

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра экологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«22» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.03 Экологический мониторинг

Направление подготовки/специальность: 05.03.06 - Экология и природопользование

Профиль/направленность/специализация: Геоэкология

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2023

Тамбов, 2023

Автор программы:

Кандидат химических наук, доцент Рязанов Алексей Владимирович

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 - Экология и природопользование (уровень бакалавриата) (приказ Министерства науки и высшего образования РФ от «07» августа 2020 г. № 894).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры экологии и природопользования «19» июня 2023 г. Протокол № 12

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «22» июня 2023 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Бакалавриата.....	4
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	12
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	86
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	87
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	90

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-3 Способен осуществлять оформление и ведение природоохранной документации, реализовывать системы и методы, предназначенные для контроля и прогнозирования состояния окружающей среды

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- проектно-производственный

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: Сфера инженерно-экологических изысканий, Сфера мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, Сфера нормирования в области охраны окружающей среды, Сфера охраны окружающей среды, Сфера оценки воздействия на окружающую среду и экологической экспертизы, Сфера управления природопользованием

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-3 Способен осуществлять оформление и ведение природоохранной документации, реализовывать системы и методы, предназначенные для контроля и прогнозирования состояния окружающей среды	Способен реализовывать системы и методы, предназначенные для контроля и прогнозирования состояния окружающей среды

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-3 Способен осуществлять оформление и ведение природоохранной документации, реализовывать системы и методы, предназначенные для контроля и прогнозирования состояния окружающей среды

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очная (семестр)		
		6	7	8
1	Нормирование и методы контроля качества окружающей среды	+	+	
2	Преддипломная практика			+

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Экологический мониторинг» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 05.03.06 - Экология и природопользование.

Дисциплина «Экологический мониторинг» изучается в 7 семестре.

3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 3 з.е.

Очная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	108
Контактная работа	64
Лекции (Лекции)	32
Практические (Практ. раб.)	32
Самостоятельная работа (СР)	44
Зачет	-

3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
7 семестр					
1	Понятие мониторинга. Задачи и структура.	4	-	4	Практическая работа
2	Национальная система мониторинга. Единая государственная система экологического мониторинга. Структура единого экологического мониторинга.	4	-	4	Практическая работа
3	Глобальная система мониторинга. Фоновый мониторинг загрязнения окружающей среды.	4	-	4	Практическая работа

4	Биомониторинг. Биоиндикация. Формы биоиндикации.	4	-	4	Тестирование; Практическая работа
5	Социально-экологический мониторинг.	4	-	3	Практическая работа
6	Математическое моделирование в экологическом мониторинге.	6	-	4	Практическая работа
7	Эколого-геофизический мониторинг окружающей среды. Геофизический мониторинг экологически опасных природных процессов.	6	-	3	Тестирование; Практическая работа
8	Расчеты в условиях взаимного влияния загрязнителей.	-	4	3	Практическая работа
9	Расчет максимального значения приземной концентрации экотоксиканта в условиях выброса газовоздушной смеси из одинокного точечного источника с круглым устьем.	-	4	3	Практическая работа
10	Оценка максимальной суммарной концентрации экотоксикантов от N близко расположенных источников	-	4	3	Практическая работа
11	Оценка величин предельно допустимых выбросов	-	6	3	Практическая работа
12	Расчет рассеивания нагретых выбросов вредных веществ в атмосфере	-	6	3	Практическая работа

13	Расчет рассеивания холодных выбросов вредных веществ в атмосфере.	-	8	3	Практическая работа
----	---	---	---	---	---------------------

Тема 1. Понятие мониторинга. Задачи и структура. (ПК-3)

Лекция.

Условия успешной реализации экологической политики Достоверная, полная и своевременная информация о состоянии окружающей среды, Причинах и последствиях неблагоприятных, и чрезвычайных экологических ситуаций. Экологический мониторинг как средство для сбора, хранения и отображения информации, являющейся основой для выработки экологически безопасных и экономически эффективных решений. Назначение системы мониторинг. Получения информации, охватывающей весь комплекс процессов и явлений, наблюдающихся в пределах исследуемого объекта и соседствующего с ним пространства. Составления, корректировка и уточнения прогнозов развития различных процессов, представляющих собой потенциальную экологическую опасность. Задачи мониторинга. Уровень, степень сложности, принадлежность организуемой системы наблюдений. Мониторинг окружающей среды причины сложности структуры. Многоуровневая и многокомпонентная система наблюдений.

Задания для самостоятельной работы.

1. Разработка теории мониторинга в нашей стране и за рубежом.
2. Многоуровневая система мониторинга.
3. Виды мониторинга.

Тема 2. Национальная система мониторинга. Единая государственная система экологического мониторинга. Структура единого экологического мониторинга. (ПК-3)

Лекция.

Наблюдение за уровнем загрязнения окружающей среды в РФ. Общегосударственная служба, организованная на базе наблюдательных, оперативных и научных органов Госкомприроды, Росгидрометцентра, Министерства здравоохранения и социального развития, сельскохозяйственных и ряда других ведомств. Функции национальной системы мониторинга. Основные задачи национальной системы мониторинга. Наблюдение и контроль за уровнем загрязнения, распределением загрязняющих компонентов во времени и пространстве, выявление источников выбросов. Обеспечение заинтересованных организаций систематической и экстренной информацией об изменении уровня загрязнения, а так же прогнозами и предупреждениями о возможных изменениях этих уровней. Материалы для осуществления мероприятий по защите окружающей природной среды. Материалы для проектирования и размещения крупных промышленных предприятий. Принцип построения национальной системы мониторинга. Уровни в структуре национальной системы мониторинга. Станции наблюдения. Территориальные и региональные центры, обобщающие и анализирующие материалы, а так же составляющие местные прогнозы. Головные организации, разрабатывающие прогнозы и определяющие состояние окружающей среды национальном и глобальном масштабах. Формирование Единой Государственной Системы Экологического Мониторинга (ЕГСЭМ). Основные компоненты ЕГСЭМ. Мониторинг источников антропогенного воздействия на окружающую среду. Мониторинг загрязнения абиотического компонента окружающей природной среды. Мониторинг биотической компоненты окружающей природной среды. Социально-гигиенический мониторинг. Обеспечение создания и функционирования экологических информационных систем. Технологии единого экологического мониторинга (ЕЭМ). Разработка и использование средств, систем и методов наблюдений, оценки и выработки рекомендаций и управляющего воздействия в природно-техногенной сфере, Комплексность экологических проблем, их многоаспектность, теснейшая связь с ключевыми отраслями экономики, обороны и обеспечения защиты здоровья и благополучия населения. Причины трудностей формирования и функционирования ЕГСЭМ Становление национальной системы экологического мониторинга. Тесная связь с развитием системы мониторинга на локальном и региональном уровнях, с подсистемами глобального и фоновый мониторинга.

Задания для самостоятельной работы.

1. Подходы к созданию национальной системы мониторинга.
2. Критерии оценки состояния окружающей среды, используемые в системе национального мониторинга.
3. Структура системы национального мониторинга
4. Направления деятельности единой государственной системы экологического мониторинга.
5. Функции органов федеральной исполнительной власти входящих в систему экологического мониторинга.
6. Единый экологический мониторинг.
7. Использование геоинформационных систем в системе единого экологического мониторинга.

Тема 3. Глобальная система мониторинга. Фоновый мониторинг загрязнения окружающей среды. (ПК-3)

Лекция.

Глобальная система мониторинга Фоновый мониторинг. Стокгольмской конференция ООН по окружающей среде в 1972 г. Программа фоновых наблюдений. Наблюдения охватывающие характер, состав, круговорот и миграцию загрязняющих веществ. Наблюдения охватывающие геофизические и физико-географические данные о состоянии среды. Наблюдения за реакцией биоты на уровне отдельных популяций, экосистем и биосферы в целом. Оптимальная программа фоновых наблюдений атмосферы. Базовые и региональные станции фонового мониторинга. Требования к их размещению, количеству и функционированию. Фоновый мониторинг как часть глобального и регионального мониторинга Цель фонового мониторинга окружающей среды. Проведение долговременных систематических наблюдений за уровнем содержания загрязняющих веществ во всех объектах окружающей среды в районах, которые находятся на значительном расстоянии от источников вредных выбросов. Выявление глобальных тенденции в изменениях, происходящих в биосфере на фоновом уровне загрязнений при антропогенном воздействии. Фоновый мониторинг районов предполагаемого строительства промышленных и энергетических предприятий, геологической разведки и последующей добычи полезных ископаемых. Формирование фонового загрязнения окружающей среды. Природные и антропогенные источники загрязняющих веществ. Выветривание, выщелачивание и вынос морской соли с поверхности Мирового океана, извержения вулканов. Антропогенные источники загрязняющих веществ. Промышленность, энергетика, транспорт, сельское хозяйство. Ускоряет процесса переноса различных химических элементов из литосферы в атмосферу и гидросферу в результате антропогенной деятельности. Поступление в окружающую среду не характерных для нее соединений.

Задания для самостоятельной работы.

1. Структура глобальной системы мониторинга.
2. Подсистемы, входящие в ее состав.
3. Цели и задачи глобальной системы мониторинга, направления развития.
4. Параметры окружающей среды, контролируемые системой фонового мониторинга.
5. Формирование фонового загрязнения и факторы, влияющие на него.
6. Формирование фонового загрязнения биосферы.
7. Методы фонового мониторинга. Фоновое загрязнение Российской Федерации.

Тема 4. Биомониторинг. Биоиндикация. Формы биоиндикации. (ПК-3)

Лекция.

Биомониторинг как составная часть экологического мониторинга. Задачи биомониторинга. Система биомониторинга водной среды. Классификатор качества вод Используемый Росгидрометом. Биоиндикация как оценка состояния среды с помощью живых объектов. Уровни биоиндикации, оценка абиотических и биотических факторов.

Случаи незаменимости биоиндикации. Фактор не может быть измерен. Фактор трудно измерить. Фактор легко измерить, но трудно интерпретировать. Сопоставление биоиндикации с физическими и химическими методами оценки качества окружающей среды. Актуальность биоиндикации. Простота, скорость и дешевизна определения качества среды.

Задания для самостоятельной работы.

1. Особенности биомониторинга как части системы экологического мониторинга.
2. Критерии качества окружающей среды, контролируемые с помощью биомонитора.
3. Критерии необходимости применения биоиндикационных методов.
4. Критерии выбора и типы биондикаторов.

Тема 5. Социально-экологический мониторинг. (ПК-3)

Лекция.

Основные этапы эволюции понимания функции экологического мониторинга. Концепция всеобщей очистки - обеспечение системы управления более высокого уровня иерархии информацией о локализации загрязнений и их характеристиках. Концепция тотального управления добавление к функциям мониторинга задач контроля за текущим состоянием окружающей среды и загрязнителей. Концепция экологической безопасности резкое расширение номенклатуры параметров мониторинга, включение в общую систему экологического мониторинга принципиально новых компонент социально-гигиенического мониторинга и др., подготовка к развертыванию дополнительных компонент, например, социально-экологического мониторинга. Концепция устойчивого развития - обеспечение использования результатов мониторинга для формирования текущих целей и задач управления и совершенствования самой структуры системы экологического мониторинга;

Методическое обеспечение социально-экологического мониторинга. Совокупность методик сбора, обработки и анализа первичной социологической информации. Общественное мнение по экологической проблематике в целом. Лидеры общественного мнения. Социальные процессы, испытывающие влияние экологических факторов. Социальные процессы в генеральной совокупности, способные повлиять на экологическую ситуацию (прямо или косвенно).

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Основные методики, применяемые при проведении социально-экологического мониторинга.
- 2 Факторы, влияющие на достоверность социально-экологического мониторинга.
- 3 Первоочередные мероприятия по созданию системы социально-экологического мониторинга в РФ

Тема 6. Математическое моделирование в экологическом мониторинге. (ПК-3)

Лекция.

Математические модели загрязнения воздуха, воды и почвы. Прогноз и экономическая оценка возможных последствий загрязнений на основе методов математического моделирования. Разработка на основе математических моделей систем контроля и управления загрязнениями. Разработк научно обоснованных методов долгосрочного планирования мероприятий, направленных на сокращение выбросов вредных веществ.

Первоначальный этап моделирования. Сбор сведений об изучаемом явлении. Пассивный банк данных и сценарии. Формирование допущений об изучаемом явлении на языке математики. Активный банк данных. Проверка модели. Типы выводов. Модификация модели. Циклический процесс моделирования. Типы математических моделей. Детерминированные и вероятностные. Прескриптивные и дескриптивные. Примеры моделей описывающих загрязнение атмосферы, гидросферы и литосферы.

Задания для самостоятельной работы.

1. Этапы и типы моделей применяемых при проведении мониторинговых исследований.
2. Условия, влияющие на дисперсию газов в атмосфере.
3. Особенности моделирование загрязнения водной среды органическими отходами.
4. Основные трудности, возникающие при моделировании загрязнения почвы при разливах углеводородах.

Тема 7. Эколого-геофизический мониторинг окружающей среды. Геофизический мониторинг экологически опасных природных процессов. (ПК-3)

Лекция.

Эколого-геофизический мониторинг как многофакторная и многосвязная структуру геофизических наблюдений за изменениями окружающей среды, влияющими на состояние биоты и здоровье человека и обусловленными действием внешних по отношению к Земле и внутренних природных сил, а также взаимодействием природных, природно-технических и технических систем.

Объекты изучения. Геофизические параметры среды (температура, барическое давление, сейсмичность и т.д) Получение данных о физическом загрязнении литосферы, гидросферы и атмосферы, Мониторинг геологических и техногенных процессов, влияющих на условия жизни и функционирование различных объектов техносферы. Использование данных геологических, гидрогеологических, климатических, геохимических, экологических и других исследований. Кратковременные и долгосрочные прогнозы эволюции геоэкологической обстановки, а также разрабатываемых социальных и экономических программ. Получаемая информация может оказаться полезной и при оценке внезапных

Задания для самостоятельной работы.

1. Понятие и принципы организации эколого-геофизического мониторинга.
2. Принципы организации эколого-геофизического мониторинга.
3. Наблюдательная сеть и техническое оснащение эколого-геофизического мониторинга.
4. Методы сбора, анализа, обработки и представления данных в системе эколого-геофизического мониторинга.

Тема 8. Расчеты в условиях взаимного влияния загрязнителей. (ПК-3)

Практическое занятие.

В ходе выполнения работы учащимися должны быть произведен расчет значения приведенной предельно-допустимой концентрации в условиях взаимного влияния загрязняющих веществ. Рассмотрены случаи синергетического и антагонистического взаимодействия, а также случай антагонизма.

Тема 9. Расчет максимального значения приземной концентрации экотоксиканта в условиях выброса газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем. (ПК-3)

Практическое занятие.

В ходе выполнения работы обучающимися должен быть произведен расчет максимальной приземной концентрации загрязнителей, выделяющихся из одиночного точечного источника, расстояния от источника выброса соответствующего образованию максимальной приземной концентрации, соответствующей опасной скорости ветра об различного происхождения в зависимости от атмосферных условий и рельефа местности, по ниже предложенной методике.

Тема 10. Оценка максимальной суммарной концентрации экотоксикантов от N близко расположенных источников (ПК-3)

Практическое занятие.

В ходе выполнения работы обучающимися должен быть произведен расчет максимальной приземной концентрации загрязнителей, выделяющихся из группы источников, расстояния от источника выброса соответствующего образованию максимальной приземной концентрации, соответствующей опасной скорости ветра об различного происхождения в зависимости от атмосферных условий и рельефа местности, по ниже предложенной методике.

Тема 11. Оценка величин предельно допустимых выбросов (ПК-3)

Практическое занятие.

В ходе выполнения работы учащимися должен быть произведен расчет величины предельно-допустимого выброса из одиночного источника. Произведено сопоставление данного параметра рассчитанного с использованием величин предельно-допустимых концентраций, установленных для воздуха рабочей зоны, а также величин предельно-допустимых концентраций, установленных для воздуха населенных мест.

Тема 12. Расчет рассеивания нагретых выбросов вредных веществ в атмосфере (ПК-3)

Практическое занятие.

В ходе выполнения работы учащимися должен быть произведен расчет рассеивания нагретого выброса вредного вещества из высокого одиночного источника с круглым устьем (труба) в атмосфере. Оценена величина предельно допустимого выброса вредного вещества в атмосферу (ПДВ, г/с), при котором его максимальная концентрация в приземном слое воздуха не превышает ПДКм.р., а также минимальная высота H_{\min} источника выброса для рассеивания выбросов через одиночный источник, при которой максимальная концентрация вредного вещества в приземном слое не превышает ПДКм.р

Тема 13. Расчет рассеивания холодных выбросов вредных веществ в атмосфере. (ПК-3)

Практическое занятие.

В ходе выполнения работы учащимися должен быть произведен расчет рассеивания холодного выброса вредного вещества из высокого одиночного источника с круглым устьем (труба) в атмосфере. Оценена величина предельно допустимого выброса вредного вещества в атмосферу (ПДВ, г/с), при котором его максимальная концентрация в приземном слое воздуха не превышает ПДК м.р., а также минимальная высота H_{\min} источника выброса для рассеивания выбросов через одиночный источник, при которой максимальная концентрация вредного вещества в приземном слое не превышает ПДКм.р.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

7 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 70 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 5 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки

1.	Понятие мониторинга. Задачи и структура.	Практическая работа	4	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>3 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>2 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>
2.	Национальная система мониторинга. Единая государственная система экологического мониторинга. Структура единого экологического мониторинга.	Практическая работа	4	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>3 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>2 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>

3.	Глобальная система мониторинга. Фоновый мониторинг загрязнения окружающей среды.	Практическая работа	4	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>3 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>2 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>
4.	Биомониторинг . Биоиндикация. Формы биоиндикации.	Тестирование(контрольный срез)	10	<p>10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>7 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>4 балла – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>
		Практическая работа	4	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>3 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>2 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>

5.	Социально-экологический мониторинг.	Практическая работа	4	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>3 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>2 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>
6.	Математическое моделирование в экологическом мониторинге.	Практическая работа	4	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>3 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>2 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>
7.	Эколого-геофизический мониторинг окружающей среды. Геофизический	Тестирование(контрольный срез)	10	<p>10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>7 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>4 балла – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>

	мониторинг экологически опасных природных процессов.	Практическая работа	4	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>3 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>2 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>
8.	Расчеты в условиях взаимного влияния загрязнителей.	Практическая работа	6	В зависимости от количества выполненных заданий и качества решения, обучающийся получает от 0 до 6 баллов
9.	Расчет максимального значения приземной концентрации экотоксиканта в условиях выброса газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем.	Практическая работа	8	В зависимости от количества выполненных заданий и качества решения, обучающийся получает от 0 до 8 баллов
10.	Оценка максимальной суммарной концентрации экотоксикантов от N близко расположенных источников	Практическая работа	6	В зависимости от количества выполненных заданий и качества решения, обучающийся получает от 0 до 6 баллов
11.	Оценка величин предельно допустимых выбросов	Практическая работа	6	В зависимости от количества выполненных заданий и качества решения, обучающийся получает от 0 до 6 баллов

12.	Расчет рассеивания нагретых выбросов вредных веществ в атмосфере	Практическая работа	8	В зависимости от количества выполненных заданий и качества решения, обучающийся получает от 0 до 8 баллов
13.	Расчет рассеивания холодных выбросов вредных веществ в атмосфере.	Практическая работа	8	В зависимости от количества выполненных заданий и качества решения, обучающийся получает от 0 до 8 баллов
14.	Посещаемость		10	10 баллов – студент посетил все 100% занятий 8 баллов – студент посетил не менее 80% занятий 6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий 4 балла – студент посетил не менее 25% занятий Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются
15.	Премияльные баллы		5	Добавляются за результативное участие в проектах, олимпиадах, выставках, конференциях и другие формы активности в процессе изучения дисциплины.
16.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Практическая работа

Тема 1. Понятие мониторинга. Задачи и структура.

