

Министерство образования и науки Украины
Днепропетровский Национальный
университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна (ДИИТ)

**Беляев Н. Н.
Гулько Е. Ю.
Кириченко П. С.
Мунтян Л. Я.**

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО РИСКА ПРИ ЭМИССИИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ



Кривой Рог
Издатель Роман Козлов
2017

УДК 502.36:656.2

ББК 26.23: 39.28

Б 61

Рекомендовано

к печати Ученым советом Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

Рецензенты:

Полищук С. З. – доктор технических наук, профессор,
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Савин Л. С. – доктор технических наук, профессор,
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Петренко В. Д. – доктор технических наук, профессор,
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

Беляев Н. Н.

Б61 Оценка техногенного риска при эмиссии опасных веществ на железнодорожном транспорте : Монография / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, П. С. Кириченко, Л. Я. Мунтян ; Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна МОН Украины. – Кривой Рог : Изд. Р. А. Козлов, 2017. – 127 с.

ISBN

В монографии рассмотрены вопросы оценки территориального риска и загрязнения атмосферного воздуха при эксплуатации железнодорожного транспорта. Большое внимание уделено вопросам разработки математических моделей экспертной оценки загрязнения атмосферного воздуха, в том числе, при аварийных ситуациях на транспорте. Предложены новые численные модели для оценки территориального риска, позволяющие проводить такую оценку для движущегося источника загрязнения. Представлены результаты решения комплекса прикладных задач в области промышленной безопасности на транспорте.

Для студентов, аспирантов, научных работников, специализирующихся в области экологической и промышленной безопасности, мониторинга и охраны окружающей среды, математического моделирования.

УДК 502.36:656.2

ББК 26.23: 39.28

ISBN

©Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, П. С. Кириченко, Л. Я. Мунтян, 2017.

Содержание

Введение	5
Глава 1 Анализ состояния проблемы	6
1.1 Особенности эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу при эксплуатации подвижного состава железнодорожного транспорта	6
1.2 Анализ методов защиты атмосферы от загрязнения в случае чрезвычайных ситуаций при транспортировке химически опасных веществ	13
1.3 Современные методы оценки уровня экологической безопасности при эмиссии вредных и опасных веществ.....	16
1.4. Оценка риска в случае эмиссии вредных и химически опасных веществ при эксплуатации подвижного состава железнодорожного транспорта	20
Глава 2 Математические модели оценки риска и уровня экологической безопасности при эксплуатации подвижного состава железнодорожного транспорта	25
2.1 Особенности рассматриваемого класса задач	26
2.2 Модель оценки уровня экологической безопасности в случае выбросов от подвижного состава	27
2.3 Оценка территориального риска при эксплуатации железнодорожного транспорта	37
2.4 Оценка экологического ущерба при эмиссии химически опасных веществ	43
2.5. Модель аэродинамики.....	45
Глава 3 Численное решение моделирующих уравнений	47
3.1 Метод решения 3-D уравнения переноса	48
3.2 Метод решения 2-D уравнения переноса	52

3.3 Решение задачи о химической трансформации выбросов в атмосфере	54
3.4 Решение аэродинамической задачи	55
3.5 Описание разработанных кодов	57
Глава 4 Оценка уровня экологической безопасности и прогноз территориального риска при эксплуатации средств железнодорожного транспорта	63
4.1 Оценка уровня экологической безопасности и территориального риска при движении маневрового тепловоза.....	64
4.2 Оценка экологической безопасности и ущерба при движении поезда, в составе которого находится разгерметизированная цистерна.....	68
4.3 Оценка экологической безопасности и ущерба в случае сценария: «залповый выброс + утечка» из цистерны	73
4.4 Пространственно-временная оценка территориального риска в случае аварий при эксплуатации подвижного состава.....	77
4.5 Защита атмосферы от загрязнения путем применения местных отсосов.....	85
4.6 Защита атмосферы от загрязнения с помощью метода нейтрализации	93
4.7 Локализация зоны загрязнения атмосферы при ликвидации последствий аварийного разлива возле здания.....	104
Заключение	113
Список использованной литературы.....	114

