микроклимата, является изменение технологических процессов в направлении ограничения источников тепловыделений и уменьшении времени контакта работающих с ними. Дистанционное управление процессом увеличивает расстояние между рабочим и источником тепла и излучения, что снижает интенсивность влияющей на человека радиации. Важное значение имеют теплоизоляция поверхности оборудования; устройство защитных экранов, покрытых теплоизоляционными материалами, ограждающих рабочих от лучистого и конвекционного тепла, водяные и воздушные завесы; укрытие поверхности нагревательных печей полыми экранами с циркулирующей в них проточной водой снижает температуру воздуха на рабочем месте и полностью устраняет ИКИ.

Средства коллективной защиты работающих от тепловых излучений представлены на рис. 13.4.



Рис. 13.4. Классификация средств промышленной теплозащиты

По действующим санитарным нормам температура нагретых поверхностей оборудования и ограждений на рабочих местах не должна превышать 45 °С.

Для снижения интенсивности излучений от наружных поверхностей применяется водное охлаждение.

Наиболее распространенный и эффективный способ защиты от излучения - экранирование источников излучений. Экраны применяют как для экранирования источников излучения, так и для защиты рабочих мест от инфракрасного излучения.

Полупрозрачные экраны. К полупрозрачным экранам относятся металлические сетки с размером ячейки 3...3,5 мм, цепные завесы, армированное стальной сеткой стекло. Сетки применяют при интенсивности облучения 0,35...1,05 кВт/м², и их коэффициент эффективности порядка 0,67. Цепные завесы применяются при интенсивности облучения 0,7...4,9 кВт/м². Коэффициент эффективности цепных завес зависит от толщины цепей. С целью повышения эффективности защитных свойств применяют завесы водяной пленкой и устраивают двойные экраны. Армированное стекло применяют при тех же интенсивностях облучения, что и цепные завесы, и имеют такой же коэффициент эффективности. Увеличение эффективности достигается орошением водяной пленки и устройством двойного экрана.

Прозрачные экраны. Для прозрачных экранов используют силикатное, кварцевое или органическое стекло, тонкие (до 2 нм) металлические пленки на стекле, воду в слое или дисперсном состоянии.

Коэффициент пропускания воды в различных участках спектра в значительной степени зависит от толщины слоя воды. Тонкие водяные пленки начинают заметно поглощать излучение с длиной волны более 1,9 мкм и значительно поглощают волны длиной более 3,2 мкм. Поэтому они пригодны для экранирования источников с температурой до 800 °С. При толщине слоя воды 15 - 20 мм полностью поглощаются излучения с длиной волны более 1 мкм, поэтому такой слой воды эффективно защищает от теплового излучения источников с температурой до 1800 °С. Экраны в виде водяной пленки, стекающей по стеклу, более устойчивы по сравнению со свободными завесами: они имеют более высокий коэффициент эффективности (порядка 0,9) и могут применяться при интенсивностях облучения 1750 Вт/м².

Теплопоглощающие прозрачные экраны изготавливают из различных стекол (силикатных, кварцевых, органических), бесцветных или окрашенных. Для повышения эффективности применяется двойное остекление с вентилируемой воздушной прослойкой.

Органическое стекло применяют для защиты лица от теплового облучения в виде налобовых щитков. Эффективность стекол зависит от спектра излучения, т.е. стекло обладает узкополосными свойствами.

В последнее время одним из методов предупреждения влияния лучистой энергии является охлаждение стен, пола и потолка и применение специальных экранов на рабочих местах.

Кроме мер, направленных на уменьшение интенсивности теплового излучения на рабочих местах, предусматривают также условия, при которых обеспечивается отдача тепла человека непосредственно на месте работы. Это осуществляется путем создания оазисов и душирования, с помощью которых непосредственно на рабочее место направляется воздушный поток определенной температуры и скорости в зависимости от категории работы, сезона года и интенсивности инфракрасной радиации согласно ГОСТ 12.1.005-98.

Методы снижения ультрафиолетового излучения (УФИ). Снижение интенсивности облучения УФИ и защита от его воздействия достигается защитой "расстоянием", экранированием источников излучения; экранированием рабочих мест; средствами индивидуальной защиты; специальной окраской помещений и рациональным размещением рабочих мест.

Защита "расстоянием" – удаление обслуживающего персонала от источников УФИ. Расстояния, на которых уровни УФИ не представляют опасности для рабочих, определяются только экспериментально в каждом конкретном случае в зависимости от условий работы, состава производственной атмосферы, вида источника излучения, отражающих свойств конструкций помещения и оборудования и т.д.

Наиболее рациональным методом защиты является экранирование (укрытие) источников излучений. В качестве материалов экрана могут применяться различные материалы и светофильтры, не пропускающие или снижающие интенсивность излучений.

Особое значение имеет защита окружающих от действия излучений. С этой целью рабочие места, на которых имеет место УФИ, ограждаются ширмами, щитками либо устраиваются кабины.