1. Разработка теории мониторинга в нашей стране и за рубежом.
2. Многоуровневая система мониторинга.
3. Виды мониторинга.

Тема 2. Национальная система мониторинга. Единая государственная система экологического мониторинга. Структура единого экологического мониторинга.

1. Направления деятельности единой государственной системы экологического мониторинга.
2. Функции органов федеральной исполнительной власти входящих в систему экологического мониторинга.
3. Единый экологический мониторинг.
4. Использование геоинформационных систем в системе единого экологического мониторинга.

Тема 3. Глобальная система мониторинга. Фоновый мониторинг загрязнения окружающей среды.

1. Структура глобальной системы мониторинга.
2. Подсистемы, входящие в ее состав.
3. Цели и задачи глобальной системы мониторинга, направления развития.

Тема 4. Биомониторинг. Биоиндикация. Формы биоиндикации.

1. Подходы к созданию национальной системы мониторинга.
2. Критерии оценки состояния окружающей среды, используемые в системе национального мониторинга.
3. Структура системы национального мониторинга

Тема 5. Социально-экологический мониторинг.

1. Параметры окружающей среды, контролируемые системой фоновых мониторинга.
2. Формирование фоновых загрязнений и факторы, влияющие на него.
3. Формирование фоновых загрязнений биосферы.
4. Методы фоновых мониторинга. Фоновое загрязнение Российской Федерации.

Тема 6. Математическое моделирование в экологическом мониторинге.

- 1 Основные методики, применяемые при проведении социально-экологического мониторинга.
- 2 Факторы, влияющие на достоверность социально-экологического мониторинга.
- 3 Первоочередные мероприятия по созданию системы социально-экологического мониторинга в РФ

Тема 7. Эколого-геофизический мониторинг окружающей среды. Геофизический мониторинг экологически опасных природных процессов.

1. Этапы и типы моделей применяемых при проведении мониторинговых исследований.
2. Условия, влияющие на дисперсию газов в атмосфере.
3. Особенности моделирования загрязнения водной среды органическими отходами.
4. Основные трудности, возникающие при моделировании загрязнения почвы при разливах углеводородах.

Тема 8. Расчеты в условиях взаимного влияния загрязнителей.

Расчет величин временно-допустимой концентрации с помощью эмпирических уравнений

Подход к оценке экологической обстановки посредством сопоставления фактических и предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязнителей является в настоящее время единственным научно-обоснованным. Однако его использование сопряжено с целым рядом недостатков.

Во-первых, как правило, не учитывается, что величины, лежащие в основе ПДК, не являются биофизическими константами. Доказательством этому служит факт значительного различия величин ПДК веществ, принятых в разных странах, причем такие различия достигают порой 10 и более раз. Обусловлено это тем, что государственные стандарты различных стран по-разному ужесточают экспериментально получаемые величины. В целом такое ужесточение необходимо, т.к. ПДК получают в экспериментах на животных (мыши, крысы, кролики), и экстраполируют на человека.

Во-вторых, недостаток такого подхода связан с тем, что экспериментальная оценка ПДК – очень дорогостоящее и длительное мероприятие. Поэтому величины предельно-допустимых концентраций известны для сравнительно небольшого числа веществ.

Поэтому разработан ряд методов оценки критериальных величин, которые называются временно-допустимыми концентрациями (ВДК).

Они утверждаются на определенный срок, а затем либо переутверждаются, либо экспериментально определяются ПДК.

Для расчета ВДК существует несколько подходов с использованием эмпирических формул.

Формулы для расчета ВДК химических соединений в воздушной среде рабочей зоны выведены методом регрессионного анализа. В этих формулах наряду с данными, характеризующими острую токсичность, использованы значения молекулярных масс загрязняющих веществ.

$$\lg \text{ВДК}_{\text{р.з.}} = 0,91 \lg \text{ЛК50} - 2,7 + \lg M$$

$$\lg \text{ВДК}_{\text{р.з.}} = 1,53 \lg \text{ЛД50} - 5,7 + \lg M$$

Более точными можно считать эмпирические формулы, разработанные для расчета ВДК веществ, относящихся к определенным классам химических соединений.

Среднесуточные временно-допустимые концентрации (общие формулы для всех известных классов химических соединений):

$$\lg \text{ВДКс.с.} = 0,62 \lg \text{ПДКр.з.} - 1,77$$

$$\lg \text{ВДКс.с.} = 0,58 \lg \text{ЛК50} - 1,6$$

ЛК50 – летальная концентрация вещества, вызывающая при вдыхании (мыши – 2 часа, крысы – 4 часа) гибель 50% экспериментальных животных.

ЛД50 – летальная доза вещества, вызывающая при введении в организм гибель 50% экспериментальных животных.

М – Молярная масса рассматриваемого вещества.

При расчетах подставляют и получают из них величины в следующих размерностях: [ЛК50] – ммоль/л, [ЛД50] – ммоль/кг, [ВДКр.з.] – мг/м³.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать временно допустимую концентрацию первичного алифатического амина в воздухе рабочей зоны, если массовая доля азота в его молекуле равна 31,11%, а концентрация, вызывающая летальный исход у 50% экспериментальных животных, равна 675 мг/л.

Временно-допустимая концентрация двухатомного предельного алифатического спирта в воздухе рабочей зоны равна 0,01 мг/м³. Найти ЛД50 спирта, если массовая доля кислорода в молекуле спирта равна 51,6%.

Рассчитать летальную дозу этанола используя вместо значения ВДКр.з. значение ПДКр.з (1000 мг/м³).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Расчет величин временно-допустимой концентрации с помощью эмпирических уравнений

Для расчета ВДКр.з.. применяют формулу:

J_i – величина биологической активности i –той химической связи реализуемой в рассматриваемом индивидуальном химическом соединении.

– суммарная биологическая активность всех связей в рассматриваемом индивидуальном соединении

[ВДКр.з.] – мг/м³, [М] – г/моль.

Эмпирические величины J_i разных связей, как функции их типа приведены в таблице.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать величину ВДКр.з. октановой кислоты, используя значения биологической активности химических связей.

Рассчитать величину биологической активности химической связи между углеродными атомами бензольного кольца и метильного радикала в толуоле, приняв его ВДК равной 50 мг/м³. Биологическую активность связи углерод-углерод в бензольном ядре рассчитать, приняв его ВДК равным ПДК (5 мг/м³).

Используя величины биологической активности химических связей найти отношение ВДК_{кр.з.} циклоаминобутана и циклоаминогексана.

Расчет максимального значения приземной концентрации экотоксиканта в условиях выброса газовойоздушной смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя СМ (мг/м³) в условиях выброса газовойоздушной смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем, достигаемое на расстоянии хМ, определяется по формуле

$$C_M = \frac{A \cdot M}{F \cdot m \cdot n \cdot H \cdot h \cdot V_1 \cdot \Delta T} \quad (6)$$

А - коэффициент, зависящий от температурной сертификации атмосферы, $[A] = c_{2/3} \times \text{мг} \times ^\circ\text{C}^{1/3} \times \text{г}^{-1}$;

М - масса экотоксиканта, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, $[M] = \text{г/с}$;

F - коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовойоздушной смеси из устья источника выброса;

H - высота источника выброса над уровнем Земли, $[H] = \text{м}$ (для наземных источников H принимается равной 2 м);

h - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в случае ровной или слабопересеченной местности, с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $h = 1$);

V₁ - расход газовойоздушной смеси, $[V_1] = \text{м}^3/\text{с}$;

ΔT, °C - разность между температурой выбрасываемой газовойоздушной смеси T_г и температурой окружающего воздуха T_в.

Значение коэффициента h устанавливается на основании рельефа местности в радиусе до 50 высот наиболее высокого из размещаемой на промышленной площадке источника, но не менее 2 км.

Если в окрестности рассматриваемого источника выбросов (предприятия) можно выделить отдельные изолированные препятствия, вытянутые в одном направлении (гряда, гребень, ложбина, уступ), то поправочный коэффициент на рельеф h рассчитывается по формуле:

$$h = 1 + j_1(h_m - 1) \quad (7)$$

где h_m определяется по таблице (таблица 5) в зависимости от форм рельефа, сечения которых представлены на рис 6, и безразмерных величин $n_1 = H/h_0$ и $n_2 = a_0/h_0$ (n_1 определяется с точностью до десятых, n_2 – с точностью до целых) (H – высота источника, h₀ – высота (глубина) препятствия, a₀ – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа).

Значение функции j₁ определяется в зависимости от отношения x_0/a_0 (x₀ – расстояние от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки склона в случае уступа до источника) по графикам (рис. 6), соответствующим различным формам рельефа. Если источник расположен на верхнем плато уступа, то в качестве аргумента функции j₁ вместо x_0/a_0 принимается - x₀/a₀.

Связь величины коэффициента h_m с n₁ и n₂

n₁

ложбина (впадина)

уступ

гряда (холм)

n2

4-5

6-9

10-15

16-20

4-5

6-9

10-15

16-20

4-5

6-9

10-15

16-20

<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

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

>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

Если препятствия представляют собой гряды (ложбины), вытянутые в одном направлении, значения h_0 и a_0 рассчитываются для поперечного сечения, перпендикулярного этому направлению. Если изолированное препятствие представляет собой отдельный холм (впадину), то h_0 выбирается соответствующим максимальной (минимальной) отметке препятствия, а p_2 – максимальной крутизне склона, обращенного к источнику.

Учет влияния рельефа местности при определении расстояния, где достигается максимум приземной концентрации, осуществляется путем умножения коэффициента d в формуле на отношение .

Расход газовойоздушной смеси V_1 вычисляется по формуле:

$$, \quad (8)$$

где D (м) - диаметр устья источника выброса;

w_0 (м/с) - средняя скорость выхода газовойоздушной смеси из устья источника выброса.

Рис. 6. График для определения значения функции j_1 при различных видах препятствия при рассеянии экотоксикантов:

x_0 – расстояние до источника от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки в случае уступа; a_0 – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа; h_0 – высота (глубина) препятствия.

Значение коэффициента A , соответствующего неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация загрязнителей в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным по местностям:

250 – Республика Бурятия и Читинская область;

200 - европейская территория Российской Федерации южнее 50° с.ш., а также для остальных районов Нижнего Поволжья, Северного Кавказа, Дальнего Востока и районов Сибири;

180 - для европейской территории Российской Федерации и Урала от 50 до 52° с.ш.;

160 - для европейской территории России и Урала севернее 52° с.ш.;

140 - для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской и Ивановской областей.

При определении $DT, ^\circ C$, следует принимать температуру атмосферного воздуха T_v , равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовойоздушной смеси T_g - по действующим для данного производства техническим нормативам.

Значения безразмерного коэффициента F принимаются:

A. Для газообразных экотоксикантов и мелкодисперсных аэрозолей (пыль, зола и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) $F = 1$;

Б. Для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в пункте А) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % $F = 2$; при коэффициенте очистки 75-90 % $F = 2,5$; менее 75 % и при отсутствии очистки $F = 3$.

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f , ξ и $f_{\text{е}}$.

$$; \quad (9) \quad ; \quad (11)$$

$$; \quad (10) \quad . \quad (12)$$

Коэффициент m рассчитывается в зависимости от величины f по формулам:

$$\text{при } f < 100; \quad (13)$$

$$\text{при } f \geq 100. \quad (14)$$

Для $f_{\text{е}} < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_{\text{е}}$.

Безразмерный коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от ξ по формулам:

$$n = 1 \text{ при } \xi \leq 2, \quad (15)$$

$$\text{при } 0,5 < \xi < 2, \quad (16)$$

$$n = 4,4 \text{ при } \xi > 2. \quad (17)$$

При $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ коэффициент n вычисляется по формулам (5.10) – (5.12) при $\xi = 1$.

При расчете СМ при $f \geq 100$ (или $DT \gg 0$) и (холодные выбросы) используется выражение:

$$, \quad (18)$$

где

$$, \quad (19)$$

причем n определяется по формулам (15) – (17) при $\xi = 1$.

При $f < 100$ и $\xi \leq 2$ или $f \geq 100$ и $\xi > 2$ расчет СМ производится по формуле:

$$, \quad (20)$$

где

$$m' = 2,68m \text{ при } f < 100, \xi < 0,5; \quad (21)$$

$$m' = 0,9 \text{ при } f \geq 100, \xi < 0,5. \quad (22)$$

Расстояние x_M (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация загрязнителя C при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_M , определяется по формуле

$$, \quad (23)$$

где d - безразмерная величина.

При $f < 100$ коэффициент d находится по формулам:

$$\text{при } \xi \leq 0,5, \quad (24)$$

$$\text{при } 0,5 < \xi < 2, \quad (25)$$

$$\text{при } \xi > 2. \quad (26)$$

Значение d при $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ находится из зависимостей:

$$d = 5,7 \text{ при } \xi \leq 0,5, \quad (27)$$

$$d = 11,4 \text{ при } 0,5 < \xi < 2, \quad (28)$$

$$d = \text{при } \xi > 2. \quad (29)$$

Значение опасной скорости ветра u_M (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации экотоксиканта C_M , определяется с помощью следующих зависимостей:

если $f < 100$, то

$$u_M = 0,5 \text{ при } \xi \leq 0,5; \quad (30)$$

$$u_M = \text{при } 0,5 < \xi < 2; \quad (31)$$

$$u_M = \text{при } \xi > 2; \quad (32)$$

если $f \geq 100$ или $DT \gg 0$, тогда

$$u_M = 0,5 \text{ при } \xi \leq 0,5; \quad (33)$$

$$u_M = \text{при } 0,5 < \xi < 2; \quad (34)$$

$$uM = 2,2 \text{ при } u > 2. \quad (35)$$

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя СМУ при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u , отличающейся от опасной скорости ветра uM , определяется по формуле:

$$CMU = rCM, \quad (36)$$

где r – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения u/uM :

$$r = 0,67(u/uM) + 1,67(u/uM)^2 - 1,34(u/uM)^3 \text{ при } u/uM \leq 1; \quad (37)$$

$$\text{при } u/uM > 1. \quad (38)$$

При проведении расчетов не используются значения скорости ветра $u < 0,5$ м/с.

Расстояние от источника выброса xMU , на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация экотоксиканта достигнет максимального значения CM , определяется по формуле:

$$xMU = \rho \cdot xM, \quad (39)$$

ρ – безразмерный коэффициент, рассчитываемый в зависимости от отношения u/uM :

$$\rho = 3 \text{ при } u/uM \leq 0,25; \quad (40)$$

$$\rho = 8,43(1 - u/uM)^5 + 1 \text{ при } 0,25 < u/uM \leq 1; \quad (41)$$

$$\rho = 0,32u/uM + 0,68 \text{ при } u/uM > 1. \quad (42)$$

Значение приземной концентрации экотоксикантов в атмосфере Cy (мг/м³) на расстоянии y (м) по перпендикуляру к оси факела выброса находится по формуле

$$Cy = sC, \quad (43)$$

где C – концентрация токсиканта в факеле;

s – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра u (м/с) и отношения y/x по значению аргумента ty :

$$, \quad (44)$$

$$\text{при } u \leq 5 \text{ м/с}; \quad (45)$$

$$\text{при } u > 5 \text{ м/с}; \quad (46)$$

x – расстояние от источника выброса.

Оценка максимальной суммарной концентрации экотоксикантов от N расположенных близко источников

Величина максимальной суммарной концентрации CM (мг/м³) от N расположенных на площадке близко друг к другу одиночных источников, имеющих равные значения высоты, диаметра устья, скорости выхода в атмосферу и температуры газовой смеси, оценивается по формуле:

$$, \quad (47)$$

где M (г/с) – суммарная мощность выброса всеми источниками в атмосферу;

V (м³/с) – суммарный расход выбрасываемой всеми источниками газовой смеси,

$$V = V1N. \quad (48)$$

Значение определяется по формуле

$$. \quad (49)$$

В остальном схема расчета концентраций экотоксикантов, обусловленных выбросами от группы близко расположенных друг к другу источников выброса, не отличается от приведенной схемы расчета для одиночного источника.

Расчет концентрации веществ, обусловленных выбросами из близко расположенных друг к другу одинаковых источников, когда $DT \gg 0$ или значение параметра $f^3 \geq 100$, производится с помощью формул, приведенных в п. 5 для одиночного источника со следующими изменениями:

и формула (26) принимает вид:

$$. \quad (50)$$

Учет фоновых концентраций в расчетах загрязнения атмосферы

При наличии совокупности источников выброса вклады этих источников могут учитываться в расчетах загрязнения воздуха путем использования фоновой концентрации СФ (мг/м³), которая для отдельного источника выброса характеризует загрязнение атмосферы в городе или любом другом населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая рассматриваемый. Фоновая концентрация относится к тому же интервалу осреднения (20 - 30 минут), что и ПДКм.р..

При расчетах для действующих и реконструируемых источников используется значение фоновой концентрации, из которой исключен вклад рассматриваемого источника:

$$\text{при } C \leq 2СФ; \quad (51)$$

$$= 0,2 \times СФ \quad \text{при } C > 2СФ, \quad (52)$$

С - максимальная расчетная концентрация вещества от данного источника для точки размещения поста (взятия пробы), на котором устанавливается фон.

Для вновь строящегося предприятия (источника)

$$= СФ, \quad (53)$$

где СФ - фоновая концентрация, из которой ничего не исключено (единое значение для города (местности)).

Оценка величин предельно допустимых выбросов

Предельно допустимый выброс экотоксикантов в атмосферу ПДВ (г/с) устанавливается для каждого источника таким образом, чтобы выбросы поллютантов от данного источника и от совокупности источников населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеяния токсичных веществ в атмосфере не создали приземную концентрацию, превышающую их ПДКм.р..