ВВЕДЕНИЕ

При эксплуатации подвижного состава железнодорожного транспорта происходит эмиссия вредных и опасных веществ в атмосферу. Поэтому возникает необходимость решения двух ответственных задач – оценка техногенного риска и уровня экологической и промышленной безопасности. Используемые в настоящее время в Украине методики решения таких задач не отвечают современным требованиям и не дают возможности получить научно обоснованные данные относительно уровня техногенного риска, масштаба загрязнения окружающей среды при перевозках или чрезвычайных ситуациях. Важность решения задач данного класса связана с возрастающим вниманием к уровню экологической и промышленной безопасности на транспорте и минимизацией возможных негативных последствий на окружающую среду.

Особое внимание в монографии уделено вопросу разработки математических моделей оценки территориального риска как одной из наиболее важных проблем промышленной безопасности. Адекватная оценка риска основывается на применении адекватных математических моделей, которые учитывают наиболее существенные физические факторы, влияющие на формирование территориального риска.

В монографии рассматриваются новые методы решения задач по оценке территориального риска и уровня экологической, промышленной безопасности при эксплуатации железнодорожного транспорта, основанные на методе численного моделирования процессов переноса вредных и опасных веществ в атмосфере.

ГЛАВА 1

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ

В данной главе рассматривается современное состояние изучаемого вопроса, связанного с оценкой уровня экологической безопасности (ЭБ) и техногенного риска при эксплуатации подвижного состава железнодорожного транспорта.

1.1 ОСОБЕННОСТИ ЭМИССИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

При функционировании железнодорожного транспорта происходит эмиссия различных загрязняющих веществ в атмосферу. С системной точки зрения источники эмиссии загрязняющих веществ на железнодорожном транспорте можно разделить на два основных класса: подвижные источники и стационарные источники. На схеме (рис.1.1) указаны конкретные объекты, которые осуществляют эмиссию загрязняющих веществ в атмосферу от подвижных и стационарных источников.

Если рассматривать эмиссию загрязняющих веществ от подвижных источников на железнодорожном транспорте, то с точки зрения оценки уровня экологической безопасности и охраны окружающей среды необходимо выделить два основных типа эмиссии [51, 53, 54, 57, 75]:

1. Организованная эмиссия, например, выброс продуктов горения топлива при эксплуатации тепловоза;
2. Неорганизованная эмиссия при чрезвычайных ситуациях на этапе транспортировки опасного груза (например, разгерметизация цистерны), его погрузке, разгрузке.

Для обоих типов эмиссии крайне важно уметь научно обоснованно оценивать уровень экологической безопасности и нагрузки от таких выбросов на окружающую среду, а также разрабатывать методы защиты окружающей среды от возникающего негативного воздействия.



Рисунок 1.1 – Источники эмиссии загрязняющих веществ на объектах железнодорожного транспорта

Как известно, выбросы выхлопных газов при эксплуатации ряда средств железнодорожного транспорта – одна из основных причин превышения допустимых концентраций токсичных веществ и канцерогенов в атмосфере на примагистральной территории. Например, рассмотрим организованные выбросы от тепловозов (магистральных, маневровых). Эти выбросы содержат большое количество вредных веществ, а именно:

1. Окислы азота.
2. Окись углерода.
3. Углеводороды.
4. Сажа.
5. Метан.

6. Диоксид.
7. Свинец.
8. Бенз(а)пирен и др.

Конкретное значение выброса того или иного загрязняющего вещества от тепловоза, для различных режимов его эксплуатации, определяется расчетным путем или на основании измерений. Количество выделяемых в атмосферу загрязняющих веществ зависит от массового расхода топлива. Ориентировочное значение удельных выбросов (на одну тонну потребленного топлива) вредных веществ при эксплуатации подвижного состава железнодорожного транспорта показано в табл.1.1 [75].

Таблица 1.1 – Значение удельных выбросов вредных веществ в атмосферу при эксплуатации подвижного состава железнодорожного транспорта [75].