Стены и ширмы в цехах окрашивают в светлые тона с добавлением в краску оксида цинка. Кабины изготавливают высотой 1,8 - 2 м, причем их стенки не должны доходить до пола на 25 - 30 см для улучшения проветривания кабин.

Для защиты от УФИ обязательно применяются индивидуальные средства защиты, которые состоят из спецодежды (куртка, брюки), рукавиц, фартука из специальных тканей, щитка со светофильтром, соответствующего определенной интенсивности излучения. Для защиты глаз, например при ручной электросварке, применяют светофильтры следующих типов: для электросварщиков при сварочном токе 30-75 А – Э-1; 75-200 А – Э-2; 200-400 А – Э-3 и при токе 400 А – 3-4.

Для защиты кожи от УФИ применяются мази, содержащие вещество, служащее светофильтрами для этих излучений (салол, салицилово-метиловый эфир и пр.), а также спецодежда, изготавливаемая из льняных и хлопчатобумажных тканей с искростойкой пропиткой и из грубошерстных сукон. Для защиты рук от воздействия УФИ применяют рукавицы.

Снижение ионизирующих излучений. Все работы с радионуклидами правила подразделяют на два вида: на работу с закрытыми источниками ионизирующих излучений и работу с открытыми радиоактивными источниками.

Закрытыми источниками ионизирующих излучений называются любые источники, устройство которых исключает попадание радиоактивных веществ в воздух рабочей зоны. *Открытые источники ионизирующих излучений* способны загрязнять воздух рабочей зоны. Поэтому отдельно разработаны требования к безопасной работе с закрытыми и открытыми источниками ионизирующих излучений на производстве.

Обеспечение радиационной безопасности требует комплекса многообразных защитных мероприятий, зависящих от конкретных условий работы с источниками ионизирующих излучений, а также от типа источника.

Главной опасностью закрытых источников ионизирующих излучений является внешнее облучение, определяемое видом излучения, активностью источника, плотностью потока излучения и создаваемой им дозой облучения и поглощенной дозой. Защитные мероприятия, позволяющие обеспечить условия радиационной безопасности при применении закрытых источников, основаны на знании законов распространения ионизирующих излучений и характера их взаимодействия с веществом. Главные из них следующие:

- доза внешнего облучения пропорциональна интенсивности излучения времени действия;
- интенсивность излучения от точечного источника пропорциональна количеству квантов или частиц, возникающих в них в единицу времени, и обратно пропорционально квадрату расстояния;
- интенсивность излучения может быть уменьшена с помощью экранов.

Из этих закономерностей вытекают *основные принципы обеспечения радиационной безопасности*: уменьшение мощности источников до минимальных величин (защита количеством); сокращение времени работы с источниками (защита временем); увеличение расстояния от источника до работающих (защита расстоянием) и экранирование источников излучения материалами, поглощающими ионизирующие излучения (защита экранами).

Защита количеством подразумевает проведение работы с минимальными количествами радиоактивных веществ, т.е. пропорционально сокращает мощность излучения. Однако требования технологического процесса часто не позволяют сократить количество радиоактивного вещества в источнике, что ограничивает на практике применение этого метода защиты.

Защита временем основана на сокращении времени работы с источником, что позволяет уменьшить дозы облучения персонала. Этот принцип особенно часто применяется при непосредственной работе персонала с малыми активностями.

Защита расстоянием - достаточно простой и надежный способ защиты. Это связано со способностью излучения терять свою энергию во взаимодействиях с веществом: чем

больше расстояние от источника, тем больше процессов взаимодействия излучения с атомами и молекулами, что в конечном итоге приводит к снижению дозы облучения персонала.

Защита экранами наиболее эффективный способ защиты от излучений. В зависимости от вида ионизирующих излучений для изготовления экранов применяют различные материалы, а их толщина определяется мощностью излучения. Лучшим экраном для защиты от рентгеновского и гамма-излучений является свинец, позволяющий добиться нужного эффекта по кратности ослабления при наименьшей толщине экрана. Более дешевые экраны делаются из просвинцованного стекла, железа, бетона, барритобетона, железобетона и воды.

По своему назначению защитные экраны условно разделяются на пять групп:

– защитные экраны-контейнеры, в которые помещаются радиоактивные препараты. Они широко используются при транспортировке радиоактивных веществ и источников излучений;

– защитные экраны для оборудования. В этом случае экранами полностью окружают все рабочее оборудование при положении радиоактивного препарата в рабочем положении или при включении высокого (или ускоряющего) напряжения на источнике ионизирующей радиации;

– передвижные защитные экраны. Этот тип защитных экранов применяется для защиты рабочего места на различных участках рабочей зоны;

– защитные экраны, монтируемые как части строительных конструкций (стены, перекрытия полов и потолков, специальные двери и т.д.). Такой вид защитных экранов предназначается для защиты помещений, в которых постоянно находится персонал, и прилегающей территории;

– экраны индивидуальных средств защиты (щиток из оргстекла, смотровые стекла пневмокостюмов, просвинцованные перчатки и др.).