Величины ПДВ устанавливаются для условий полной технологической нагрузки газоочистительного и технологического оборудования. Наряду с ПДВ одиночного источника должен быть установлен ПДВ предприятия в целом. При постоянстве выбросов во времени общий ПДВ находится как сумма ПДВ одиночных источников и групп мелких источников. При непостоянстве во времени выбросов от отдельных источников ПДВ предприятия в целом меньше суммы ПДВ от отдельных источников и соответствует максимально возможному выбросу от всех источников предприятия при нормальной работе технологического и газоочистительного оборудования.

При установлении ПДВ учитываются фоновые концентрации СФ. В условиях оценки ПДВ действующих производств СФ заменяется на .

Значения ПДВ для одиночных источников с круглым устьем при выполнении неравенства

$$СФ < ПДКм.р.$$

рассчитываются по уравнению

$$. \quad (54)$$

Для $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ (холодные выбросы) ПДВ оценивается согласно зависимости

$$. \quad (55)$$

Однако следует отметить, что при расчетах ПДВ нужно рассматривать, по крайней мере, еще две величины ПДК_і, которые существенно отличаются друг от друга и от ПДКм.р.:

ПДКс.с. – это среднесуточная предельно допустимая концентрация, характеризующая максимальную допустимую фактическую концентрацию данного загрязнителя в местах постоянного проживания населения (в местах проживания населения, наиболее подверженного воздействию загрязнителей – детей, стариков, хронических больных);

ПДКр.з. - предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, то есть максимально допустимая концентрация на рабочем месте, где трудится наиболее крепкое в физическом отношении, взрослое трудоспособное население;

ПДКм.р. – максимально разовая предельно допустимая концентрация, характеризующая возможную максимальную фактическую концентрацию загрязнителя в местах, где допускается пребывание человека не более 30 минут.

Так как ПДКс.с. известна для значительно меньшего количества индивидуальных соединений, чем ПДКр.з., то ряд нормативных документов допускает использовать простое соотношение:

$$ПДКр.з./ПДКс.с. = 10.$$

Это приближенное отношение оправдывается далеко не всех экотоксикантов.

Так как ПДК_{м.р.} также известна для весьма малого количества индивидуальных соединений, то нормативные документы допускают использование соотношения:

$$\text{ПДК}_{\text{м.р.}}/\text{ПДК}_{\text{р.з.}} = 10.$$

Таким образом, при определении величин ПДВ в городской черте и в рабочих поселках надо рассматривать наряду с ПДК_{м.р.} и ПДК_{с.с.}.

Тема 9. Расчет максимального значения приземной концентрации экотоксиканта в условиях выброса газовоздушной смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем.

Расчет величин временно-допустимой концентрации с помощью эмпирических уравнений

Подход к оценке экологической обстановки посредством сопоставления фактических и предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязнителей является в настоящее время единственным научно-обоснованным. Однако его использование сопряжено с целым рядом недостатков.

Во-первых, как правило, не учитывается, что величины, лежащие в основе ПДК, не являются биофизическими константами. Доказательством этому служит факт значительного различия величин ПДК веществ, принятых в разных странах, причем такие различия достигают порой 10 и более раз. Обусловлено это тем, что государственные стандарты различных стран по-разному ужесточают экспериментально получаемые величины. В целом такое ужесточение необходимо, т.к. ПДК получают в экспериментах на животных (мыши, крысы, кролики), и экстраполируют на человека.

Во-вторых, недостаток такого подхода связан с тем, что экспериментальная оценка ПДК – очень дорогостоящее и длительное мероприятие. Поэтому величины предельно-допустимых концентраций известны для сравнительно небольшого числа веществ.

Поэтому разработан ряд методов оценки критериальных величин, которые называются временно-допустимыми концентрациями (ВДК).

Они утверждаются на определенный срок, а затем либо переутверждаются, либо экспериментально определяются ПДК.

Для расчета ВДК существует несколько подходов с использованием эмпирических формул.

Формулы для расчета ВДК химических соединений в воздушной среде рабочей зоны выведены методом регрессионного анализа. В этих формулах наряду с данными, характеризующими острую токсичность, использованы значения молекулярных масс загрязняющих веществ.

$$\lg \text{ВДК}_{\text{р.з.}} = 0,91 \lg \text{ЛК50} - 2,7 + \lg M$$

$$\lg \text{ВДК}_{\text{р.з.}} = 1,53 \lg \text{ЛД50} - 5,7 + \lg M$$

Более точными можно считать эмпирические формулы, разработанные для расчета ВДК веществ, относящихся к определенным классам химических соединений.

Среднесуточные временно-допустимые концентрации (общие формулы для всех известных классов химических соединений):

$$\lg \text{ВДК}_{\text{с.с.}} = 0,62 \lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}} - 1,77$$

$$\lg \text{ВДК}_{\text{с.с.}} = 0,58 \lg \text{ЛК50} - 1,6$$

ЛК50 – летальная концентрация вещества, вызывающая при вдыхании (мыши – 2 часа, крысы – 4 часа) гибель 50% экспериментальных животных.

ЛД50 – летальная доза вещества, вызывающая при введении в организм гибель 50% экспериментальных животных.

М – Молярная масса рассматриваемого вещества.

При расчетах подставляют и получают из них величины в следующих размерностях: [ЛК50] – ммоль/л, [ЛД50] – ммоль/кг, [ВДК_{р.з.}] – мг/м³.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать временно допустимую концентрацию первичного алифатического амина в воздухе рабочей зоны, если массовая доля азота в его молекуле равна 31,11%, а концентрация, вызывающая летальный исход у 50% экспериментальных животных, равна 675 мг/л.

Временно-допустимая концентрация двухатомного предельного алифатического спирта в воздухе рабочей зоны равна 0,01 мг/м³. Найти ЛД₅₀ спирта, если массовая доля кислорода в молекуле спирта равна 51,6%.

Рассчитать летальную дозу этанола используя вместо значения ВДКр.з. значение ПДКр.з (1000 мг/м³).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Расчет величин временно-допустимой концентрации с помощью эмпирических уравнений

Для расчета ВДКр.з.. применяют формулу:

J_i – величина биологической активности i –той химической связи реализуемой в рассматриваемом индивидуальном химическом соединении.

– суммарная биологическая активность всех связей в рассматриваемом индивидуальном соединении

[ВДКр.з.] – мг/м³, [M] – г/моль.

Эмпирические величины J_i разных связей, как функции их типа приведены в таблице.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать величину ВДКр.з. октановой кислоты, используя значения биологической активности химических связей.

Рассчитать величину биологической активности химической связи между углеродными атомами бензольного кольца и метильного радикала в толуоле, приняв его ВДК равной 50 мг/м³. Биологическую активность связи углерод-углерод в бензольном ядре рассчитать, приняв его ВДК равным ПДК (5 мг/м³).

Используя величины биологической активности химических связей найти отношение ВДКр.з. циклоаминобутана и циклоаминогексана.

Расчет максимального значения приземной концентрации экотоксиканта в условиях выброса газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя СМ (мг/м³) в условиях выброса газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем, достигаемое на расстоянии xM, определяется по формуле

$$C_{max} = \frac{M}{F \cdot A} \quad (6)$$

A - коэффициент, зависящий от температурной сертификации атмосферы, $[A] = c_{2/3} \times \text{мг} \times ^\circ\text{C}^{1/3} \times \text{г}^{-1}$;

M - масса экотоксиканта, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, $[M] = \text{г/с}$;

F - коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

H - высота источника выброса над уровнем Земли, $[H] = \text{м}$ (для наземных источников H принимается равной 2 м);

h - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в случае ровной или слабопересеченной местности, с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $h = 1$);

V_1 - расход газовой смеси, $[V_1] = \text{м}^3/\text{с}$;

ΔT , °C - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_g и температурой окружающего воздуха T_v .

Значение коэффициента h устанавливается на основании рельефа местности в радиусе до 50 высот наиболее высокого из размещаемой на промышленной площадке источника, но не менее 2 км.

Если в окрестности рассматриваемого источника выбросов (предприятия) можно выделить отдельные изолированные препятствия, вытянутые в одном направлении (гряда, гребень, ложбина, уступ), то поправочный коэффициент на рельеф h рассчитывается по формуле:

$$h = 1 + j_1(h_m - 1) \quad (7)$$

где h_m определяется по таблице (таблица 5) в зависимости от форм рельефа, сечения которых представлены на рис 6, и безразмерных величин $n_1 = H/h_0$ и $n_2 = a_0/h_0$ (n_1 определяется с точностью до десятых, n_2 – с точностью до целых) (H – высота источника, h_0 – высота (глубина) препятствия, a_0 – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа).

Значение функции j_1 определяется в зависимости от отношения x_0/a_0 (x_0 – расстояние от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки склона в случае уступа до источника) по графикам (рис. 6), соответствующим различным формам рельефа. Если источник расположен на верхнем плато уступа, то в качестве аргумента функции j_1 вместо x_0/a_0 принимается $-x_0/a_0$.

Связь величины коэффициента h_m с n_1 и n_2

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

<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

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

>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

Если препятствия представляют собой гряды (ложбины), вытянутые в одном направлении, значения h_0 и a_0 рассчитываются для поперечного сечения, перпендикулярного этому направлению. Если изолированное препятствие представляет собой отдельный холм (впадину), то h_0 выбирается соответствующим максимальной (минимальной) отметке препятствия, а n_2 – максимальной крутизне склона, обращенного к источнику.

Учет влияния рельефа местности при определении расстояния, где достигается максимум приземной концентрации, осуществляется путем умножения коэффициента d в формуле на отношение .

Расход газовой смеси V_1 вычисляется по формуле:

(8)

где D (м) - диаметр устья источника выброса;

w_0 (м/с) - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса.

Рис. 6. График для определения значения функции j_1 при различных видах препятствия при рассеянии экотоксикантов:

x_0 – расстояние до источника от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки в случае уступа; a_0 – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа; h_0 – высота (глубина) препятствия.

Значение коэффициента A , соответствующего неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация загрязнителей в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным по местностям:

250 – Республика Бурятия и Читинская область;

200 - европейская территория Российской Федерации южнее 50° с.ш., а также для остальных районов Нижнего Поволжья, Северного Кавказа, Дальнего Востока и районов Сибири;

180 - для европейской территории Российской Федерации и Урала от 50 до 52° с.ш.;

160 - для европейской территории России и Урала севернее 52° с.ш.;

140 - для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской и Ивановской областей.

При определении DT , $^\circ C$, следует принимать температуру атмосферного воздуха T_v , равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой смеси T_g - по действующим для данного производства техническим нормативам.

Значения безразмерного коэффициента F принимаются:

А. Для газообразных экотоксикантов и мелкодисперсных аэрозолей (пыль, зола и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) $F = 1$;

Б. Для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в пункте А) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % $F = 2$; при коэффициенте очистки 75-90 % $F = 2,5$; менее 75 % и при отсутствии очистки $F = 3$.

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f , σ и f_e .

; (9) ; (11)

; (10) . (12)

Коэффициент m рассчитывается в зависимости от величины f по формулам:

при $f < 100$; (13)

при $f \geq 100$. (14)

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_e$.

Безразмерный коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от σ по формулам:

$n = 1$ при $\sigma \geq 2$, (15)

при $0,5 \leq \sigma < 2$, (16)

$n = 4,4$ при $\sigma < 0,5$. (17)

При $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ коэффициент n вычисляется по формулам (5.10) – (5.12) при $\sigma = 1$.

При расчете CM при $f \geq 100$ (или $DT \gg 0$) и (холодные выбросы) используется выражение:

, (18)

где

$$(19)$$

причем n определяется по формулам () – () при .

При $f < 100$ и или $f \geq 100$ и расчет $СМ$ производится по формуле:

$$(20)$$

где

$$m' = 2,68m \text{ при } f < 100, < 0,5; \quad (21)$$

$$m' = 0,9 \text{ при } f \geq 100, < 0,5. \quad (22)$$

Расстояние xM (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация загрязнителя C при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения $СМ$, определяется по формуле

$$(23)$$

где d - безразмерная величина.

При $f < 100$ коэффициент d находится по формулам:

$$\text{при } f \leq 0,5, \quad (24)$$

$$\text{при } 0,5 < f \leq 2, \quad (25)$$

$$\text{при } f > 2. \quad (26)$$

Значение d при $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ находится из зависимостей:

$$d = 5,7 \text{ при } f \leq 0,5, \quad (27)$$

$$d = 11,4 \text{ при } 0,5 < f \leq 2, \quad (28)$$

$$d = \text{при } f > 2. \quad (29)$$

Значение опасной скорости ветра uM (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации экотоксиканта $СМ$, определяется с помощью следующих зависимостей:

если $f < 100$, то

$$uM = 0,5 \text{ при } f \leq 0,5; \quad (30)$$

$$uM = \text{при } 0,5 < f \leq 2; \quad (31)$$

$$uM = \text{при } f > 2; \quad (32)$$

если $f \geq 100$ или $DT \gg 0$, тогда

$$uM = 0,5 \text{ при } f \leq 0,5; \quad (33)$$

$$uM = \text{при } 0,5 < f \leq 2; \quad (34)$$

$$uM = 2,2 \text{ при } f > 2. \quad (35)$$

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя $СМУ$ при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u , отличающейся от опасной скорости ветра uM , определяется по формуле:

$$СМУ = rСМ, \quad (36)$$

где r – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения u/uM :

$$r = 0,67(u/uM) + 1,67(u/uM)^2 - 1,34(u/uM)^3 \text{ при } u/uM \leq 1; \quad (37)$$

$$\text{при } u/uM > 1. \quad (38)$$

При проведении расчетов не используются значения скорости ветра $u < 0,5$ м/с.

Расстояние от источника выброса xMU , на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация экотоксиканта достигнет максимального значения $СМ$, определяется по формуле:

$$xMU = \rho \cdot xM, \quad (39)$$

ρ – безразмерный коэффициент, рассчитываемый в зависимости от отношения u/uM :

$$\rho = 3 \text{ при } u/uM \leq 0,25; \quad (40)$$

$$\rho = 8,43(1 - u/uM)^5 + 1 \text{ при } 0,25 < u/uM \leq 1; \quad (41)$$

$$\rho = 0,32u/uM + 0,68 \text{ при } u/uM > 1. \quad (42)$$

Значение приземной концентрации экотоксикантов в атмосфере C_y (мг/м³) на расстоянии y (м) по перпендикуляру к оси факела выброса находится по формуле

$$C_y = sC, \quad (43)$$

где C - концентрация токсиканта в факеле;

s - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра u (м/с) и отношения y/x по значению аргумента ty :

$$s = \frac{1}{1 + 0,0001 u^2 y^2} \quad (44)$$

$$\text{при } u \leq 5 \text{ м/с}; \quad (45)$$

$$\text{при } u > 5 \text{ м/с}; \quad (46)$$

x - расстояние от источника выброса.

Оценка максимальной суммарной концентрации экотоксикантов от N расположенных близко источников

Величина максимальной суммарной концентрации CM (мг/м³) от N расположенных на площадке близко друг к другу одиночных источников, имеющих равные значения высоты, диаметра устья, скорости выхода в атмосферу и температуры газовой смеси, оценивается по формуле:

$$CM = \frac{M}{V} \quad (47)$$

где M (г/с) - суммарная мощность выброса всеми источниками в атмосферу;

V (м³/с) - суммарный расход выбрасываемой всеми источниками газовой смеси,

$$V = V_1 N. \quad (48)$$

Значение определяется по формуле

$$CM = \frac{M}{V} \quad (49)$$

В остальном схема расчета концентраций экотоксикантов, обусловленных выбросами от группы близко расположенных друг к другу источников выброса, не отличается от приведенной схемы расчета для одиночного источника.

Расчет концентрации веществ, обусловленных выбросами из близко расположенных друг к другу одинаковых источников, когда $DT \gg 0$ или значение параметра $f^3 \gg 100$, производится с помощью формул, приведенных в п. 5 для одиночного источника со следующими изменениями:

и формула (26) принимает вид:

$$C = \frac{M}{V} \quad (50)$$

Учет фоновых концентраций в расчетах загрязнения атмосферы

При наличии совокупности источников выброса вклады этих источников могут учитываться в расчетах загрязнения воздуха путем использования фоновой концентрации CF (мг/м³), которая для отдельного источника выброса характеризует загрязнение атмосферы в городе или любом другом населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая рассматриваемый. Фоновая концентрация относится к тому же интервалу осреднения (20 - 30 минут), что и ПДКм.р..

При расчетах для действующих и реконструируемых источников используется значение фоновой концентрации, из которой исключен вклад рассматриваемого источника:

$$\text{при } C \leq 2CF; \quad (51)$$

$$= 0,2 \times CF \quad \text{при } C > 2CF, \quad (52)$$

C - максимальная расчетная концентрация вещества от данного источника для точки размещения поста (взятия пробы), на котором устанавливается фон.

Для вновь строящегося предприятия (источника)

$$= CF, \quad (53)$$

где CF - фоновая концентрация, из которой ничего не исключено (единое значение для города (местности)).

Оценка величин предельно допустимых выбросов

Предельно допустимый выброс экотоксикантов в атмосферу ПДВ (г/с) устанавливается для каждого источника таким образом, чтобы выбросы поллютантов от данного источника и от совокупности источников населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеяния токсичных веществ в атмосфере не создали приземную концентрацию, превышающую их ПДКм.р..

Величины ПДВ устанавливаются для условий полной технологической нагрузки газоочистительного и технологического оборудования. Наряду с ПДВ одиночного источника должен быть установлен ПДВ предприятия в целом. При постоянстве выбросов во времени общий ПДВ находится как сумма ПДВ одиночных источников и групп мелких источников. При непостоянстве во времени выбросов от отдельных источников ПДВ предприятия в целом меньше суммы ПДВ от отдельных источников и соответствует максимально возможному выбросу от всех источников предприятия при нормальной работе технологического и газоочистительного оборудования.

При установлении ПДВ учитываются фоновые концентрации СФ. В условиях оценки ПДВ действующих производств СФ заменяется на .

Значения ПДВ для одиночных источников с круглым устьем при выполнении неравенства

$$СФ < ПДКм.р.$$

рассчитываются по уравнению

(54)

Для $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ (холодные выбросы) ПДВ оценивается согласно зависимости

(55)

Однако следует отметить, что при расчетах ПДВ нужно рассматривать, по крайней мере, еще две величины ПДК_і, которые существенно отличаются друг от друга и от ПДКм.р.:

ПДКс.с. – это среднесуточная предельно допустимая концентрация, характеризующая максимальную допустимую фактическую концентрацию данного загрязнителя в местах постоянного проживания населения (в местах проживания населения, наиболее подверженного воздействию загрязнителей – детей, стариков, хронических больных);

ПДКр.з. - предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, то есть максимально допустимая концентрация на рабочем месте, где трудится наиболее крепкое в физическом отношении, взрослое трудоспособное население;

ПДКм.р. – максимально разовая предельно допустимая концентрация, характеризующая возможную максимальную фактическую концентрацию загрязнителя в местах, где допускается пребывание человека не более 30 минут.