Защита от открытых источников ионизирующих излучений предусматривает как защиту от внешнего облучения, так и защиту персонала от внутреннего облучения, связанного с возможным проникновением радиоактивных веществ в организм через органы дыхания, пищеварения или через кожу. Все виды работ с открытыми источниками ионизирующих излучений разделены на 3 класса. Чем выше класс выполняемых работ, тем жестче гигиенические требования по защите персонала от внутреннего переоблучения.

Способы защиты персонала при этом следующие:

1. Использование принципов защиты, применяемых при работе с источниками излучения в закрытом виде.

2. Герметизация производственного оборудования с целью изоляции процессов, которые могут явиться источниками поступления радиоактивных веществ во внешнюю среду.

3. Мероприятия планировочного характера. Планировка помещений предполагает максимальную изоляцию работ с радиоактивными веществами от других помещений и участков, имеющих иное функциональное назначение. Помещения для работ I класса должны размещаться в отдельных зданиях или изолированной части здания, имеющей отдельный вход. Помещения для работ II класса должны размещаться изолированно от других помещений; работы III класса могут проводиться в отдельных специально выделенных комнатах.

4. Применение санитарно-гигиенических устройств и оборудования, использование специальных защитных материалов.

5. Использование средств индивидуальной защиты персонала. Все средства индивидуальной защиты, используемые для работы с открытыми источниками, разделяются на пять видов: спецодежда, спецобувь, средства защиты органов дыхания, изолирующие костюмы, дополнительные защитные приспособления.

6. Выполнение правил личной гигиены. Эти правила предусматривают личностные требования к работающим с источниками ионизирующих излучений: запрещение курения в рабочей зоне, тщательная очистка (деактивация) кожных покровов после окончания работы, проведение дозиметрического контроля загрязнения спецодежды, спецобуви и кож-

ных покровов. Все эти меры предполагают исключение возможности проникновения радиоактивных веществ внутрь организма.

Службы радиационной безопасности. Безопасность работы с источниками ионизирующих излучений на предприятиях контролируют специализированные службы – службы радиационной безопасности комплектуются из лиц, прошедших специальную подготовку в средних, высших учебных заведениях или специализированных курсах Минатома РФ. Эти службы оснащены необходимыми приборами и оборудованием, позволяющими решать поставленные перед ними задачи.

Службы выполняют все виды контроля на основании действующих методик, которые постоянно совершенствуются по мере выпуска новых видов приборов радиационного контроля.

Важной системой профилактических мероприятий при работе с источниками ионизирующих излучений является проведение радиационного контроля.

Основные задачи, определяемые национальным законодательством по контролю радиационной обстановки в зависимости от характера проводимых работ, следующие:

- контроль мощности дозы рентгеновского и гамма-излучений, потоков бета-частиц, нейтронов, корпускулярных излучений на рабочих местах, смежных помещениях и на территории предприятия и наблюдаемой зоны;

- контроль за содержанием радиоактивных газов и аэрозолей в воздухе рабочих и других помещений предприятия;

- контроль индивидуального облучения в зависимости от характера работ: индивидуальный контроль внешнего облучения, контроль за содержанием радиоактивных веществ в организме или в отдельном критическом органе;

- контроль за величиной выброса радиоактивных веществ в атмосферу;

- контроль за содержанием радиоактивных веществ в сточных водах, сбрасываемых непосредственно в канализацию;

- контроль за сбором, удалением и обезвреживанием радиоактивных твердых и жидких отходов;

- контроль уровня загрязнения объектов внешней среды за пределами предприятия.

Защита при работе с лазерами. Работы с оптическими квантовыми генераторами (ОКГ) - лазерами - следует проводить в отдельных, специально выделенных помещениях или отгороженных частях помещений. Само помещение изнутри, оборудование и предметы, находящиеся в нем, не должны иметь зеркально отражающих поверхностей, если на них может падать прямой или отраженный луч лазера. Эти поверхности лучше окрашивать в матовые тона с коэффициентом отражения не более 0,4. Искусственное освещение в помещении должно быть комбинированным и обеспечивать освещенность, соответствующую санитарным нормам. В помещении или в зону помещения с действующими лазерными установками должен быть ограничен доступ лиц, не имеющих отношение к работе установок.

Лазерная установка должна быть максимально экранирована:

- а) лазерный луч целесообразно передавать к мишени по волноводу (световоду) или по огражденному экранному пространству;

- б) линзы, призмы и другие с твердой зеркальной поверхностью предметы на пути луча должны снабжаться блендами;

- в) в конце луча следует устанавливать диафрагмы, предупреждающие отражение от мишени в стороны на большие расстояния.

Генератор и лампа накачки должны быть заключены в светонепроницаемую камеру. Лампы накачки должны иметь блокировку, исключающую вспышки лампы при открытом положении ее экрана. Устройства для визуальной юстировки необходимо оборудовать постоянно смонтированными защитными светофильтрами, поглощающими излучение как на основной частоте, так и наиболее интенсивное излучение на высших гармониках. Для основного луча каждого ОКГ в помещении необходимо выбирать направление в зоны, в которых пребывание людей должно быть исключено.

При изготовлении экранирующих щитов, ширм, штор, занавесей следует применять непрозрачные теплостойкие материалы. При отсутствии опасности возникновения пожара от луча лазера ограждения могут быть сделаны из плотной ткани. Приведение ОКГ в ра-

бошее положение полезно блокировать с установкой экранирующих устройств. Следует избегать работ с лазерными установками при затемнении помещения, поскольку при пониженной освещенности зрачок расширяется и увеличивается вероятность попадания лазерного излучения в глаз.

Производить или проверять юстировку лазерной установки необходимо только при отключенном питании возбуждающего устройства (батареи конденсаторов в твердотельных ОКГ и источников электрического тока в газовых ОКГ). Уменьшение уровней шумов, интенсивности излучения высокочастотных генераторов, рентгеновского излучения и концентрации вредных газов и паров необходимо осуществлять согласно соответствующим правилам.

В качестве индивидуальных средств защиты рекомендуются защитные очки из специального стекла, характеристики которого приведены в табл. 13.1.

Таблица 13.1

Характеристика стекол, рекомендуемых для изготовления защитных очков (толщина 3 мм)

Диапазон длин волн излучения, поглощаемого стеклом, нм	Цвет стекла	Марка стекла
200...350	Желтое	ЖС10, ЖС11
200...450	»	ЖС17, ЖС18
200...500	Оранжевое	Оранжевое ОСП
200...600	Красное	ОС12
500...1200 и более	Сине-зеленое	КС 15, СЭС 22
2700...10 600 и более	Бесцветное	БСЗ и др.

Очки целесообразно монтировать в маску или полумаску, защищающую лицо. Руки защищаются хлопчатобумажными перчатками. Для защиты остальных частей тела достаточна обычная одежда.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1). Дополнительно он должен содержать схемы, отражающие методы и средства снижения физических воздействий.

Основная литература

1. Редина М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды : учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов. - М. : Издательство Юрайт, 2014. - 431 с. - Серия : Бакалавр. Базовый курс.

Дополнительная литература

1. Варданян М. А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : Практикум. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 148 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Укажите методы и средства снижения шумового воздействия.
2. Приведите примеры снижения действия вибрации.
3. Что такое тепловое воздействие и как снизить его воздействие?
4. Приведите примеры электромагнитного воздействия и конкретные методы и средства его снижения.
5. Как можно снизить воздействие ионизирующих излучений?

9.2 Методические указания по выполнению курсовой работы

Задачей курсовой работы является усвоение студентами основных принципов санитарно-гигиенического и экологического нормирования и планирования качества окружающей среды, а также мероприятий по снижению уровня ее загрязнения.

Курсовая работа, наряду с аналитическим обзором, должна содержать результаты обработки информации с использованием различных методов научного исследования и давать объяснение полученных данных.

При выборе темы курсовой работы студенту необходимо ориентироваться на накопленный им в ходе прохождения практик материал. Это могут быть: проектная документация предприятий г. Братска, являющихся источниками вредного воздействия на атмосферу, водные объекты, почву (например, проекты ПДВ, НДС, ПНОЛРО), сведения об инвентаризации выбросов и сбросов, а также архивные данные тех же предприятий, статистические сведения, результаты полевых исследований, материалы научных публикаций и т.п.

При выполнении курсовой работы у студентов вырабатываются навыки проведения самостоятельного научно-практического исследования, умения сопоставлять и объяснять данные, выявлять причины явлений и процессов.

Руководство курсовой работой осуществляет преподаватель, читающий данную дисциплину. Студент должен получить у руководителя задание на выполнение курсовой работы и список необходимой литературы, справочных материалов и других источников по теме. В ходе выполнения работы студент должен посещать систематические индивидуальные консультации. Завершенную курсовую работу студент проверяет в системе «Антиплагиат», после чего сдает её руководителю на проверку не менее чем за 2 недели до защиты. Руководитель проверяет качество выполненной работы и готовит отзыв о ней.

Алгоритм выполнения курсовой работы студентом выглядит следующим образом:

1. выбор темы;
2. ознакомление с календарным графиком ее выполнения и составление индивидуального графика работы;
3. сбор информации, анализ источников и научной литературы;
4. написание чернового варианта;
5. внесение поправок и дополнений;
6. сдача на проверку руководителю;
7. подготовка доклада и компьютерной презентации;
8. публичная защита.

Общая оценка за курсовую работу выводится по результатам ее защиты по совокупности оценок из следующих составляющих:

- качество выполнения и оформления работы, личный вклад автора в ее выполнение;
- устный доклад студента и степень его владения материалом с учетом ответов на заданные в ходе её защиты вопросы;
- отзыв руководителя о работе студента.