Так как ПДКс.с. известна для значительно меньшего количества индивидуальных соединений, чем ПДКр.з., то ряд нормативных документов допускает использовать простое соотношение:

$$ПДКр.з./ПДКс.с. = 10.$$

Это приближенное отношение оправдывается далеко не всех экотоксикантов.

Так как ПДКм.р. также известна для весьма малого количества индивидуальных соединений, то нормативные документы допускают использование соотношения:

$$ПДКм.р./ПДКр.з. = 10.$$

Таким образом, при определении величин ПДВ в городской черте и в рабочих поселках надо рассматривать наряду с ПДКм.р. и ПДКс.с..

Тема 10. Оценка максимальной суммарной концентрации экотоксикантов от N близко расположенных источников

Расчет величин временно-допустимой концентрации с помощью эмпирических уравнений

Подход к оценке экологической обстановки посредством сопоставления фактических и предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязнителей является в настоящее время единственным научно-обоснованным. Однако его использование сопряжено с целым рядом недостатков.

Во-первых, как правило, не учитывается, что величины, лежащие в основе ПДК, не являются биофизическими константами. Доказательством этому служит факт значительного различия величин ПДК веществ, принятых в разных странах, причем такие различия достигают порой 10 и более раз. Обусловлено это тем, что государственные стандарты различных стран по-разному ужесточают экспериментально получаемые величины. В целом такое ужесточение необходимо, т.к. ПДК получают в экспериментах на животных (мыши, крысы, кролики), и экстраполируют на человека. Во-вторых, недостаток такого подхода связан с тем, что экспериментальная оценка ПДК – очень дорогостоящее и длительное мероприятие. Поэтому величины предельно-допустимых концентраций известны для сравнительно небольшого числа веществ.

Поэтому разработан ряд методов оценки критериальных величин, которые называются временно-допустимыми концентрациями (ВДК).

Они утверждаются на определенный срок, а затем либо переутверждаются, либо экспериментально определяются ПДК.

Для расчета ВДК существует несколько подходов с использованием эмпирических формул.

Формулы для расчета ВДК химических соединений в воздушной среде рабочей зоны выведены методом регрессионного анализа. В этих формулах наряду с данными, характеризующими острую токсичность, использованы значения молекулярных масс загрязняющих веществ.

$$\lg \text{ВДКр.з.} = 0,91 \lg \text{ЛК50} - 2,7 + \lg M$$

$$\lg \text{ВДКр.з.} = 1,53 \lg \text{ЛД50} - 5,7 + \lg M$$

Более точными можно считать эмпирические формулы, разработанные для расчета ВДК веществ, относящихся к определенным классам химических соединений.

Среднесуточные временно-допустимые концентрации (общие формулы для всех известных классов химических соединений):

$$\lg \text{ВДКс.с.} = 0,62 \lg \text{ПДКр.з.} - 1,77$$

$$\lg \text{ВДКс.с.} = 0,58 \lg \text{ЛК50} - 1,6$$

ЛК50 – летальная концентрация вещества, вызывающая при вдыхании (мыши – 2 часа, крысы – 4 часа) гибель 50% экспериментальных животных.

ЛД50 – летальная доза вещества, вызывающая при введении в организм гибель 50% экспериментальных животных.

М – Молярная масса рассматриваемого вещества.

При расчетах подставляют и получают из них величины в следующих размерностях: [ЛК50] – ммоль/л, [ЛД50] – ммоль/кг, [ВДКр.з.] – мг/м³.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать временно допустимую концентрацию первичного алифатического амина в воздухе рабочей зоны, если массовая доля азота в его молекуле равна 31,11%, а концентрация, вызывающая летальный исход у 50% экспериментальных животных, равна 675 мг/л.

Временно-допустимая концентрация двухатомного предельного алифатического спирта в воздухе рабочей зоны равна 0,01 мг/м³. Найти ЛД50 спирта, если массовая доля кислорода в молекуле спирта равна 51,6%.

Рассчитать летальную дозу этанола используя вместо значения ВДКр.з. значение ПДКр.з (1000 мг/м³).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Расчет величин временно-допустимой концентрации с помощью эмпирических уравнений

Для расчета ВДКр.з.. применяют формулу:

J_i – величина биологической активности i –той химической связи реализуемой в рассматриваемом индивидуальном химическом соединении.

– суммарная биологическая активность всех связей в рассматриваемом индивидуальном соединении

[ВДКр.з.] – мг/м³, [М] – г/моль.

Эмпирические величины J_i разных связей, как функции их типа приведены в таблице.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать величину ВДКр.з. октановой кислоты, используя значения биологической активности химических связей.

Рассчитать величину биологической активности химической связи между углеродными атомами бензольного кольца и метильного радикала в толуоле, приняв его ВДК равной 50 мг/м³. Биологическую активность связи углерод-углерод в бензольном ядре рассчитать, приняв его ВДК равным ПДК (5 мг/м³).

Используя величины биологической активности химических связей найти отношение ВДКр.з. циклоаминобутана и циклоаминогексана.

Расчет максимального значения приземной концентрации экотоксиканта в условиях выброса газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя $СМ$ (мг/м³) в условиях выброса газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем, достигаемое на расстоянии xM , определяется по формуле

$$C_M = \frac{M}{F \cdot H^n} \cdot A \cdot \left(\frac{V_1}{DT} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{h}{H} \right)^{1/3} \quad (6)$$

A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, $[A] = c^{2/3} \times \text{мг} \times ^\circ\text{C}^{1/3} \times \text{г}^{-1}$;

M - масса экотоксиканта, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, $[M] = \text{г/с}$;

F - коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

H - высота источника выброса над уровнем Земли, $[H] = \text{м}$ (для наземных источников H принимается равной 2 м);

h - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в случае ровной или слабопересеченной местности, с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $h = 1$);

V_1 - расход газовой смеси, $[V_1] = \text{м}^3/\text{с}$;

$DT, ^\circ\text{C}$ - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_g и температурой окружающего воздуха T_v .

Значение коэффициента h устанавливается на основании рельефа местности в радиусе до 50 высот наиболее высокого из размещаемой на промышленной площадке источника, но не менее 2 км.

Если в окрестности рассматриваемого источника выбросов (предприятия) можно выделить отдельные изолированные препятствия, вытянутые в одном направлении (гряда, гребень, ложбина, уступ), то поправочный коэффициент на рельеф h рассчитывается по формуле:

$$h = 1 + j_1(h_m - 1) \quad (7)$$

где hm определяется по таблице (таблица 5) в зависимости от форм рельефа, сечения которых представлены на рис 6, и безразмерных величин $n1 = H/h0$ и $n2 = a0/h0$ ($n1$ определяется с точностью до десятых, $n2$ – с точностью до целых) (H – высота источника, $h0$ – высота (глубина) препятствия, $a0$ – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа).

Значение функции $j1$ определяется в зависимости от отношения $x0/a0$ ($x0$ – расстояние от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки склона в случае уступа до источника) по графикам (рис. 6), соответствующим различным формам рельефа. Если источник расположен на верхнем плато уступа, то в качестве аргумента функции $j1$ вместо $x0/a0$ принимается $-x0/a0$.

Связь величины коэффициента hm с $n1$ и $n2$

n1

ложбина (впадина)

уступ

гряда (холм)

n2

4-5

6-9

10-15

16-20

4-5

6-9

10-15

16-20

4-5

6-9

10-15

16-20

<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

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

>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

Если препятствия представляют собой гряды (ложбины), вытянутые в одном направлении, значения h_0 и a_0 рассчитываются для поперечного сечения, перпендикулярного этому направлению. Если изолированное препятствие представляет собой отдельный холм (впадину), то h_0 выбирается соответствующим максимальной (минимальной) отметке препятствия, а α_0 – максимальной крутизне склона, обращенного к источнику.

Учет влияния рельефа местности при определении расстояния, где достигается максимум приземной концентрации, осуществляется путем умножения коэффициента d в формуле на отношение .

Расход газовой смеси V_1 вычисляется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi D^2 w_0}{4} \quad (8)$$

где D (м) - диаметр устья источника выброса;

w_0 (м/с) - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса.

Рис. 6. График для определения значения функции j_1 при различных видах препятствия при рассеянии экотоксикантов:

x_0 – расстояние до источника от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки в случае уступа; a_0 – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа; h_0 – высота (глубина) препятствия.

Значение коэффициента A , соответствующего неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация загрязнителей в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным по местностям:

250 – Республика Бурятия и Читинская область;

200 - европейская территория Российской Федерации южнее 50° с.ш., а также для остальных районов Нижнего Поволжья, Северного Кавказа, Дальнего Востока и районов Сибири;

180 - для европейской территории Российской Федерации и Урала от 50 до 52° с.ш.;

160 - для европейской территории России и Урала севернее 52° с.ш.;

140 - для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской и Ивановской областей.

При определении DT , $^\circ C$, следует принимать температуру атмосферного воздуха T_v , равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой смеси T_g - по действующим для данного производства техническим нормативам.

Значения безразмерного коэффициента F принимаются:

А. Для газообразных экотоксикантов и мелкодисперсных аэрозолей (пыль, зола и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) $F = 1$;

Б. Для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в пункте А) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % $F = 2$; при коэффициенте очистки 75-90 % $F = 2,5$; менее 75 % и при отсутствии очистки $F = 3$.

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f , φ и f_e .

$$; \quad (9) \quad ; \quad (11)$$

$$; \quad (10) \quad . \quad (12)$$

Коэффициент m рассчитывается в зависимости от величины f по формулам:

$$\text{при } f < 100; \quad (13)$$

$$\text{при } f \geq 100. \quad (14)$$

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_e$.

Безразмерный коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от φ по формулам:

$$n = 1 \text{ при } \varphi \geq 2, \quad (15)$$

$$\text{при } 0,5 \leq \varphi < 2, \quad (16)$$

$$n = 4,4 \text{ при } \varphi < 0,5. \quad (17)$$

При $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ коэффициент n вычисляется по формулам (5.10) – (5.12) при $\varphi = 1$.

При расчете CM при $f \geq 100$ (или $DT \gg 0$) и (холодные выбросы) используется выражение:

$$, \quad (18)$$

где

$$, \quad (19)$$

причем n определяется по формулам (15) – (17) при $\varphi = 1$.

При $f < 100$ и $\varphi \geq 2$ или $f \geq 100$ и расчет CM производится по формуле:

$$, \quad (20)$$

где

$$m' = 2,68m \text{ при } f < 100, \varphi < 0,5; \quad (21)$$

$$m' = 0,9 \text{ при } f \geq 100, \varphi < 0,5. \quad (22)$$

Расстояние x_M (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация загрязнителя C при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения CM , определяется по формуле

$$, \quad (23)$$

где d - безразмерная величина.

При $f < 100$ коэффициент d находится по формулам:

$$\text{при } \varphi \leq 0,5, \quad (24)$$

$$\text{при } 0,5 < \varphi \leq 2, \quad (25)$$

при > 2 . (26)

Значение d при $f^3 100$ или $DT \gg 0$ находится из зависимостей:

$$d = 5,7 \quad \text{при} \quad \leq 0,5, \quad (27)$$

$$d = 11,4 \quad \text{при} \quad 0,5 < \leq 2, \quad (28)$$

$$d = \quad \text{при} \quad > 2. \quad (29)$$

Значение опасной скорости ветра u_M (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации экотоксиканта CM , определяется с помощью следующих зависимостей:

если $f < 100$, то

$$u_M = 0,5 \quad \text{при} \quad \leq 0,5; \quad (30)$$

$$u_M = \quad \text{при} \quad 0,5 < \leq 2; \quad (31)$$

$$u_M = \quad \text{при} \quad > 2; \quad (32)$$

если $f^3 100$ или $DT \gg 0$, тогда

$$u_M = 0,5 \quad \text{при} \quad \leq 0,5; \quad (33)$$

$$u_M = \quad \text{при} \quad 0,5 < \leq 2; \quad (34)$$

$$u_M = 2,2 \quad \text{при} \quad > 2. \quad (35)$$

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя CM_U при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u , отличающейся от опасной скорости ветра u_M , определяется по формуле:

$$CM_U = rCM, \quad (36)$$

где r – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения u/u_M :

$$r = 0,67(u/u_M) + 1,67(u/u_M)^2 - 1,34(u/u_M)^3 \quad \text{при} \quad u/u_M \leq 1; \quad (37)$$

$$\text{при} \quad u/u_M > 1. \quad (38)$$

При проведении расчетов не используются значения скорости ветра $u < 0,5$ м/с.

Расстояние от источника выброса x_{MU} , на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация экотоксиканта достигнет максимального значения CM , определяется по формуле:

$$x_{MU} = \rho \cdot x_M, \quad (39)$$

ρ – безразмерный коэффициент, рассчитываемый в зависимости от отношения u/u_M :

$$\rho = 3 \quad \text{при} \quad u/u_M \leq 0,25; \quad (40)$$

$$\rho = 8,43(1 - u/u_M)^5 + 1 \quad \text{при} \quad 0,25 < u/u_M \leq 1; \quad (41)$$

$$\rho = 0,32u/u_M + 0,68 \quad \text{при} \quad u/u_M > 1. \quad (42)$$

Значение приземной концентрации экотоксикантов в атмосфере C_y (мг/м³) на расстоянии y (м) по перпендикуляру к оси факела выброса находится по формуле

$$C_y = sC, \quad (43)$$

где C – концентрация токсиканта в факеле;

s – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра u (м/с) и отношения y/x по значению аргумента tu :

$$, \quad (44)$$

$$\text{при} \quad u \leq 5 \text{ м/с} ; \quad (45)$$

$$\text{при} \quad u > 5 \text{ м/с} ; \quad (46)$$

x – расстояние от источника выброса.

Оценка максимальной суммарной концентрации экотоксикантов от N расположенных близко источников

Величина максимальной суммарной концентрации CM (мг/м³) от N расположенных на площадке близко друг к другу одиночных источников, имеющих равные значения высоты, диаметра устья, скорости выхода в атмосферу и температуры газовой смеси, оценивается по формуле:

$$, \quad (47)$$

где M (г/с) – суммарная мощность выброса всеми источниками в атмосферу;

V (м³/с) - суммарный расход выбрасываемой всеми источниками газовой смеси,

$$V = V_1 N. \quad (48)$$

Значение определяется по формуле

$$(49)$$

В остальном схема расчета концентраций экотоксикантов, обусловленных выбросами от группы близко расположенных друг к другу источников выброса, не отличается от приведенной схемы расчета для одиночного источника.

Расчет концентрации веществ, обусловленных выбросами из близко расположенных друг к другу одинаковых источников, когда $DT \gg 0$ или значение параметра $f^3 \gg 100$, производится с помощью формул, приведенных в п. 5 для одиночного источника со следующими изменениями:

и формула (26) принимает вид:

$$(50)$$

Учет фоновых концентраций в расчетах загрязнения атмосферы

При наличии совокупности источников выброса вклады этих источников могут учитываться в расчетах загрязнения воздуха путем использования фоновой концентрации C_F (мг/м³), которая для отдельного источника выброса характеризует загрязнение атмосферы в городе или любом другом населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая рассматриваемый. Фоновая концентрация относится к тому же интервалу осреднения (20 - 30 минут), что и ПДКм.р..

При расчетах для действующих и реконструируемых источников используется значение фоновой концентрации, из которой исключен вклад рассматриваемого источника:

$$\text{при } C \leq 2C_F; \quad (51)$$

$$= 0,2 \times C_F \quad \text{при } C > 2C_F, \quad (52)$$

C - максимальная расчетная концентрация вещества от данного источника для точки размещения поста (взятия пробы), на котором устанавливается фон.

Для вновь строящегося предприятия (источника)

$$= C_F, \quad (53)$$

где C_F - фоновая концентрация, из которой ничего не исключено (единое значение для города (местности)).

Оценка величин предельно допустимых выбросов

Предельно допустимый выброс экотоксикантов в атмосферу ПДВ (г/с) устанавливается для каждого источника таким образом, чтобы выбросы поллютантов от данного источника и от совокупности источников населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеяния токсичных веществ в атмосфере не создали приземную концентрацию, превышающую их ПДКм.р..

Величины ПДВ устанавливаются для условий полной технологической нагрузки газоочистительного и технологического оборудования. Наряду с ПДВ одиночного источника должен быть установлен ПДВ предприятия в целом. При постоянстве выбросов во времени общий ПДВ находится как сумма ПДВ одиночных источников и групп мелких источников. При непостоянстве во времени выбросов от отдельных источников ПДВ предприятия в целом меньше суммы ПДВ от отдельных источников и соответствует максимально возможному выбросу от всех источников предприятия при нормальной работе технологического и газоочистительного оборудования.

При установлении ПДВ учитываются фоновые концентрации C_F . В условиях оценки ПДВ действующих производств C_F заменяется на .

Значения ПДВ для одиночных источников с круглым устьем при выполнении неравенства

$$C_F < \text{ПДКм.р.}$$

рассчитываются по уравнению

$$(54)$$

Для $f^3 \gg 100$ или $DT \gg 0$ (холодные выбросы) ПДВ оценивается согласно зависимости

(55)

Однако следует отметить, что при расчетах ПДВ нужно рассматривать, по крайней мере, еще две величины ПДК_i, которые существенно отличаются друг от друга и от ПДК_{м.р.}:

ПДК_{с.с.} – это среднесуточная предельно допустимая концентрация, характеризующая максимальную допустимую фактическую концентрацию данного загрязнителя в местах постоянного проживания населения (в местах проживания населения, наиболее подверженного воздействию загрязнителей – детей, стариков, хронических больных);

ПДК_{р.з.} - предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, то есть максимально допустимая концентрация на рабочем месте, где трудится наиболее крепкое в физическом отношении, взрослое трудоспособное население;

ПДК_{м.р.} – максимально разовая предельно допустимая концентрация, характеризующая возможную максимальную фактическую концентрацию загрязнителя в местах, где допускается пребывание человека не более 30 минут.

Так как ПДК_{с.с.} известна для значительно меньшего количества индивидуальных соединений, чем ПДК_{р.з.}, то ряд нормативных документов допускает использовать простое соотношение:

$$\text{ПДК}_{р.з.}/\text{ПДК}_{с.с.} = 10.$$

Это приближенное отношение оправдывается далеко не всех экотоксикантов.

Так как ПДК_{м.р.} также известна для весьма малого количества индивидуальных соединений, то нормативные документы допускают использование соотношения:

$$\text{ПДК}_{м.р.}/\text{ПДК}_{р.з.} = 10.$$

Таким образом, при определении величин ПДВ в городской черте и в рабочих поселках надо рассматривать наряду с ПДК_{м.р.} и ПДК_{с.с.}.

Тема 11. Оценка величин предельно допустимых выбросов

Расчет величин временно-допустимой концентрации с помощью эмпирических уравнений

Подход к оценке экологической обстановки посредством сопоставления фактических и предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязнителей является в настоящее время единственным научно-обоснованным. Однако его использование сопряжено с целым рядом недостатков.