Оценка по курсовой работе объявляется после защиты и выставляется в ведомости и зачетной книжке.

В случае получения неудовлетворительной оценки по итогам защиты курсовой работы студент должен представить исправленную работу в срок, но не позднее начала экзаменационной сессии.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) используются для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения практических занятий;
- работы в электронной информационной среде;
- проверки курсовых работ.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
- Справочно-правовая система «Консультант Плюс»;
- ПО "Антиплагиат".

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование - Ноутбук hp, Видеопроектор Acer	-
ПЗ	Лаборатория общей не-органической химии	Мультимедийное оборудование - Ноутбук hp, Видеопроектор Acer	ПЗ №1-13
КР	Читальный зал №1	Оборудование 10- ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP Laser Jet P2055D	-
СР	Читальный зал №1	Оборудование 10- ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP Laser Jet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОК-7 ОПК-4	способностью к самоорганизации и самообразованию владением базовыми общепрофессиональными (общез экологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды	1. Правовые основы экологического нормирования и стандартизации	1.1. Законодательство и контроль в области нормирования качества окружающей среды	Экзаменационные вопросы 1.1 ÷ 1.14
			1.2. Структура и механизмы нормирования качества окружающей среды	
ОПК-8	владением знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности	2. Санитарно-гигиеническое нормирование	2.1. Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества	Экзаменационные вопросы 2.1 ÷ 2.6
			2.2. Предельно допустимые уровни (ПДУ) вредных физических воздействий	
ПК-3	владением навыками эксплуатации очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности	3. Экологическое нормирование	3.1. Нормирование выбросов и сбросов вредных веществ	Экзаменационные вопросы 3.1 ÷ 3.11
			3.2. Нормирование в области обращения с отходами производства и потребления	
		4. Стратегии и способы снижения загрязнения окружающей среды на основе нормирования	4.1. Методы снижения загрязнения окружающей среды	Экзаменационные вопросы 4.1 ÷ 4.11
			4.2. Средства снижения загрязнения окружающей среды	

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию	<p>1.1 Объект и предмет нормирования.</p> <p>1.2 Вопросы нормирования качества окружающей среды в федеральных законах, постановлениях правительства и иных нормативно-правовых актах Российской Федерации.</p> <p>1.3 Система природоохранных стандартов.</p> <p>1.4 Экологический учет и контроль.</p> <p>1.6 Отчетность предприятий в области устойчивого развития.</p> <p>1.7 Государственный, ведомственный, муниципальный, общественный и производственный экологический контроль.</p> <p>1.8 Виды контроля: инспекционный, аналитический, инструментальный.</p> <p>1.9 Стадии контроля — предупредительный, текущий и последующий.</p> <p>1.10 Формы контроля — информационный и карательный.</p> <p>1.11 Структура нормирования: санитарно-гигиеническое, производственно-ресурсное, экосистемное.</p> <p>1.12 Основные механизмы нормирования: лимитирование, паспортизация, лицензирование, сертификация, платность природопользования.</p> <p>1.13 Предельно допустимая нагрузка (ПДН) на экосистему.</p> <p>1.14 Нормирование показателей качества компонентов окружающей среды: индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха (Р), индекс загрязнения воды (ИЗВ), показатель суммарного загрязнения почв (Z_C).</p>	<p>1. Законодательство и контроль в области нормирования качества окружающей среды</p> <p>2. Санитарно-гигиеническое нормирование</p> <p>3. Экологическое нормирование</p> <p>4. Стратегии и способы снижения загрязнения окружающей среды на основе нормирования</p>
2	ОПК-4	владением базовыми общепрофессиональными (общезологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей	<p>2.1 Порядок установления ПДК вредного вещества в атмосферном воздухе.</p> <p>2.2 Максимально разовая (ПДК_{м.р.}) и среднесуточная (ПДК_{с.с.}) предельно допустимая концентрации.</p> <p>2.3 Принципы раздельного нормирования загрязняющих веществ в воздухе.</p> <p>2.4 Порядок установления ПДК вредного вещества в воде хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения.</p> <p>2.5 Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества в почве.</p> <p>2.6 Нормирование вредных физических воздействий: теплового, шумового, электромагнитного, радиационного.</p>	<p>1. Законодательство и контроль в области нормирования качества окружающей среды</p> <p>2. Санитарно-гигиеническое нормирование</p> <p>3. Экологическое нормирование</p>

		среды		4. Стратегии и способы снижения загрязнения окружающей среды на основе нормирования
3	ОПК-8	владением знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, технологических систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности	<p>3.1 Классификация источников загрязнения атмосферного воздуха.</p> <p>3.2 Закономерности рассеивания выбросов в атмосфере.</p> <p>3.3 Структура и содержание проекта ПДВ.</p> <p>3.4 Инвентаризация выбросов вредных веществ.</p> <p>3.5 Установление норматива предельно допустимого выброса (ПДВ) вредного вещества: общие принципы и правила.</p> <p>3.6 Структура и содержание проекта нормативов допустимого сброса (НДС).</p> <p>3.7 Инвентаризация сбросов вредных веществ.</p> <p>3.8 Установление норматива допустимого сброса (НДС) вредных веществ: общие принципы и правила.</p> <p>3.9 Обоснование выбора контрольного створа водного объекта.</p> <p>3.10 Управление отходами как одно из важнейших направлений природопользования.</p> <p>3.11 Разработка проекта нормативов образования отходов и лимитов их размещения (ПНООЛР).</p>	<p>1. Законодательство и контроль в области нормирования качества окружающей среды</p> <p>2. Санитарно-гигиеническое нормирование</p> <p>3. Экологическое нормирование</p> <p>4. Стратегии и способы снижения загрязнения окружающей среды на основе нормирования</p>
4	ПК-3	владением навыками эксплуатации очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяй-	<p>4.1 Снижение загрязнения атмосферного воздуха: абсолютное, относительное и локальное.</p> <p>4.2 Регулирование выбросов в период неблагоприятных метеорологических условий.</p> <p>4.3 Проведение архитектурно – планировочных мероприятий.</p> <p>4.4 Устройство санитарно – защитных зон.</p> <p>4.5 Требования к санитарно-защитным зонам и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.</p> <p>4.6 Снижение теплового, шумового, электромагнитного, радиационного воздействий.</p> <p>4.7 Совершенствование технологических процессов.</p> <p>4.8 Снижение опасности мусоросжигательных заводов (МСЗ).</p> <p>4.9 Использование экологически безопасных источников энергии.</p> <p>4.10 Замена традиционных топлив на газ и десульфуризованное топливо.</p>	<p>1. Законодательство и контроль в области нормирования качества окружающей среды</p> <p>2. Санитарно-гигиеническое нормирование</p> <p>3. Экологическое нормирование</p> <p>4. Стратегии и способы</p>

		ственной деятельности	4.11 Повышение роли нетрадиционных источников энергии.	снижения загрязнения окружающей среды на основе нормирования
--	--	-----------------------	--	--

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - содержание процессов самоорганизации и самообразования и технологии их реализации, исходя из целей учебной деятельности; <p>(ОПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды; <p>(ОПК-8):</p> <ul style="list-style-type: none"> - смысл и значение базисных понятий и категорий; - сущность современных подходов к нормированию антропогенных воздействий; - принципы установления экологических нормативов; <p>методы и средства снижения загрязнения окружающей среды;</p> <p>(ПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные требования, предъявляемые к природоохранным производственным комплексам (очистным установкам, очистным сооружениям, полигонам и др.); <p>Уметь (ОК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов осуществления учебной деятельности с учетом личностных возможностей; - реализовывать личностные способности в различных видах учебной деятельности; <p>(ОПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - давать общую характеристику природного объекта и природно-промышленной системы по заданным параметрам, критериям; - определять в конкретных ситуациях проявления принципов устойчивости 	отлично	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического контролируемого материала по дисциплине отличное; – умения и навыки решения типовых задач отличные; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы отличное; – владение навыками расчета экологических нормативов отличное.
	хорошо	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического контролируемого материала по дисциплине хорошее; – умения и навыки решения типовых задач хорошие; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы хорошее; – владение навыками расчета экологических нормативов хорошее.
	удовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического контролируемого материала по дисциплине среднее; – умения и навыки решения типовых задач средние; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы среднее; – владение навыками расчета экологических нормативов среднее.
	неудовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического контролируемого материала по дисциплине ниже среднего; – умения и навыки решения типовых задач ниже среднего; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы ниже среднего; – владение навыками расчета эко-

<p>природных систем и их ассимилирующих свойств; <i>(ОПК-8):</i> - рассчитывать рассеивание в атмосфере вредных примесей, содержащихся в выбросах промышленных предприятий; - рассчитывать нормативы предельно-допустимого выброса и допустимого сброса <i>(ПК-3):</i> - пользоваться актуальными методиками оценки состояния природных систем и выработки нормативов предельно-допустимых антропогенных воздействий</p> <p>Владеть <i>(ОК-7):</i> - способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки результатов учебной деятельности; <i>(ОПК-4):</i> - способами обоснования пределов устойчивости природных систем; <i>(ОПК-8):</i> - методами поиска и обмена информацией в профессиональной сфере; - методами прогнозирования загрязнения объектов окружающей среды на основе действующих гигиенических нормативов; <i>(ПК-3):</i> навыками составления комплекса документации по нормированию антропогенных воздействий для хозяйствующих субъектов</p>		<p>логических нормативов ниже среднего.</p>
---	--	---

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды имеет важное значение в системе подготовки будущих экологов. Она знакомит обучающихся с методами и приемами нормирования, стратегиями снижения и контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Изучение дисциплины предусматривает:

- лекции,
- практические занятия;
- курсовую работу;
- самостоятельную работу;
- экзамен.