Во-первых, как правило, не учитывается, что величины, лежащие в основе ПДК, не являются биофизическими константами. Доказательством этому служит факт значительного различия величин ПДК веществ, принятых в разных странах, причем такие различия достигают порой 10 и более раз. Обусловлено это тем, что государственные стандарты различных стран по-разному ужесточают экспериментально получаемые величины. В целом такое ужесточение необходимо, т.к. ПДК получают в экспериментах на животных (мыши, крысы, кролики), и экстраполируют на человека.

Во-вторых, недостаток такого подхода связан с тем, что экспериментальная оценка ПДК – очень дорогостоящее и длительное мероприятие. Поэтому величины предельно-допустимых концентраций известны для сравнительно небольшого числа веществ.

Поэтому разработан ряд методов оценки критериальных величин, которые называются временно-допустимыми концентрациями (ВДК).

Они утверждаются на определенный срок, а затем либо переутверждаются, либо экспериментально определяются ПДК.

Для расчета ВДК существует несколько подходов с использованием эмпирических формул.

Формулы для расчета ВДК химических соединений в воздушной среде рабочей зоны выведены методом регрессионного анализа. В этих формулах наряду с данными, характеризующими острую токсичность, использованы значения молекулярных масс загрязняющих веществ.

$$\lg \text{ВДК}_{р.з.} = 0,91 \lg \text{ЛК}50 - 2,7 + \lg M$$

$$\lg \text{ВДК}_{р.з.} = 1,53 \lg \text{ЛД}50 - 5,7 + \lg M$$

Более точными можно считать эмпирические формулы, разработанные для расчета ВДК веществ, относящихся к определенным классам химических соединений.

Среднесуточные временно-допустимые концентрации (общие формулы для всех известных классов химических соединений):

$$\lg \text{ВДКс.с.} = 0,62 \lg \text{ПДКр.з.} - 1,77$$

$$\lg \text{ВДКс.с.} = 0,58 \lg \text{ЛК50} - 1,6$$

ЛК50 – летальная концентрация вещества, вызывающая при вдыхании (мыши – 2 часа, крысы – 4 часа) гибель 50% экспериментальных животных.

ЛД50 – летальная доза вещества, вызывающая при введении в организм гибель 50% экспериментальных животных.

М – Молярная масса рассматриваемого вещества.

При расчетах подставляют и получают из них величины в следующих размерностях: [ЛК50] – ммоль/л, [ЛД50] – ммоль/кг, [ВДКр.з.] – мг/м³.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать временно допустимую концентрацию первичного алифатического амина в воздухе рабочей зоны, если массовая доля азота в его молекуле равна 31,11%, а концентрация, вызывающая летальный исход у 50% экспериментальных животных, равна 675 мг/л.

Временно-допустимая концентрация двухатомного предельного алифатического спирта в воздухе рабочей зоны равна 0,01 мг/м³. Найти ЛД50 спирта, если массовая доля кислорода в молекуле спирта равна 51,6%.

Рассчитать летальную дозу этанола используя вместо значения ВДКр.з. значение ПДКр.з (1000 мг/м³).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Расчет величин временно-допустимой концентрации с помощью эмпирических уравнений

Для расчета ВДКр.з. применяют формулу:

J_i – величина биологической активности i –той химической связи реализуемой в рассматриваемом индивидуальном химическом соединении.

– суммарная биологическая активность всех связей в рассматриваемом индивидуальном соединении

[ВДКр.з.] – мг/м³, [М] – г/моль.

Эмпирические величины J_i разных связей, как функции их типа приведены в таблице.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать величину ВДКр.з. октановой кислоты, используя значения биологической активности химических связей.

Рассчитать величину биологической активности химической связи между углеродными атомами бензольного кольца и метильного радикала в толуоле, приняв его ВДК равной 50 мг/м³. Биологическую активность связи углерод-углерод в бензольном ядре рассчитать, приняв его ВДК равным ПДК (5 мг/м³).

Используя величины биологической активности химических связей найти отношение ВДКр.з. циклоаминобутана и циклоаминогексана.

Расчет максимального значения приземной концентрации экотоксиканта в условиях выброса газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя C_M (мг/м³) в условиях выброса газовойоздушной смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем, достигаемое на расстоянии x_M , определяется по формуле

$$, \quad (6)$$

A - коэффициент, зависящий от температурной сертификации атмосферы, $[A] = c_{2/3} \times m_{\Gamma} \times ^\circ C^{1/3} \times \Gamma^{-1}$;

M - масса экотоксиканта, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, $[M] = \text{г/с}$;

F - коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

H - высота источника выброса над уровнем Земли, [H] = м (для наземных источников H принимается равной 2 м);

h - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в случае ровной или слабопересеченной местности, с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $h = 1$);

V1 - расход газовой смеси, [V1] = м³/с;

ΔT , °C - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси $T_{г}$ и температурой окружающего воздуха $T_{в}$.

Значение коэффициента h устанавливается на основании рельефа местности в радиусе до 50 высот наиболее высокого из размещаемой на промышленной площадке источника, но не менее 2 км.

Если в окрестности рассматриваемого источника выбросов (предприятия) можно выделить отдельные изолированные препятствия, вытянутые в одном направлении (гряда, гребень, ложбина, уступ), то поправочный коэффициент на рельеф k_r рассчитывается по формуле:

$$h = 1 + j1(hm - 1) \quad (7)$$

где h_m определяется по таблице (таблица 5) в зависимости от форм рельефа, сечения которых представлены на рис 6, и безразмерных величин $n_1 = H/h_0$ и $n_2 = a_0/h_0$ (n_1 определяется с точностью до десятых, n_2 – с точностью до целых) (H – высота источника, h_0 – высота (глубина) препятствия, a_0 – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа).

Значение функции j_1 определяется в зависимости от отношения \dot{x}_0/\dot{a}_0 (x_0 – расстояние от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки склона в случае уступа до источника) по графикам (рис. 6), соответствующим различным формам рельефа. Если источник расположен на верхнем плато уступа, то в качестве аргумента функции j_1 вместо \dot{x}_0/\dot{a}_0 принимается - x_0/\dot{a}_0 .

Связь величины коэффициента hm с $n1$ и $n2$

$$n1$$

ложбина (впадина)

үсмын

гряда (холм)

 $n2$

6-9

10-15

16-20

4-5

6-9

10-15

16-20

4-5

6-9

10-15

16-20

<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

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

>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

Если препятствия представляют собой гряды (ложбины), вытянутые в одном направлении, значения h_0 и a_0 рассчитываются для поперечного сечения, перпендикулярного этому направлению. Если изолированное препятствие представляет собой отдельный холм (впадину), то h_0 выбирается соответствующим максимальной (минимальной) отметке препятствия, а p_2 – максимальной крутизне склона, обращенного к источнику.

Учет влияния рельефа местности при определении расстояния, где достигается максимум приземной концентрации, осуществляется путем умножения коэффициента d в формуле на отношение .

Расход газовойоздушной смеси V_1 вычисляется по формуле:

$$, \quad (8)$$

где D (м) - диаметр устья источника выброса;

w_0 (м/с) - средняя скорость выхода газовойоздушной смеси из устья источника выброса.

Рис. 6. График для определения значения функции j_1 при различных видах препятствия при рассеянии экотоксикантов:

x_0 – расстояние до источника от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки в случае уступа; a_0 – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа; h_0 – высота (глубина) препятствия.

Значение коэффициента A , соответствующего неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация загрязнителей в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным по местностям:

250 – Республика Бурятия и Читинская область;

200 - европейская территория Российской Федерации южнее 50° с.ш., а также для остальных районов Нижнего Поволжья, Северного Кавказа, Дальнего Востока и районов Сибири;

180 - для европейской территории Российской Федерации и Урала от 50 до 52° с.ш.;

160 - для европейской территории России и Урала севернее 52° с.ш.;

140 - для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской и Ивановской областей.

При определении DT , $^\circ C$, следует принимать температуру атмосферного воздуха T_v , равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовойоздушной смеси T_g - по действующим для данного производства техническим нормативам.

Значения безразмерного коэффициента F принимаются:

А. Для газообразных экотоксикантов и мелкодисперсных аэрозолей (пыль, зола и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) $F = 1$;

Б. Для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в пункте А) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % $F = 2$; при коэффициенте очистки 75-90 % $F = 2,5$; менее 75 % и при отсутствии очистки $F = 3$.

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f , ρ , и f_e .

$$; \quad (9) \quad ; \quad (11)$$

$$; \quad (10) \quad . \quad (12)$$

Коэффициент t рассчитывается в зависимости от величины f по формулам:

$$\text{при } f < 100; \quad (13)$$

$$\text{при } f \geq 100. \quad (14)$$

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_e$.

Безразмерный коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от f по формулам:

$$n = 1 \text{ при } f \leq 2, \quad (15)$$

$$\text{при } 0,5 < f < 2, \quad (16)$$

$$n = 4,4 \text{ при } f < 0,5. \quad (17)$$

При $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ коэффициент n вычисляется по формулам (5.10) – (5.12) при $f = f_e$.

При расчете CM при $f \geq 100$ (или $DT \gg 0$) и (холодные выбросы) используется выражение:

$$CM = \frac{CM_0}{n}, \quad (18)$$

где

$$CM_0 = \frac{CM_{max}}{n}, \quad (19)$$

причем n определяется по формулам (15) – (17) при $f = f_e$.

При $f < 100$ и (теплые выбросы) или $f \geq 100$ и (холодные выбросы) расчет CM производится по формуле:

$$CM = \frac{CM_0}{m'}, \quad (20)$$

где

$$m' = 2,68m \text{ при } f < 100, f < 0,5; \quad (21)$$

$$m' = 0,9 \text{ при } f \geq 100, f < 0,5. \quad (22)$$

Расстояние xM (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация загрязнителя C при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения CM , определяется по формуле

$$xM = \frac{CM}{C}, \quad (23)$$

где d - безразмерная величина.

При $f < 100$ коэффициент d находится по формулам:

$$\text{при } f \leq 0,5, \quad (24)$$

$$\text{при } 0,5 < f < 2, \quad (25)$$

$$\text{при } f \geq 2. \quad (26)$$

Значение d при $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ находится из зависимостей:

$$d = 5,7 \text{ при } f \leq 0,5, \quad (27)$$

$$d = 11,4 \text{ при } 0,5 < f < 2, \quad (28)$$

$$d = 1,5 \text{ при } f \geq 2. \quad (29)$$

Значение опасной скорости ветра uM (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации экотоксиканта CM , определяется с помощью следующих зависимостей:

если $f < 100$, то

$$uM = 0,5 \text{ при } f \leq 0,5; \quad (30)$$

$$uM = 0,5 \text{ при } 0,5 < f < 2; \quad (31)$$

$$uM = 1,5 \text{ при } f \geq 2; \quad (32)$$

если $f \geq 100$ или $DT \gg 0$, тогда

$$uM = 0,5 \text{ при } f \leq 0,5; \quad (33)$$

$$uM = 0,5 \text{ при } 0,5 < f < 2; \quad (34)$$

$$uM = 2,2 \text{ при } f \geq 2. \quad (35)$$

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя CMU при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u , отличающейся от опасной скорости ветра uM , определяется по формуле:

$$CMU = rCM, \quad (36)$$

где r – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения u/uM :

$$r = 0,67(u/uM) + 1,67(u/uM)^2 - 1,34(u/uM)^3 \text{ при } u/uM \leq 1; \quad (37)$$

$$\text{при } u/uM > 1. \quad (38)$$

При проведении расчетов не используются значения скорости ветра $u < 0,5$ м/с.

Расстояние от источника выброса x_{MU} , на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация экотоксиканта достигнет максимального значения C_M , определяется по формуле:

$$x_{MU} = \rho \cdot x_M, \quad (39)$$

ρ – безразмерный коэффициент, рассчитываемый в зависимости от отношения u/uM :

$$\rho = 3 \quad \text{при } u/uM \leq 0,25; \quad (40)$$

$$\rho = 8,43(1 - u/uM)^5 + 1 \quad \text{при } 0,25 < u/uM \leq 1; \quad (41)$$

$$\rho = 0,32u/uM + 0,68 \quad \text{при } u/uM > 1. \quad (42)$$

Значение приземной концентрации экотоксикантов в атмосфере C_y (мг/м³) на расстоянии y (м) по перпендикуляру к оси факела выброса находится по формуле

$$C_y = sC, \quad (43)$$

где C – концентрация токсиканта в факеле;

s – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра u (м/с) и отношения y/x по значению аргумента ty :

$$, \quad (44)$$

$$\text{при } u \leq 5 \text{ м/с} ; \quad (45)$$

$$\text{при } u > 5 \text{ м/с} ; \quad (46)$$

x – расстояние от источника выброса.

Оценка максимальной суммарной концентрации экотоксикантов от N расположенных близко источников

Величина максимальной суммарной концентрации C_M (мг/м³) от N расположенных на площадке близко друг к другу одиночных источников, имеющих равные значения высоты, диаметра устья, скорости выхода в атмосферу и температуры газовой смеси, оценивается по формуле:

$$, \quad (47)$$

где M (г/с) – суммарная мощность выброса всеми источниками в атмосферу;

V (м³/с) – суммарный расход выбрасываемой всеми источниками газовой смеси,

$$V = V_1 N. \quad (48)$$

Значение определяется по формуле

$$. \quad (49)$$

В остальном схема расчета концентраций экотоксикантов, обусловленных выбросами от группы близко расположенных друг к другу источников выброса, не отличается от приведенной схемы расчета для одиночного источника.

Расчет концентрации веществ, обусловленных выбросами из близко расположенных друг к другу одинаковых источников, когда $DT \gg 0$ или значение параметра $f^3 \geq 100$, производится с помощью формул, приведенных в п. 5 для одиночного источника со следующими изменениями:

и формула (26) принимает вид:

$$. \quad (50)$$

Учет фоновых концентраций в расчетах загрязнения атмосферы

При наличии совокупности источников выброса вклады этих источников могут учитываться в расчетах загрязнения воздуха путем использования фоновой концентрации C_F (мг/м³), которая для отдельного источника выброса характеризует загрязнение атмосферы в городе или любом другом населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая рассматриваемый. Фоновая концентрация относится к тому же интервалу осреднения (20 - 30 минут), что и ПДКм.р..

При расчетах для действующих и реконструируемых источников используется значение фоновой концентрации, из которой исключен вклад рассматриваемого источника:

при $C \leq 2CF$; (51)

$$= 0,2 \times CF \quad \text{при } C > 2CF, \quad (52)$$

C - максимальная расчетная концентрация вещества от данного источника для точки размещения поста (взятия пробы), на котором устанавливается фон.

Для вновь строящегося предприятия (источника)

$$= CF, \quad (53)$$

где CF - фоновая концентрация, из которой ничего не исключено (единое значение для города (местности)).

Оценка величин предельно допустимых выбросов

Предельно допустимый выброс экотоксикантов в атмосферу ПДВ (г/с) устанавливается для каждого источника таким образом, чтобы выбросы поллютантов от данного источника и от совокупности источников населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеяния токсичных веществ в атмосфере не создали приземную концентрацию, превышающую их ПДКм.р..

Величины ПДВ устанавливаются для условий полной технологической нагрузки газоочистительного и технологического оборудования. Наряду с ПДВ одиночного источника должен быть установлен ПДВ предприятия в целом. При постоянстве выбросов во времени общий ПДВ находится как сумма ПДВ одиночных источников и групп мелких источников. При непостоянстве во времени выбросов от отдельных источников ПДВ предприятия в целом меньше суммы ПДВ от отдельных источников и соответствует максимально возможному выбросу от всех источников предприятия при нормальной работе технологического и газоочистительного оборудования.

При установлении ПДВ учитываются фоновые концентрации CF . В условиях оценки ПДВ действующих производств CF заменяется на .

Значения ПДВ для одиночных источников с круглым устьем при выполнении неравенства

$$CF < ПДКм.р.$$

рассчитываются по уравнению

$$. \quad (54)$$

Для $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ (холодные выбросы) ПДВ оценивается согласно зависимости

$$. \quad (55)$$

Однако следует отметить, что при расчетах ПДВ нужно рассматривать, по крайней мере, еще две величины ПДК_і, которые существенно отличаются друг от друга и от ПДКм.р.:

ПДКс.с. – это среднесуточная предельно допустимая концентрация, характеризующая максимальную допустимую фактическую концентрацию данного загрязнителя в местах постоянного проживания населения (в местах проживания населения, наиболее подверженного воздействию загрязнителей – детей, стариков, хронических больных);

ПДКр.з. - предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, то есть максимально допустимая концентрация на рабочем месте, где трудится наиболее крепкое в физическом отношении, взрослое трудоспособное население;

ПДКм.р. – максимально разовая предельно допустимая концентрация, характеризующая возможную максимальную фактическую концентрацию загрязнителя в местах, где допускается пребывание человека не более 30 минут.

Так как ПДКс.с. известна для значительно меньшего количества индивидуальных соединений, чем ПДКр.з., то ряд нормативных документов допускает использовать простое соотношение:

$$ПДКр.з./ПДКс.с. = 10.$$

Это приближенное отношение оправдывается далеко не всех экотоксикантов.

Так как ПДКм.р. также известна для весьма малого количества индивидуальных соединений, то нормативные документы допускают использование соотношения:

$$ПДКм.р./ПДКр.з. = 10.$$

Таким образом, при определении величин ПДВ в городской черте и в рабочих поселках надо рассматривать наряду с ПДКм.р. и ПДКс.с..

Тема 12. Расчет рассеивания нагретых выбросов вредных веществ в атмосфере

Расчет величин временно-допустимой концентрации с помощью эмпирических уравнений

Подход к оценке экологической обстановки посредством сопоставления фактических и предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязнителей является в настоящее время единственным научно-обоснованным. Однако его использование сопряжено с целым рядом недостатков.

Во-первых, как правило, не учитывается, что величины, лежащие в основе ПДК, не являются биофизическими константами. Доказательством этому служит факт значительного различия величин ПДК веществ, принятых в разных странах, причем такие различия достигают порой 10 и более раз. Обусловлено это тем, что государственные стандарты различных стран по-разному ужесточают экспериментально получаемые величины. В целом такое ужесточение необходимо, т.к. ПДК получают в экспериментах на животных (мыши, крысы, кролики), и экстраполируют на человека. Во-вторых, недостаток такого подхода связан с тем, что экспериментальная оценка ПДК – очень дорогостоящее и длительное мероприятие. Поэтому величины предельно-допустимых концентраций известны для сравнительно небольшого числа веществ.

Поэтому разработан ряд методов оценки критериальных величин, которые называются временно-допустимыми концентрациями (ВДК).

Они утверждаются на определенный срок, а затем либо переутверждаются, либо экспериментально определяются ПДК.

Для расчета ВДК существует несколько подходов с использованием эмпирических формул.