После освоения раздела «1. Правовые основы экологического нормирования и стандартизации» обучающиеся должны знать:

- объект и предмет экологического нормирования;
- вопросы нормирования качества окружающей среды в нормативно-правовых актах Российской Федерации;
- систему природоохранных стандартов;
- структуру нормирования;
- основные механизмы нормирования;
- понятие «предельно допустимая нагрузка (ПДН)» на экосистему.
Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для:
- составления общей характеристики природно-промышленной системы по заданным параметрам, критериям;
Необходимо овладеть навыками применения изученных методов в конкретных ситуациях:
- для определения принципов устойчивости природных систем и их ассимилирующих свойств.

После освоения раздела «2. Санитарно-гигиеническое нормирование» обучающиеся должны знать:

- порядок установления ПДК вредного вещества в атмосферном воздухе;
- принципы раздельного нормирования загрязняющих веществ в воздухе;
- порядок установления ПДК вредного вещества в воде хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения, почве.
Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для:
- поиска и обмена информацией в профессиональной сфере;
Необходимо овладеть навыками применения изученных методов в конкретных ситуациях:
- использовать принципы раздельного нормирования загрязняющих веществ для проведения сравнительной оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха.

После освоения раздела «3. Экологическое нормирование» обучающиеся должны знать:

- классификацию источников загрязнения атмосферного воздуха;
- закономерности рассеивания выбросов в атмосфере;
- структуру и содержание проекта ПДВ, инвентаризацию выбросов вредных веществ;
- установление норматива предельно допустимого выброса (ПДВ) вредного вещества: общие принципы и правила;
- структуру и содержание проекта нормативов допустимого сброса (НДС), инвентаризацию сбросов вредных веществ;
- установление норматива допустимого сброса (НДС) вредных веществ: общие принципы и правила;
- управление отходами как одно из важнейших направлений природопользования. Р
- структуру и содержание проекта нормативов образования отходов и лимитов их размещения (ПНООЛР).
Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для:
- расчёта норматива предельно-допустимого выброса и норматива допустимого сброса загрязняющего вещества.
Необходимо овладеть навыками применения изученных методов в конкретных ситуациях:
- использовать рассчитанные значения ПДВ и НДС для определения необходимости установки очистного оборудования.

После освоения раздела «4. Стратегии и способы снижения загрязнения окружающей среды на основе нормирования» обучающиеся должны знать:

- снижение загрязнения атмосферного воздуха: абсолютное, относительное и локальное;
- регулирование выбросов в период неблагоприятных метеорологических условий;
- проведение архитектурно – планировочных мероприятий;
- устройство санитарно – защитных зон. Требования СанПиН, предъявляемые к устройству санитарно-защитных зон, санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов;
- способы снижения теплового, шумового, электромагнитного, радиационного воздействий;
- снижение загрязнения окружающей среды путем совершенствования технологических процессов, использование экологически безопасных источников энергии, замены традиционных топлив на газ и десульфуризованное топливо, повышения роли нетрадиционных источников энергии.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для:

- прогнозирования загрязнения объектов окружающей среды на основе действующих гигиенических нормативов.

Необходимо овладеть навыками применения изученных методов в конкретных ситуациях:

- при составлении комплекта документации по нормированию антропогенных воздействий для хозяйствующих субъектов.

Самостоятельную работу целесообразно начинать с внимательного ознакомления с теоретическими сведениями, далее рекомендуется ответить на вопросы для самопроверки, приведенные в конце каждой лабораторной работы, и только после этого приступить к выполнению заданий практической работы. Студентам необходимо помнить, что большую роль в достижении ими высоких результатов играет самостоятельная учебная работа, направленная на изучение как отдельных разделов и тем дисциплины, так и на подготовку к текущим контрольным мероприятиям. Самостоятельная работа, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений, заключается в работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе материалов из литературных и электронных источников информации по заданной теме, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

В процессе проведения практических работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представлений о методах и приемах нормирования выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, стратегиями их снижения и контроля.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: повторить основные теоретические сведения по дисциплине, по каждой теме самостоятельно ответить на 2-3 вопроса, выполнить тестовые задания. Необходимо повторить практический материал, связанный с расчетами максимальной приземной концентрации загрязняющего вещества, норматива предельно-допустимого выброса, норматива допустимого сброса, зоны влияния предприятия, методами и стратегиями нормирования и снижения физических воздействий.

В процессе консультации с преподавателем обучающемуся необходимо уяснить вопросы, вызвавшие затруднение при самостоятельном изучении курса. Консультации можно получить по вопросам организации самостоятельной работы и по другим организационно-методическим вопросам.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины

Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды

1. Цель и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование у обучающихся целостного представления о методах и приемах нормирования, снижения и контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

Задачами изучения дисциплины являются обучить студентов:

- принципам нормирования выбросов и сбросов загрязняющих веществ;
- методам планирования снижения уровня загрязнения окружающей среды.

1. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебной работы, включая самостоятельную работу: лекций 17 ч., практических занятий 51 ч., самостоятельная работа 85 ч.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Правовые основы экологического нормирования и стандартизации
- 2 – Санитарно-гигиеническое нормирование
- 3 – Экологическое нормирование
- 4 – Стратегии и способы снижения загрязнения окружающей среды на основе нормирования

3. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-7 – способностью к самоорганизации и самообразованию;

ОПК-4 – владением базовыми общепрофессиональными (общеекологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды;

ОПК-8 – владением знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности;

ПК-3 – владением навыками эксплуатации очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности.

4. Вид промежуточной аттестации: КР, экзамен

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «__» _____ 20__ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОК-7 ОПК-4	способностью к самоорганизации и самообразованию владением базовыми общепрофессиональными (общеэкологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды	1. Правовые основы экологического нормирования и стандартизации	1.1. Законодательство и контроль в области нормирования качества окружающей среды	ПЗ№1, ПЗ№10, КР
			1.2. Структура и механизмы нормирования качества окружающей среды	
ОПК-8	владением знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности	2. Санитарно-гигиеническое нормирование	2.1. Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества	ПЗ№2, ПЗ№13, КР
			2.2. Предельно допустимые уровни (ПДУ) вредных физических воздействий	
ПК-3	владением навыками эксплуатации очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности	3. Экологическое нормирование	3.1. Нормирование выбросов и сбросов вредных веществ	ПЗ№4, ПЗ№5, ПЗ№6, ПЗ№7, ПЗ№8, ПЗ№9, ПЗ№10, КР
			3.2. Нормирование в области обращения с отходами производства и потребления	
		4. Стратегии способы снижения загрязнения окружающей среды на основе нормирования	4.1. Методы снижения загрязнения окружающей среды	ПЗ№11, ПЗ№12, КР
			4.2. Средства снижения загрязнения окружающей среды	

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - содержание процессов самоорганизации и самообразования и технологии их реализации, исходя из целей учебной деятельности; <p>(ОПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды; <p>(ОПК-8):</p> <ul style="list-style-type: none"> - смысл и значение базисных понятий и категорий; - сущность современных подходов к нормированию антропогенных воздействий; - принципы установления экологических нормативов; <p>методы и средства снижения загрязнения окружающей среды;</p> <p>(ПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные требования, предъявляемые к природоохранным производственным комплексам (очистным установкам, очистным сооружениям, полигонам и др.); <p>Уметь (ОК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов осуществления учебной деятельности с учетом личностных возможностей; - реализовывать личностные способности в различных видах учебной деятельности; <p>(ОПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - давать общую характеристику природного объекта и природно-промышленной системы по заданным параметрам, критериям; - определять в конкретных ситуациях проявления принципов устойчивости природных систем и их ассимилирующих свойств; <p>(ОПК-8):</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать рассеивание в атмосфере вредных примесей, содержащихся в выбросах промышленных предприятий; - рассчитывать нормативы предельно-допустимого выброса и допустимого сброса <p>(ПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> - пользоваться актуальными методиками оценки состояния природных систем и разработки нормативов предельно-допустимых антропогенных воздействий 	отлично	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического и практического контролируемого материала отличное; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы отличное; – владение элементарными навыками проведения простейшего химического эксперимента отличное.
	хорошо	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического и практического контролируемого материала хорошее; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы хорошее; – владение элементарными навыками проведения простейшего химического эксперимента хорошее.
	удовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического и практического контролируемого материала среднее; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы среднее; – владение элементарными навыками проведения простейшего химического эксперимента среднее.
	неудовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> – знание теоретического и практического контролируемого ниже среднего; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы ниже среднего; – владение элементарными навыками проведения простейшего химического эксперимента ниже среднего.

<p>Владеть (ОК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки результатов учебной деятельности; <p>(ОПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - способами обоснования пределов устойчивости природных систем; <p>(ОПК-8):</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами поиска и обмена информацией в профессиональной сфере; - методами прогнозирования загрязнения объектов окружающей среды на основе действующих гигиенических нормативов; <p>(ПК-3):</p> <p>навыками составления комплекса документации по нормированию антропогенных воздействий для хозяйствующих субъектов</p> <p>– ментов.</p>		
--	--	--

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование от «11» августа 2016 г. № 998

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «16» октября 2016 г. №684

Программу составила:

Варданян Маргарит Андраниковна, доцент, канд.тех.наук, доцент

_____ (подпись)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ЭБЖиХ от «_____» декабря 2018 г., протокол №__

Заведующий кафедрой ЭБЖиХ _____

М.Р. Ерофеева

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой ЭБЖиХ _____

М.Р. Ерофеева

Директор библиотеки _____

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЕН факультета от «_____» декабря 2018 г., протокол №__

Председатель методической комиссии ЕНФ _____

М.А. Варданян

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления _____

Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____

(методический отдел)