Формулы для расчета ВДК химических соединений в воздушной среде рабочей зоны выведены методом регрессионного анализа. В этих формулах наряду с данными, характеризующими острую токсичность, использованы значения молекулярных масс загрязняющих веществ.

$$\lg \text{ВДК}_{\text{р.з.}} = 0,91 \lg \text{ЛК50} - 2,7 + \lg M$$

$$\lg \text{ВДК}_{\text{р.з.}} = 1,53 \lg \text{ЛД50} - 5,7 + \lg M$$

Более точными можно считать эмпирические формулы, разработанные для расчета ВДК веществ, относящихся к определенным классам химических соединений.

Среднесуточные временно-допустимые концентрации (общие формулы для всех известных классов химических соединений):

$$\lg \text{ВДК}_{\text{с.с.}} = 0,62 \lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}} - 1,77$$

$$\lg \text{ВДК}_{\text{с.с.}} = 0,58 \lg \text{ЛК50} - 1,6$$

ЛК50 – летальная концентрация вещества, вызывающая при вдыхании (мыши – 2 часа, крысы – 4 часа) гибель 50% экспериментальных животных.

ЛД50 – летальная доза вещества, вызывающая при введении в организм гибель 50% экспериментальных животных.

M – Молярная масса рассматриваемого вещества.

При расчетах подставляют и получают из них величины в следующих размерностях: [ЛК50] – ммоль/л, [ЛД50] – ммоль/кг, [ВДК_{р.з.}] – мг/м³.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать временно допустимую концентрацию первичного алифатического амина в воздухе рабочей зоны, если массовая доля азота в его молекуле равна 31,11%, а концентрация, вызывающая летальный исход у 50% экспериментальных животных, равна 675 мг/л.

Временно-допустимая концентрация двухатомного предельного алифатического спирта в воздухе рабочей зоны равна 0,01 мг/м³. Найти ЛД50 спирта, если массовая доля кислорода в молекуле спирта равна 51,6%.

Рассчитать летальную дозу этанола используя вместо значения ВДКр.з. значение ПДКр.з (1000 мг/м³).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Расчет величин временно-допустимой концентрации с помощью эмпирических уравнений

Для расчета ВДКр.з.. применяют формулу:

J_i – величина биологической активности i –той химической связи реализуемой в рассматриваемом индивидуальном химическом соединении.

– суммарная биологическая активность всех связей в рассматриваемом индивидуальном соединении

[ВДКр.з.] – мг/м³, [M] – г/моль.

Эмпирические величины J_i разных связей, как функции их типа приведены в таблице.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать величину ВДКр.з. октановой кислоты, используя значения биологической активности химических связей.

Рассчитать величину биологической активности химической связи между углеродными атомами бензольного кольца и метильного радикала в толуоле, приняв его ВДК равной 50 мг/м³. Биологическую активность связи углерод-углерод в бензольном ядре рассчитать, приняв его ВДК равным ПДК (5 мг/м³).

Используя величины биологической активности химических связей найти отношение ВДКр.з. циклоаминобутана и циклоаминогексана.

Расчет максимального значения приземной концентрации экотоксиканта в условиях выброса газовой воздушной смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя СМ (мг/м³) в условиях выброса газовой воздушной смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем, достигаемое на расстоянии хМ, определяется по формуле

$$C_M = \frac{Q}{V_1} \cdot \frac{1}{h} \cdot \frac{1}{F} \cdot \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{n} \cdot A \cdot H^2 \quad (6)$$

А - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, $[A] = c_2/3 \times \text{мг} \times ^\circ\text{C}^{1/3} \times \text{г}^{-1}$;

М - масса экотоксиканта, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, $[M] = \text{г/с}$;

F - коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой воздушной смеси из устья источника выброса;

H - высота источника выброса над уровнем Земли, $[H] = \text{м}$ (для наземных источников H принимается равной 2 м);

h - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в случае ровной или слабопересеченной местности, с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $h = 1$);

V1 - расход газовой воздушной смеси, $[V1] = \text{м}^3/\text{с}$;

ΔT , °С - разность между температурой выбрасываемой газовоздушной смеси T_g и температурой окружающего воздуха T_v .

Значение коэффициента h устанавливается на основании рельефа местности в радиусе до 50 высот наиболее высокого из размещаемой на промышленной площадке источника, но не менее 2 км.

Если в окрестности рассматриваемого источника выбросов (предприятия) можно выделить отдельные изолированные препятствия, вытянутые в одном направлении (гряда, гребень, ложбина, уступ), то поправочный коэффициент на рельеф h рассчитывается по формуле:

$$h = 1 + j_1(h_m - 1) \quad (7)$$

где h_m определяется по таблице (таблица 5) в зависимости от форм рельефа, сечения которых представлены на рис 6, и безразмерных величин $n_1 = H/h_0$ и $n_2 = a_0/h_0$ (n_1 определяется с точностью до десятых, n_2 – с точностью до целых) (H – высота источника, h_0 – высота (глубина) препятствия, a_0 – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа).

Значение функции j_1 определяется в зависимости от отношения x_0/a_0 (x_0 – расстояние от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки склона в случае уступа до источника) по графикам (рис. 6), соответствующим различным формам рельефа. Если источник расположен на верхнем плато уступа, то в качестве аргумента функции j_1 вместо x_0/a_0 принимается $-x_0/a_0$.

Связь величины коэффициента h_m с n_1 и n_2

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

<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

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

>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

Если препятствия представляют собой гряды (ложбины), вытянутые в одном направлении, значения h_0 и a_0 рассчитываются для поперечного сечения, перпендикулярного этому направлению. Если изолированное препятствие представляет собой отдельный холм (впадину), то h_0 выбирается соответствующим максимальной (минимальной) отметке препятствия, а n_2 – максимальной крутизне склона, обращенного к источнику.

Учет влияния рельефа местности при определении расстояния, где достигается максимум приземной концентрации, осуществляется путем умножения коэффициента d в формуле на отношение .

Расход газовойдушной смеси V_1 вычисляется по формуле:

$$\quad , \quad (8)$$

где D (м) - диаметр устья источника выброса;

w_0 (м/с) - средняя скорость выхода газовойдушной смеси из устья источника выброса.

Рис. 6. График для определения значения функции j_1 при различных видах препятствия при рассеянии экотоксикантов:

x_0 – расстояние до источника от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки в случае уступа; a_0 – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа; h_0 – высота (глубина) препятствия.

Значение коэффициента A , соответствующего неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация загрязнителей в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным по местностям:

250 – Республика Бурятия и Читинская область;

200 – европейская территория Российской Федерации южнее 50° с.ш., а также для остальных районов Нижнего Поволжья, Северного Кавказа, Дальнего Востока и районов Сибири;

180 – для европейской территории Российской Федерации и Урала от 50 до 52° с.ш.;

160 – для европейской территории России и Урала севернее 52° с.ш.;

140 – для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской и Ивановской областей.

При определении DT , $^\circ C$, следует принимать температуру атмосферного воздуха T_v , равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой смеси T_g – по действующим для данного производства техническим нормативам.

Значения безразмерного коэффициента F принимаются:

А. Для газообразных экотоксикантов и мелкодисперсных аэрозолей (пыль, зола и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) $F = 1$;

Б. Для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в пункте А) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % $F = 2$; при коэффициенте очистки 75-90 % $F = 2,5$; менее 75 % и при отсутствии очистки $F = 3$.

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f , ϵ и f_e .

; (9) ; (11)

; (10) . (12)

Коэффициент m рассчитывается в зависимости от величины f по формулам:

$$\text{при } f < 100; \quad (13)$$

$$\text{при } f \geq 100. \quad (14)$$

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_e$.

Безразмерный коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от ϵ по формулам:

$$n = 1 \text{ при } \epsilon \geq 2, \quad (15)$$

$$\text{при } 0,5 \leq \epsilon < 2, \quad (16)$$

$$n = 4,4 \text{ при } \epsilon < 0,5. \quad (17)$$

При $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ коэффициент n вычисляется по формулам (5.10) – (5.12) при $\epsilon = 1$.

При расчете СМ при $f \geq 100$ (или $DT \gg 0$) и (холодные выбросы) используется выражение:

$$C_{\text{м}} = C_{\text{н}} \cdot \frac{1}{f}, \quad (18)$$

где

$$C_{\text{н}} = C_{\text{м}} \cdot f, \quad (19)$$

причем n определяется по формулам (15) – (17) при $\epsilon = 1$.

При $f < 100$ и $\epsilon \geq 2$ или $f \geq 100$ и $\epsilon < 2$ расчет СМ производится по формуле:

$$C_{\text{м}} = C_{\text{н}} \cdot \frac{1}{f}, \quad (20)$$

где

$$m' = 2,68m \text{ при } f < 100, \epsilon < 0,5; \quad (21)$$

$$m' = 0,9 \text{ при } f \geq 100, \epsilon < 0,5. \quad (22)$$

Расстояние x_M (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация загрязнителя C при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения CM , определяется по формуле

$$, \quad (23)$$

где d - безразмерная величина.

При $f < 100$ коэффициент d находится по формулам:

$$\text{при } f \leq 0,5, \quad (24)$$

$$\text{при } 0,5 < f \leq 2, \quad (25)$$

$$\text{при } f > 2. \quad (26)$$

Значение d при $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ находится из зависимостей:

$$d = 5,7 \quad \text{при } f \leq 0,5, \quad (27)$$

$$d = 11,4 \quad \text{при } 0,5 < f \leq 2, \quad (28)$$

$$d = \quad \text{при } f > 2. \quad (29)$$

Значение опасной скорости ветра u_M (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации экотоксиканта CM , определяется с помощью следующих зависимостей:

если $f < 100$, то

$$u_M = 0,5 \quad \text{при } f \leq 0,5; \quad (30)$$

$$u_M = \quad \text{при } 0,5 < f \leq 2; \quad (31)$$

$$u_M = \quad \text{при } f > 2; \quad (32)$$

если $f \geq 100$ или $DT \gg 0$, тогда

$$u_M = 0,5 \quad \text{при } f \leq 0,5; \quad (33)$$

$$u_M = \quad \text{при } 0,5 < f \leq 2; \quad (34)$$

$$u_M = 2,2 \quad \text{при } f > 2. \quad (35)$$

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя CM_U при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u , отличающейся от опасной скорости ветра u_M , определяется по формуле:

$$CM_U = rCM, \quad (36)$$

где r – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения u/u_M :

$$r = 0,67(u/u_M) + 1,67(u/u_M)^2 - 1,34(u/u_M)^3 \quad \text{при } u/u_M \leq 1; \quad (37)$$

$$\text{при } u/u_M > 1. \quad (38)$$

При проведении расчетов не используются значения скорости ветра $u < 0,5$ м/с.

Расстояние от источника выброса x_{MU} , на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация экотоксиканта достигнет максимального значения CM , определяется по формуле:

$$x_{MU} = \rho \cdot x_M, \quad (39)$$

ρ – безразмерный коэффициент, рассчитываемый в зависимости от отношения u/u_M :

$$\rho = 3 \quad \text{при } u/u_M \leq 0,25; \quad (40)$$

$$\rho = 8,43(1 - u/u_M)^5 + 1 \quad \text{при } 0,25 < u/u_M \leq 1; \quad (41)$$

$$\rho = 0,32u/u_M + 0,68 \quad \text{при } u/u_M > 1. \quad (42)$$

Значение приземной концентрации экотоксикантов в атмосфере C_y (мг/м³) на расстоянии y (м) по перпендикуляру к оси факела выброса находится по формуле

$$C_y = sC, \quad (43)$$

где C - концентрация токсиканта в факеле;

s - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра u (м/с) и отношения y/x по значению аргумента ty :

$$, \quad (44)$$

$$\text{при } u \leq 5 \text{ м/с}; \quad (45)$$

$$\text{при } u > 5 \text{ м/с}; \quad (46)$$

x - расстояние от источника выброса.

Оценка максимальной суммарной концентрации экотоксикантов от N расположенных близко источников

Величина максимальной суммарной концентрации $СМ$ (мг/м³) от N расположенных на площадке близко друг к другу одиночных источников, имеющих равные значения высоты, диаметра устья, скорости выхода в атмосферу и температуры газовой смеси, оценивается по формуле:

$$, \quad (47)$$

где M (г/с) - суммарная мощность выброса всеми источниками в атмосферу;

V (м³/с) - суммарный расход выбрасываемой всеми источниками газовой смеси,

$$V = V_1 N. \quad (48)$$

Значение определяется по формуле

$$. \quad (49)$$

В остальном схема расчета концентраций экотоксикантов, обусловленных выбросами от группы близко расположенных друг к другу источников выброса, не отличается от приведенной схемы расчета для одиночного источника.

Расчет концентрации веществ, обусловленных выбросами из близко расположенных друг к другу одинаковых источников, когда $DT \gg 0$ или значение параметра $f^3 \gg 100$, производится с помощью формул, приведенных в п. 5 для одиночного источника со следующими изменениями:

и формула (26) принимает вид:

$$. \quad (50)$$

Учет фоновых концентраций в расчетах загрязнения атмосферы

При наличии совокупности источников выброса вклады этих источников могут учитываться в расчетах загрязнения воздуха путем использования фоновой концентрации $СФ$ (мг/м³), которая для отдельного источника выброса характеризует загрязнение атмосферы в городе или любом другом населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая рассматриваемый. Фоновая концентрация относится к тому же интервалу осреднения (20 - 30 минут), что и ПДКм.р..

При расчетах для действующих и реконструируемых источников используется значение фоновой концентрации, из которой исключен вклад рассматриваемого источника:

$$\text{при } C \leq 2СФ; \quad (51)$$

$$= 0,2 \times СФ \quad \text{при } C > 2СФ, \quad (52)$$

C - максимальная расчетная концентрация вещества от данного источника для точки размещения поста (взятия пробы), на котором устанавливается фон.

Для вновь строящегося предприятия (источника)

$$= СФ, \quad (53)$$

где $СФ$ - фоновая концентрация, из которой ничего не исключено (единое значение для города (местности)).

Оценка величин предельно допустимых выбросов

Предельно допустимый выброс экотоксикантов в атмосферу ПДВ (г/с) устанавливается для каждого источника таким образом, чтобы выбросы поллютантов от данного источника и от совокупности источников населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеяния токсичных веществ в атмосфере не создали приземную концентрацию, превышающую их ПДКм.р..

Величины ПДВ устанавливаются для условий полной технологической нагрузки газоочистительного и технологического оборудования. Наряду с ПДВ одиночного источника должен быть установлен ПДВ предприятия в целом. При постоянстве выбросов во времени общий ПДВ находится как сумма ПДВ одиночных источников и групп мелких источников. При непостоянстве во времени выбросов от отдельных источников ПДВ предприятия в целом меньше суммы ПДВ от отдельных источников и соответствует максимально возможному выбросу от всех источников предприятия при нормальной работе технологического и газоочистительного оборудования.

При установлении ПДВ учитываются фоновые концентрации СФ. В условиях оценки ПДВ действующих производств СФ заменяется на .

Значения ПДВ для одиночных источников с круглым устьем при выполнении неравенства $СФ < ПДК_{м.р.}$

рассчитываются по уравнению

$$. \quad (54)$$

Для $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ (холодные выбросы) ПДВ оценивается согласно зависимости

$$. \quad (55)$$

Однако следует отметить, что при расчетах ПДВ нужно рассматривать, по крайней мере, еще две величины ПДК_і, которые существенно отличаются друг от друга и от ПДК_{м.р.}:

ПДК_{с.с.} – это среднесуточная предельно допустимая концентрация, характеризующая максимальную допустимую фактическую концентрацию данного загрязнителя в местах постоянного проживания населения (в местах проживания населения, наиболее подверженного воздействию загрязнителей – детей, стариков, хронических больных);

ПДК_{р.з.} - предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, то есть максимально допустимая концентрация на рабочем месте, где трудится наиболее крепкое в физическом отношении, взрослое трудоспособное население;

ПДК_{м.р.} – максимально разовая предельно допустимая концентрация, характеризующая возможную максимальную фактическую концентрацию загрязнителя в местах, где допускается пребывание человека не более 30 минут.

Так как ПДК_{с.с.} известна для значительно меньшего количества индивидуальных соединений, чем ПДК_{р.з.}, то ряд нормативных документов допускает использовать простое соотношение:

$$ПДК_{р.з.}/ПДК_{с.с.} = 10.$$

Это приближенное отношение оправдывается далеко не всех экотоксикантов.

Так как ПДК_{м.р.} также известна для весьма малого количества индивидуальных соединений, то нормативные документы допускают использование соотношения:

$$ПДК_{м.р.}/ПДК_{р.з.} = 10.$$

Таким образом, при определении величин ПДВ в городской черте и в рабочих поселках надо рассматривать наряду с ПДК_{м.р.} и ПДК_{с.с.}.

Тема 13. Расчет рассеивания холодных выбросов вредных веществ в атмосфере.

Расчет величин временно-допустимой концентрации с помощью эмпирических уравнений

Подход к оценке экологической обстановки посредством сопоставления фактических и предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязнителей является в настоящее время единственным научно-обоснованным. Однако его использование сопряжено с целым рядом недостатков.

Во-первых, как правило, не учитывается, что величины, лежащие в основе ПДК, не являются биофизическими константами. Доказательством этому служит факт значительного различия величин ПДК веществ, принятых в разных странах, причем такие различия достигают порой 10 и более раз. Обусловлено это тем, что государственные стандарты различных стран по-разному ужесточают экспериментально получаемые величины. В целом такое ужесточение необходимо, т.к. ПДК получают в экспериментах на животных (мыши, крысы, кролики), и экстраполируют на человека. Во-вторых, недостаток такого подхода связан с тем, что экспериментальная оценка ПДК – очень дорогостоящее и длительное мероприятие. Поэтому величины предельно-допустимых концентраций известны для сравнительно небольшого числа веществ.

Поэтому разработан ряд методов оценки критериальных величин, которые называются временно-допустимыми концентрациями (ВДК).

Они утверждаются на определенный срок, а затем либо переутверждаются, либо экспериментально определяются ПДК.

Для расчета ВДК существует несколько подходов с использованием эмпирических формул.

Формулы для расчета ВДК химических соединений в воздушной среде рабочей зоны выведены методом регрессионного анализа. В этих формулах наряду с данными, характеризующими острую токсичность, использованы значения молекулярных масс загрязняющих веществ.

$$\lg \text{ВДК}_{\text{р.з.}} = 0,91 \lg \text{ЛК50} - 2,7 + \lg M$$

$$\lg \text{ВДК}_{\text{р.з.}} = 1,53 \lg \text{ЛД50} - 5,7 + \lg M$$

Более точными можно считать эмпирические формулы, разработанные для расчета ВДК веществ, относящихся к определенным классам химических соединений.

Среднесуточные временно-допустимые концентрации (общие формулы для всех известных классов химических соединений):

$$\lg \text{ВДК}_{\text{с.с.}} = 0,62 \lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}} - 1,77$$

$$\lg \text{ВДК}_{\text{с.с.}} = 0,58 \lg \text{ЛК50} - 1,6$$

ЛК50 – летальная концентрация вещества, вызывающая при вдыхании (мыши – 2 часа, крысы – 4 часа) гибель 50% экспериментальных животных.

ЛД50 – летальная доза вещества, вызывающая при введении в организм гибель 50% экспериментальных животных.

М – Молярная масса рассматриваемого вещества.

При расчетах подставляют и получают из них величины в следующих размерностях: [ЛК50] – ммоль/л, [ЛД50] – ммоль/кг, [ВДК_{р.з.}] – мг/м³.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать временно допустимую концентрацию первичного алифатического амина в воздухе рабочей зоны, если массовая доля азота в его молекуле равна 31,11%, а концентрация, вызывающая летальный исход у 50% экспериментальных животных, равна 675 мг/л.

Временно-допустимая концентрация двухатомного предельного алифатического спирта в воздухе рабочей зоны равна 0,01 мг/м³. Найти ЛД50 спирта, если массовая доля кислорода в молекуле спирта равна 51,6%.

Рассчитать летальную дозу этанола используя вместо значения ВДК_{р.з.} значение ПДК_{р.з.} (1000 мг/м³).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Расчет величин временно-допустимой концентрации с помощью эмпирических уравнений

Для расчета ВДК_{р.з.} применяют формулу:

J_i – величина биологической активности i – той химической связи реализуемой в рассматриваемом индивидуальном химическом соединении.

– суммарная биологическая активность всех связей в рассматриваемом индивидуальном соединении

[ВДК_{р.з.}] – мг/м³, [М] – г/моль.

Эмпирические величины J_i разных связей, как функции их типа приведены в таблице.

ЗАДАНИЕ

Рассчитать величину ВДКр.з. октановой кислоты, используя значения биологической активности химических связей.

Рассчитать величину биологической активности химической связи между углеродными атомами бензольного кольца и метильного радикала в толуоле, приняв его ВДК равной 50 мг/м³. Биологическую активность связи углерод-углерод в бензольном ядре рассчитать, приняв его ВДК равным ПДК (5 мг/м³).

Используя величины биологической активности химических связей найти отношение ВДКр.з. циклоаминобутана и циклоаминогексана.

Расчет максимального значения приземной концентрации экотоксиканта в условиях выброса газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя СМ (мг/м³) в условиях выброса газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем, достигаемое на расстоянии хМ, определяется по формуле

$$C_M = \frac{M}{V_1} \cdot A \cdot F \cdot h \cdot j_1 \cdot \frac{1}{H} \cdot \frac{1}{n_1} \cdot \frac{1}{n_2} \cdot \frac{1}{h_0} \cdot \frac{1}{a_0} \cdot \frac{1}{x_0} \cdot \frac{1}{a_0} \quad (6)$$

А - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, $[A] = c_2/3 \times \text{мг} \times ^\circ\text{C}^{1/3} \times \text{г}^{-1}$;

М - масса экотоксиканта, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, $[M] = \text{г/с}$;

F - коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

H - высота источника выброса над уровнем Земли, $[H] = \text{м}$ (для наземных источников H принимается равной 2 м);

h - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в случае ровной или слабопересеченной местности, с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $h = 1$);

V1 - расход газовой смеси, $[V_1] = \text{м}^3/\text{с}$;

DT, °C - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси Tг и температурой окружающего воздуха Tв.

Значение коэффициента h устанавливается на основании рельефа местности в радиусе до 50 высот наиболее высокого из размещаемой на промышленной площадке источника, но не менее 2 км.

Если в окрестности рассматриваемого источника выбросов (предприятия) можно выделить отдельные изолированные препятствия, вытянутые в одном направлении (гряда, гребень, ложбина, уступ), то поправочный коэффициент на рельеф h рассчитывается по формуле:

$$h = 1 + j_1(h_m - 1) \quad (7)$$

где h_m определяется по таблице (таблица 5) в зависимости от форм рельефа, сечения которых представлены на рис 6, и безразмерных величин $n_1 = H/h_0$ и $n_2 = a_0/h_0$ (n_1 определяется с точностью до десятых, n_2 – с точностью до целых) (H – высота источника, h_0 – высота (глубина) препятствия, a_0 – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа).

Значение функции j_1 определяется в зависимости от отношения x_0/a_0 (x_0 – расстояние от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки склона в случае уступа до источника) по графикам (рис. 6), соответствующим различным формам рельефа. Если источник расположен на верхнем плато уступа, то в качестве аргумента функции j_1 вместо x_0/a_0 принимается - x_0/a_0 .

Связь величины коэффициента h_m с n_1 и n_2

*n1**ложбина (впадина)**уступ**гряда (холм)**n2**4-5**6-9**10-15**16-20**4-5**6-9**10-15**16-20**4-5**6-9**10-15**16-20**<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

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

>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

Если препятствия представляют собой гряды (ложбины), вытянутые в одном направлении, значения h_0 и a_0 рассчитываются для поперечного сечения, перпендикулярного этому направлению. Если изолированное препятствие представляет собой отдельный холм (впадину), то h_0 выбирается соответствующим максимальной (минимальной) отметке препятствия, а α_0 – максимальной крутизне склона, обращенного к источнику.

Учет влияния рельефа местности при определении расстояния, где достигается максимум приземной концентрации, осуществляется путем умножения коэффициента d в формуле на отношение .

Расход газовой смеси V_1 вычисляется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi D^2 w_0}{4} \quad (8)$$

где D (м) - диаметр устья источника выброса;

w_0 (м/с) - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса.

Рис. 6. График для определения значения функции j_1 при различных видах препятствия при рассеянии экотоксикантов:

x_0 – расстояние до источника от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки в случае уступа; a_0 – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа; h_0 – высота (глубина) препятствия.

Значение коэффициента A , соответствующего неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация загрязнителей в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным по местностям:

250 – Республика Бурятия и Читинская область;

200 - европейская территория Российской Федерации южнее 50° с.ш., а также для остальных районов Нижнего Поволжья, Северного Кавказа, Дальнего Востока и районов Сибири;

180 - для европейской территории Российской Федерации и Урала от 50 до 52° с.ш.;

160 - для европейской территории России и Урала севернее 52° с.ш.;

140 - для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской и Ивановской областей.

При определении DT , °C, следует принимать температуру атмосферного воздуха T_v , равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси T_g - по действующим для данного производства техническим нормативам.

Значения безразмерного коэффициента F принимаются:

А. Для газообразных экотоксикантов и мелкодисперсных аэрозолей (пыль, зола и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) $F = 1$;

Б. Для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в пункте А) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % $F = 2$; при коэффициенте очистки 75-90 % $F = 2,5$; менее 75 % и при отсутствии очистки $F = 3$.

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f , φ и $f\varphi$.

$$; \quad (9) \quad ; \quad (11)$$

$$; \quad (10) \quad . \quad (12)$$

Коэффициент m рассчитывается в зависимости от величины f по формулам:

$$\text{при } f < 100; \quad (13)$$

$$\text{при } f \geq 100. \quad (14)$$

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_e$.

Безразмерный коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от φ по формулам:

$$n = 1 \text{ при } \varphi \geq 2, \quad (15)$$

$$\text{при } 0,5 \leq \varphi < 2, \quad (16)$$

$$n = 4,4 \text{ при } \varphi < 0,5. \quad (17)$$

При $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ коэффициент n вычисляется по формулам (5.10) – (5.12) при $\varphi = 1$.

При расчете СМ при $f \geq 100$ (или $DT \gg 0$) и (холодные выбросы) используется выражение:

$$, \quad (18)$$

где

$$, \quad (19)$$

причем n определяется по формулам (15) – (17) при $\varphi = 1$.

При $f < 100$ и $\varphi \geq 2$ или $f \geq 100$ и $\varphi < 2$ расчет СМ производится по формуле:

$$, \quad (20)$$

где

$$m' = 2,68m \text{ при } f < 100, \varphi < 0,5; \quad (21)$$

$$m' = 0,9 \text{ при } f \geq 100, \varphi < 0,5. \quad (22)$$

Расстояние x_M (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация загрязнителя C при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения СМ, определяется по формуле

$$, \quad (23)$$

где d - безразмерная величина.

При $f < 100$ коэффициент d находится по формулам:

$$\text{при } \varphi \leq 0,5, \quad (24)$$

$$\text{при } 0,5 < \varphi \leq 2, \quad (25)$$

$$\text{при } \varphi > 2. \quad (26)$$

Значение d при $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ находится из зависимостей:

$$d = 5,7 \text{ при } \varphi \leq 0,5, \quad (27)$$

$$d = 11,4 \text{ при } 0,5 < \varphi \leq 2, \quad (28)$$

$$d = \text{при } \varphi > 2. \quad (29)$$

Значение опасной скорости ветра u_M (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации экотоксиканта СМ, определяется с помощью следующих зависимостей:

если $f < 100$, то

$$uM = 0,5 \text{ при } \leq 0,5; \quad (30)$$

$$uM = \text{при } 0,5 < \leq 2; \quad (31)$$

$$uM = \text{при } > 2; \quad (32)$$

если $f^3 100$ или $DT \gg 0$, тогда

$$uM = 0,5 \text{ при } \leq 0,5; \quad (33)$$

$$uM = \text{при } 0,5 < \leq 2; \quad (34)$$

$$uM = 2,2 \text{ при } > 2. \quad (35)$$

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя CMU при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u , отличающейся от опасной скорости ветра uM , определяется по формуле:

$$CMU = rCM, \quad (36)$$

где r – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения u/uM :

$$r = 0,67(u/uM) + 1,67(u/uM)^2 - 1,34(u/uM)^3 \text{ при } u/uM \leq 1; \quad (37)$$

$$\text{при } u/uM > 1. \quad (38)$$

При проведении расчетов не используются значения скорости ветра $u < 0,5$ м/с.

Расстояние от источника выброса xMU , на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация экотоксиканта достигнет максимального значения CM , определяется по формуле:

$$xMU = \rho \cdot xM, \quad (39)$$

ρ – безразмерный коэффициент, рассчитываемый в зависимости от отношения u/uM :

$$\rho = 3 \text{ при } u/uM \leq 0,25; \quad (40)$$

$$\rho = 8,43(1 - u/uM)^5 + 1 \text{ при } 0,25 < u/uM \leq 1; \quad (41)$$

$$\rho = 0,32u/uM + 0,68 \text{ при } u/uM > 1. \quad (42)$$

Значение приземной концентрации экотоксикантов в атмосфере Cy (мг/м³) на расстоянии y (м) по перпендикуляру к оси факела выброса находится по формуле

$$Cy = sC, \quad (43)$$

где C – концентрация токсиканта в факеле;

s – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра u (м/с) и отношения y/x по значению аргумента ty :

$$, \quad (44)$$

$$\text{при } u \leq 5 \text{ м/с}; \quad (45)$$

$$\text{при } u > 5 \text{ м/с}; \quad (46)$$

x – расстояние от источника выброса.

Оценка максимальной суммарной концентрации экотоксикантов от N расположенных близко источников

Величина максимальной суммарной концентрации CM (мг/м³) от N расположенных на площадке близко друг к другу одиночных источников, имеющих равные значения высоты, диаметра устья, скорости выхода в атмосферу и температуры газовой смеси, оценивается по формуле:

$$, \quad (47)$$

где M (г/с) – суммарная мощность выброса всеми источниками в атмосферу;

V (м³/с) – суммарный расход выбрасываемой всеми источниками газовой смеси,

$$V = V_1N. \quad (48)$$

Значение определяется по формуле

$$. \quad (49)$$

В остальном схема расчета концентраций экотоксикантов, обусловленных выбросами от группы близко расположенных друг к другу источников выброса, не отличается от приведенной схемы расчета для одиночного источника.

Расчет концентрации веществ, обусловленных выбросами из близко расположенных друг к другу одинаковых источников, когда $DT \gg 0$ или значение параметра $f^3 \geq 100$, производится с помощью формул, приведенных в п. 5 для одиночного источника со следующими изменениями:

и формула (26) принимает вид:

(50)

Учет фоновых концентраций в расчетах загрязнения атмосферы

При наличии совокупности источников выброса вклады этих источников могут учитываться в расчетах загрязнения воздуха путем использования фоновой концентрации $СФ$ (мг/м³), которая для отдельного источника выброса характеризует загрязнение атмосферы в городе или любом другом населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая рассматриваемый. Фоновая концентрация относится к тому же интервалу осреднения (20 - 30 минут), что и ПДКм.р..

При расчетах для действующих и реконструируемых источников используется значение фоновой концентрации, из которой исключен вклад рассматриваемого источника:

при $C \leq 2СФ$; (51)

$= 0,2 \times СФ$ при $C > 2СФ$, (52)

C - максимальная расчетная концентрация вещества от данного источника для точки размещения поста (взятия пробы), на котором устанавливается фон.

Для вновь строящегося предприятия (источника)

$= СФ$, (53)

где $СФ$ - фоновая концентрация, из которой ничего не исключено (единое значение для города (местности)).

Оценка величин предельно допустимых выбросов

Предельно допустимый выброс экотоксикантов в атмосферу ПДВ (г/с) устанавливается для каждого источника таким образом, чтобы выбросы поллютантов от данного источника и от совокупности источников населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеяния токсичных веществ в атмосфере не создали приземную концентрацию, превышающую их ПДКм.р..

Величины ПДВ устанавливаются для условий полной технологической нагрузки газоочистительного и технологического оборудования. Наряду с ПДВ одиночного источника должен быть установлен ПДВ предприятия в целом. При постоянстве выбросов во времени общий ПДВ находится как сумма ПДВ одиночных источников и групп мелких источников. При непостоянстве во времени выбросов от отдельных источников ПДВ предприятия в целом меньше суммы ПДВ от отдельных источников и соответствует максимально возможному выбросу от всех источников предприятия при нормальной работе технологического и газоочистительного оборудования.

При установлении ПДВ учитываются фоновые концентрации $СФ$. В условиях оценки ПДВ действующих производств $СФ$ заменяется на .

Значения ПДВ для одиночных источников с круглым устьем при выполнении неравенства

$СФ < ПДКм.р.$

рассчитываются по уравнению

(54)

Для $f^3 \geq 100$ или $DT \gg 0$ (холодные выбросы) ПДВ оценивается согласно зависимости

(55)

Однако следует отметить, что при расчетах ПДВ нужно рассматривать, по крайней мере, еще две величины $ПДК_i$, которые существенно отличаются друг от друга и от ПДКм.р.:

$ПДКс.с.$ – это среднесуточная предельно допустимая концентрация, характеризующая максимальную допустимую фактическую концентрацию данного загрязнителя в местах постоянного проживания населения (в местах проживания населения, наиболее подверженного воздействию загрязнителей – детей, стариков, хронических больных);

ПДКр.з. - предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, то есть максимально допустимая концентрация на рабочем месте, где трудится наиболее крепкое в физическом отношении, взрослое трудоспособное население;

ПДКм.р. – максимально разовая предельно допустимая концентрация, характеризующая возможную максимальную фактическую концентрацию загрязнителя в местах, где допускается пребывание человека не более 30 минут.

Так как ПДКс.с. известна для значительно меньшего количества индивидуальных соединений, чем ПДКр.з., то ряд нормативных документов допускает использовать простое соотношение:

$$\text{ПДКр.з.}/\text{ПДКс.с.} = 10.$$

Это приближенное отношение оправдывается далеко не всех экотоксикантов.

Так как ПДКм.р. также известна для весьма малого количества индивидуальных соединений, то нормативные документы допускают использование соотношения:

$$\text{ПДКм.р.}/\text{ПДКр.з.} = 10.$$

Таким образом, при определении величин ПДВ в городской черте и в рабочих поселках надо рассматривать наряду с ПДКм.р. и ПДКс.с..

Тестирование

Тема 4. Биомониторинг. Биоиндикация. Формы биоиндикации.

1. Как называется система повторных наблюдений одного и того же элемента окружающей природной среды в пространстве и времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленной программой.

аудит;

мониторинг;

фронтальная проверка;

тестирование.

2. К какому уровню относится межгосударственная система мониторинга окружающей среды. государственному.

глобальному.

региональному.

детальному.

3. Чем определяется уровень, степень сложности, а так же принадлежность системы наблюдений. **задачи, для решения которых осуществляется мониторинг.**

техническими возможностями структур, осуществляющих мониторинговые исследования.

условиями стороны, заказывающей проведение мониторинговых исследований.

особенностями объектов для контроля за состоянием которых проводятся мониторинговые исследования.

4. Какая служба ведет в РФ контроль абиотической составляющей окружающей среды в рамках ЕГСЭМ.

Государственная служба наблюдений.

Федеральное агентство по горному, атомному и технологическому надзору.

санитарно-эпидемиологический надзор.

Росгидромет.

5. С какой частотой на станции фоновых мониторинга производится отбор и анализ проб воздуха.

ежедневно.

через день.

раз в неделю.

раз в месяц.

Тема 7. Эколого-геофизический мониторинг окружающей среды. Геофизический мониторинг экологически опасных природных процессов.

1. В каком случае метод биоиндикации практически незаменим.
контролируемый фактор не поддается измерению современными физико-химическими методами.
контролируемый фактор легко измерить, но трудно интерпретировать.
контролируемый фактор напрямую связан с жизнедеятельностью живых организмов.
контролируемый фактор вызывает у живых организмов однозначную реакцию.
2. Какая из концепций разрешения экологических проблем добавила системе мониторинга задачи контроля за текущим состоянием окружающей среды и загрязнителей.
концепция «всеобщей очистки».
концепция «тотального управления».
концепция «экологической безопасности».
концепция «устойчивого развития».
3. В результате чего во всех странах концепции и системы экологического мониторинга появлялись лишь через 8-10 лет после разработки и принятия очередной доктрины экологической безопасности.
как сложная и многоуровневая система, экологический мониторинг требует значительного времени для разработки и отладки функциональной структуры.
изменение приоритетов государственной экологической политики значительно опережают возможности трансформирования системы мониторинга.
система управления экологической ситуацией строится в соответствии принятыми на государственном уровне целью и приоритетами разрешения экологических проблем.
требования к мониторингу определялись уже после конструирования системы управления.
4. Каким, по сути, является этап прогнозирования при моделировании в экологическом мониторинге.
индуктивным.
дедуктивным.
детерминированным.
вероятностным.
5. Какие технологии экогеофизического мониторинга дают возможность изучать особенности изменчивости природной среды крупных регионов под влиянием антропогенного воздействия; обследовать урбанизированные территории, отдельные промышленные и сельскохозяйственные предприятия; выявлять источники загрязнения.
наземные.
дистанционные.
подземные.
общие.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-3)

3 семестр

1. Развитие экологической экспертизы и ОВОС в России.
2. Роль экологических экспертиз в устойчивом развитии государств.
3. Обоснование экологических требований в предынвестиционной и проектной документации.

4. Экологическое нормирование: виды, формы, механизмы.
5. Технологическая оценка последствий создания проектируемых объектов.
6. Экономическая оценка последствий создания проектируемых объектов.
7. Основные понятия и принципы экологического обоснования планируемой деятельности.
8. ОВОС: порядок проведения, подготовка технического задания, состав материалов, подготовка заключения.
9. Обобщенные критерии экологической безопасности.
10. Интегральные показатели техногенных воздействий.
11. Стратегическая экологическая оценка: предмет, задачи, принципы, организация проведения.
12. Положение о проведении государственной экологической экспертизы.
13. Нормативно-правовое обеспечение экологической экспертизы.
14. Объекты экологической экспертизы.
15. Процедура экспертизы, принципы, методические и организационные вопросы.
16. Структура и содержание сводного заключения государственной экологической экспертизы проектов.
17. Повторная государственная экологическая экспертиза: особенности, организация, проведение.
18. Особенности государственной экологической экспертизы различных объектов.
19. Общественная экологическая экспертиза.
20. Ответственность за невыполнение требований государственной экологической экспертизы.

5 семестр.

1. Задачи и принципы экологического менеджмента.
2. Британский стандарт в области систем экологического менеджмента BS 7750.
3. Стандарты ISO 14000. Система документов стандартов серии ISO 14000.
4. Стандарт ISO 14001. Основные стадии внедрения и функционирование системы экологического менеджмента по ISO 14001.
5. Преимущества для предприятий от внедрения систем экологического менеджмента по ISO 14000. Проблемы ISO 14000
6. ГОСТ Р ИСО 14000. Принципиальные различия между российскими стандартами их западным аналогом.
7. Различия в понятиях «экологический менеджмент» и «экологическое управление».
8. Требования, предъявляемые к системе управления окружающей средой (по ГОСТ Р ИСО 14001-98).
9. Внедрение и функционирование системы управления окружающей среды.
10. Экологическая эффективность согласно ГОСТ Р ИСО 14001-98. Оценивание экологической эффективности. Критерий экологической эффективности. Показатель экологической эффективности. Показатель эффективности управления. Показатель эффективности функционирования. Стадии процесса.
11. Оценивание экологической эффективности. Стадия планирования.
12. Выполнение оценки экологической эффективности. Рассмотрение и улучшение оценивание экологической эффективности.
13. Экологическая маркировка I типа. Программа экологической маркировки типа I.
14. Критерии экологичности продукции. Принципы экологической маркировки I типа.
15. Процедуры разработки и пересмотра экологической маркировки I типа. Процедуры сертификации продукции и проверка соответствия экологическим критериям.
16. Основные типы структур систем экологического управления и менеджмента.
17. Коммуникации в системе экологического менеджмента.

Расчет максимального значения приземной концентрации экотоксиканта в условиях выброса газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя CM ($мг/м^3$) в условиях выброса газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем, достигаемое на расстоянии xM , определяется по формуле

$$C = \frac{M}{V} \cdot A \cdot F \cdot \frac{H}{h} \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{DT}{T_в} \quad (6)$$

A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, $[A] = c_2/3 \times мг \times ^\circ C^{1/3} \times г^{-1}$;

M - масса экотоксиканта, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, $[M] = г/с$;

F - коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

H - высота источника выброса над уровнем Земли, $[H] = м$ (для наземных источников H принимается равной 2 м);

h - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в случае ровной или слабопересеченной местности, с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $h = 1$);

V_1 - расход газовой смеси, $[V_1] = м^3/с$;

$DT, ^\circ C$ - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси $T_г$ и температурой окружающего воздуха $T_в$.

Значение коэффициента h устанавливается на основании рельефа местности в радиусе до 50 высот наиболее высокого из размещаемой на промышленной площадке источника, но не менее 2 км.

Если в окрестности рассматриваемого источника выбросов (предприятия) можно выделить отдельные изолированные препятствия, вытянутые в одном направлении (гряда, гребень, ложбина, уступ), то поправочный коэффициент на рельеф h рассчитывается по формуле:

$$h = 1 + j_1(h_m - 1) \quad (7)$$

где h_m определяется по таблице (таблица 5) в зависимости от форм рельефа, сечения которых представлены на рис 6, и безразмерных величин $n_1 = H/h_0$ и $n_2 = a_0/h_0$ (n_1 определяется с точностью до десятых, n_2 - с точностью до целых) (H - высота источника, h_0 - высота (глубина) препятствия, a_0 - полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа).

Значение функции j_1 определяется в зависимости от отношения x_0/a_0 (x_0 - расстояние от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки склона в случае уступа до источника) по графикам (рис. 6), соответствующим различным формам рельефа. Если источник расположен на верхнем плато уступа, то в качестве аргумента функции j_1 вместо x_0/a_0 принимается - x_0/a_0 .

Связь величины коэффициента h_m с n_1 и n_2

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

<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

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

>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

Если препятствия представляют собой гряды (ложбины), вытянутые в одном направлении, значения h_0 и a_0 рассчитываются для поперечного сечения, перпендикулярного этому направлению. Если изолированное препятствие представляет собой отдельный холм (впадину), то h_0 выбирается соответствующим максимальной (минимальной) отметке препятствия, а p_2 – максимальной крутизне склона, обращенного к источнику.

Учет влияния рельефа местности при определении расстояния, где достигается максимум приземной концентрации, осуществляется путем умножения коэффициента d в формуле на отношение .

Расход газовой смеси V_1 вычисляется по формуле:

$$, \quad (8)$$

где D (м) - диаметр устья источника выброса;

w_0 (м/с) - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса.

Рис. 6. График для определения значения функции j_1 при различных видах препятствия при рассеянии экотоксикантов:

x_0 – расстояние до источника от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки в случае уступа; a_0 – полуширина гряды, холма, ложбины или протяженность бокового склона уступа; h_0 – высота (глубина) препятствия.

Значение коэффициента A , соответствующего неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация загрязнителей в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным по местностям:

250 – Республика Бурятия и Читинская область;

200 - европейская территория Российской Федерации южнее 50° с.ш., а также для остальных районов Нижнего Поволжья, Северного Кавказа, Дальнего Востока и районов Сибири;

180 - для европейской территории Российской Федерации и Урала от 50 до 52° с.ш.;

160 - для европейской территории России и Урала севернее 52° с.ш.;

140 - для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской и Ивановской областей.

При определении DT , $^\circ C$, следует принимать температуру атмосферного воздуха T_v , равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой смеси T_g - по действующим для данного производства техническим нормативам.

Значения безразмерного коэффициента F принимаются:

А. Для газообразных экотоксикантов и мелкодисперсных аэрозолей (пыль, зола и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) $F = 1$;

Б. Для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в пункте А) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % $F = 2$; при коэффициенте очистки 75-90 % $F = 2,5$; менее 75 % и при отсутствии очистки $F = 3$.

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f , σ и f_e .

$$; \quad (9) \quad ; \quad (11)$$

$$; \quad (10) \quad . \quad (12)$$

Коэффициент m рассчитывается в зависимости от величины f по формулам:

$$\text{при } f < 100; \quad (13)$$

$$\text{при } f \geq 100. \quad (14)$$

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_e$.

Безразмерный коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от σ по формулам:

$$n = 1 \text{ при } f \geq 2, \quad (15)$$

$$\text{при } 0,5 \leq f < 2, \quad (16)$$

$$n = 4,4 \text{ при } f < 0,5. \quad (17)$$

При $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ коэффициент n вычисляется по формулам (5.10) – (5.12) при .

При расчете СМ при $f \geq 100$ (или $DT \gg 0$) и (холодные выбросы) используется выражение:

$$, \quad (18)$$

где

$$, \quad (19)$$

причем n определяется по формулам (15) – (17) при .

При $f < 100$ и $f \geq 100$ и расчет СМ производится по формуле:

$$, \quad (20)$$

где

$$m' = 2,68m \text{ при } f < 100, \quad m' < 0,5; \quad (21)$$

$$m' = 0,9 \text{ при } f \geq 100, \quad m' < 0,5. \quad (22)$$

Расстояние xM (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация загрязнителя C при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения CM , определяется по формуле

$$, \quad (23)$$

где d - безразмерная величина.

При $f < 100$ коэффициент d находится по формулам:

$$\text{при } f \leq 0,5, \quad (24)$$

$$\text{при } 0,5 < f \leq 2, \quad (25)$$

$$\text{при } f > 2. \quad (26)$$

Значение d при $f \geq 100$ или $DT \gg 0$ находится из зависимостей:

$$d = 5,7 \text{ при } f \leq 0,5, \quad (27)$$

$$d = 11,4 \text{ при } 0,5 < f \leq 2, \quad (28)$$

$$d = \text{при } f > 2. \quad (29)$$

Значение опасной скорости ветра uM (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации экотоксиканта CM , определяется с помощью следующих зависимостей:

если $f < 100$, то

$$uM = 0,5 \text{ при } f \leq 0,5; \quad (30)$$

$$uM = \text{при } 0,5 < f \leq 2; \quad (31)$$

$$uM = \text{при } f > 2; \quad (32)$$

если $f \geq 100$ или $DT \gg 0$, тогда

$$uM = 0,5 \text{ при } f \leq 0,5; \quad (33)$$

$$uM = \text{при } 0,5 < f \leq 2; \quad (34)$$

$$uM = 2,2 \text{ при } f > 2. \quad (35)$$

Максимальное значение приземной концентрации загрязнителя CMU при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u , отличающейся от опасной скорости ветра uM , определяется по формуле:

$$CMU = rCM, \quad (36)$$

где r – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения u/uM :

$$r = 0,67(u/uM) + 1,67(u/uM)^2 - 1,34(u/uM)^3 \text{ при } u/uM \leq 1; \quad (37)$$

$$\text{при } u/uM > 1. \quad (38)$$

При проведении расчетов не используются значения скорости ветра $u < 0,5$ м/с.

Расстояние от источника выброса xMU , на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация экотоксиканта достигнет максимального значения CM , определяется по формуле:

$$xMU = r \cdot xM, \quad (39)$$

ρ – безразмерный коэффициент, рассчитываемый в зависимости от отношения u/uM :

$$\rho = 3 \quad \text{при } u/uM \leq 0,25; \quad (40)$$

$$\rho = 8,43(1 - u/uM)^5 + 1 \quad \text{при } 0,25 < u/uM \leq 1; \quad (41)$$

$$\rho = 0,32u/uM + 0,68 \quad \text{при } u/uM > 1. \quad (42)$$

Значение приземной концентрации экотоксикантов в атмосфере C_y (мг/м³) на расстоянии y (м) по перпендикуляру к оси факела выброса находится по формуле

$$C_y = sC, \quad (43)$$

где C – концентрация токсиканта в факеле;

s – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра u (м/с) и отношения y/x по значению аргумента ty :

$$, \quad (44)$$

$$\text{при } u \leq 5 \text{ м/с}; \quad (45)$$

$$\text{при } u > 5 \text{ м/с}; \quad (46)$$

x – расстояние от источника выброса.

Оценка максимальной суммарной концентрации экотоксикантов от N расположенных близко источников

Величина максимальной суммарной концентрации CM (мг/м³) от N расположенных на площадке близко друг к другу одиночных источников, имеющих равные значения высоты, диаметра устья, скорости выхода в атмосферу и температуры газовой смеси, оценивается по формуле:

$$, \quad (47)$$

где M (г/с) – суммарная мощность выброса всеми источниками в атмосферу;

V (м³/с) – суммарный расход выбрасываемой всеми источниками газовой смеси,

$$V = V_1 N. \quad (48)$$

Значение определяется по формуле

$$. \quad (49)$$

В остальном схема расчета концентраций экотоксикантов, обусловленных выбросами от группы близко расположенных друг к другу источников выброса, не отличается от приведенной схемы расчета для одиночного источника.

Расчет концентрации веществ, обусловленных выбросами из близко расположенных друг к другу одинаковых источников, когда $DT \gg 0$ или значение параметра $f^3 \geq 100$, производится с помощью формул, приведенных в п. 5 для одиночного источника со следующими изменениями:

и формула (26) принимает вид:

$$. \quad (50)$$

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-3	Знает теоретические основы и прикладные направления экологического мониторинга, основы системы организации систематических наблюдений за изменением биосферы; Умеет описать воздействие источников загрязнения окружающей среды, оценить фактическое воздействие на окружающую среду; использовать теоретические знания в практической деятельности; Владеет знаниями о теоретических основах экологического мониторинга; методами сбора, обработки, интерпретации и использования мониторинговой информации. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком

«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-3	Не знает теоретические основы и прикладные направления экологического мониторинга, основы системы организации систематических наблюдений за изменением биосферы; Не умеет описать воздействие источников загрязнения окружающей среды, оценить фактическое воздействие на окружающую среду; использовать теоретические знания в практической деятельности; Не владеет знаниями о теоретических основах экологического мониторинга; методами сбора, обработки, интерпретации и использования мониторинговой информации.
---------------------------------	------	--

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

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Василенко Т. А., Свергузова С. В. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов : учебное пособие. - 2-е изд., испр. и доп.. - Москва|Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. - 265 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564888>
2. Питулько В.М. Экологическая экспертиза : учеб. пособие для высш. учеб. заведений. - 5-е изд, перераб. и доп.. - М.: Академия, 2010. - 523 с.

3. Свергузова, С. В., Тарасова, Г. И. Экологическая экспертиза. Часть 1. Охрана атмосферы : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Экологическая экспертиза. Часть 1. Охрана атмосферы. - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011. - 182 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/28419.html>
4. Свергузова, С. В., Тарасова, Г. И., Порожнюк, Л. А., Гусарова, С. Е. Экологическая экспертиза. Часть 2. Охрана водных ресурсов : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Экологическая экспертиза. Часть 2. Охрана водных ресурсов. - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011. - 170 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/28420.html>
5. Каракеян В. И., Севрюкова Е. А. Экологический мониторинг : Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 397 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/469944>
6. Потапов, А. И., Воробьев, В. Н., Карлин, Л. Н, Музалевский, А. А. Мониторинг, контроль и управление качеством окружающей среды. Часть 2. Экологический контроль : учебное пособие. - 2023-06-06; Мониторинг, контроль и управление качеством окружающей среды. Часть 2. Экологический кон. - Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2004. - 290 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/12504.html>
7. Хаустов А. П., Редина М. М. Экологический мониторинг : Учебник для вузов. - испр. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 543 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/450199>
8. Масленникова И. С., Кузнецов Л. М. Экологический менеджмент и аудит : Учебник и практикум для вузов. - 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2021. - 311 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/477949>
9. Притужалова О. А. Экологический менеджмент и аудит : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 244 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/455605>

6.2 Дополнительная литература:

1. Арефьева, О. А., Ольшанская, Л. Н., Липатова, Е. К., Татаринцева, Е. А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза объектов промышленности : учебное пособие. - 2031-06-08; Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза объектов промышленност. - Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020. - 104 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/108697.html>
2. Мандра Ю. А., Лысенко И. О., Степаненко Е. Е., Кондратьева А. А. Экологическая экспертиза природно-территориальных комплексов. - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2013. - 88 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233081>
3. Харина, С. Г. Оценка воздействия на окружающую среду, экологическая экспертиза и сертификация : учебное пособие. - 2031-02-04; Оценка воздействия на окружающую среду, экологическая экспертиза и сертификация. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2018. - 85 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/102545.html>
4. Арефьева, О. А., Политаева, Н. А., Рябова, О. В., Яковлева, Е. В., Титоренко, О. В. Проблемы загрязнения атмосферы. Экологический мониторинг и нормы воздействия отраслей промышленности : учебное пособие. - 2031-06-08; Проблемы загрязнения атмосферы. Экологический мониторинг и нормы воздействия отраслей пр. - Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020. - 72 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/108699.html>

5. Васильченко, А. В. Почвенно-экологический мониторинг : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Почвенно-экологический мониторинг. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 282 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/78813.html>
6. Гогмачадзе, Г. Д. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации : монография. - 2020-09-18; Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации. - Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2010. - 592 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/13163.html>
7. Рязанов А.В. Экологический мониторинг. Краткий курс лекций : учебное пособие. - Тамбов: [Издат. дом ТГУ им. Г.Р.Державина], 2012. - 74 с.
8. Самарина, О. А., Пыстин, В. Н., Чертес, К. Л., Тупицына, О. В. Геоэкологический мониторинг и обращение с отходами горного и нефтегазового производства : лабораторный практикум. - 2026-09-20; Геоэкологический мониторинг и обращение с отходами горного и нефтегазового производства. - Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. - 76 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/111608.html>
9. Александров, В. Ю., Немугценко, Д. А. Экологический менеджмент : учебное пособие. - 2025-02-05; Экологический менеджмент. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. - 87 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/45063.html>
10. Булгакова, Л. М., Енютина, М. В., Костылева, Л. Н., Кудрина, Г. В. Экологический менеджмент и экологический аудит. Теория и практика : учебное пособие. - 2022-05-18; Экологический менеджмент и экологический аудит. Теория и практика. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. - 186 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/47469.html>
11. Васина, М. В., Холкин, Е. Г. Экологический менеджмент и аудит : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Экологический менеджмент и аудит. - Омск: Омский государственный технический университет, 2017. - 128 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/78493.html>
12. Годин А. М. Экологический менеджмент : учебное пособие. - Москва: Дашков и К°, 2017. - 88 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452542>
13. Коробко, В. И. Экологический менеджмент : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «менеджмент организации», «государственное и муниципальное управление». - 2022-03-26; Экологический менеджмент. - Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. - 303 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/81592.html>
14. Ревзин, С. Р., Шардаков, А. К. Природопользование и экологический менеджмент : учебное пособие. - 2031-06-08; Природопользование и экологический менеджмент. - Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020. - 192 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/108698.html>
15. Трейман, М. Г. Экологический менеджмент : учебное пособие. - 2031-02-04; Экологический менеджмент. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2018. - 44 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/103980.html>

6.3 Методические разработки:

1. Мандра, Ю. А., Корнилов, Н. И., Степаненко, Е. Е., Окрут, С. В. Экологическая экспертиза предприятий : учебно-методическое пособие к практическим занятиям. - Весь срок охраны авторского права; Экологическая экспертиза предприятий. - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2013. - 116 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/47385.html>

2. Латышенко К. П. Экологический мониторинг : Учебник и практикум для вузов. - пер. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2021. - 424 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/466457>

6.4 Иные источники:

1. Библиотека научной и учебной литературы - <http://sbiblio.com>
2. Библиотека РАН - <http://www.rasl.ru/>
3. Всероссийский экологический портал - <https://ecoportal.su>
4. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Официальный сайт. - <http://www.mnr.gov.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Microsoft Windows 10

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
2. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
3. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
4. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
5. Электронная библиотека. Образовательная платформа «Юрайт». – URL: <https://biblio-online.ru/book/sud-prisyazhnyh-442275>
6. Юрайт: электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.