Вещество	Диоксид азота	Оксид азота	Углекислый газ	Оксид углерода	Сажа
Удельный выброс, кг/т	66.5	1.24	31.38	45.0	4.58

С точки зрения экологической безопасности наибольшую опасность представляют оксиды азота, которые в 10 раз более опасны, чем угарный газ. Присутствие дыма во время эксплуатации тепловозов показывает, что температура недостаточна для полного сгорания топлива. Черный дым от двигателя включает в себя сажу (рис.1.2).



Рисунок 1.2 – Выброс загрязняющих веществ при движении тепловоза

Необходимо подчеркнуть, что характерной особенностью организованных эмиссий при эксплуатации подвижного состава железнодорожного транспорта является движение источника эмиссии, что не позволяет использовать для оценки экологической безопасности нормативные методики, существующие в Украине.

Остановимся теперь на проблеме неорганизованных выбросов химически опасных веществ в атмосферу при эксплуатации подвижного состава железнодорожного транспорта. Перевозка железнодорожным транспортом опасных грузов уже создает потенциальную угрозу масштабного загрязнения окружающей среды в случае чрезвычайных ситуаций. Последствиями таких ситуаций является значительный материальный и экологический ущерб. Так в США ущерб от аварий в 2009 г. составил на 30% больше чем в 2008 г. Достаточно часто аварии происходят на железных дорогах Украины. Так в 2014 году произошло в Украине порядка пятидесяти аварий при транспортировке опасных грузов. Например, в Черкасской области 22 августа 2014 г. на железнодорожной станции «Городище» в результате схода с рельсов 20 цистерн, произошел разлив нефтепродуктов и возгорание 11 цистерн (рис.1.3); в г. Харьков 12 сентября 2014 г. на железнодорожной станции «Основа» в грузовом поезде № 3001, который состоял из 4 цистерн и 50 пустых вагонов, возникло возгорание цистерн с топливом (рис.1.4).

Анализ литературных данных показал, что основными причинами чрезвычайных ситуаций при транспортировке железнодорожным транспортом химически опасных грузов являются:

1. Механические повреждения емкостного оборудования.
2. Коррозионное, тепловое воздействие на емкостное оборудование.
3. Разгерметизация запорной арматуры, сварных соединений.
4. Попадание в емкости посторонних веществ.
5. Усталостные явления в металле, сварных элементах.
6. Дефекты оборудования.
7. Ошибки при проектировании, изготовлении, монтаже, ремонте оборудования.
8. Отсутствие оптимизации маршрутов доставки химически опасных грузов потребителю.
9. Столкновение поезда с автотранспортом на переездах.



Рисунок 1.3 – Аварийный разлив нефтепродуктов и возгорание 11 цистерн в Черкасской области на железнодорожной станции «Городище».



Рисунок 1.4 – Возгорание цистерн с топливом при диверсии в г. Харьков на железнодорожной станции «Основа»

Особенностью последнего времени стал риск диверсий на объектах железнодорожного транспорта (подрыв путей и т.д. (рис.1.4–1.6)).



Рисунок 1.5 – Последствия диверсии на железнодорожной магистрали



Рисунок 1.6 – Подрыв железнодорожного полотна на перегоне Иловайск – Кутейниково

Следует отметить, что при чрезвычайных ситуациях в случае транспортировки железнодорожным транспортом химически опасных грузов, формируются обширные зоны загрязнения, далеко распространяющиеся вглубь регионов, прилегающих к железной дороге (рис.1.3).

Если рассматривать чрезвычайные ситуации при транспортировке химически опасных грузов, то можно выделить ряд поражающих факторов:

1. Облако (шлейф) токсичных веществ (рис.1.3).
2. Возникновение огненного шара.
3. Ударная волна.

Необходимо отметить, что неорганизованные выбросы загрязняющих веществ при эксплуатации средств железнодорожного транспорта обладают рядом специфических особенностей:

1. Эмиссия может быть залповой (полное разрушение котла цистерны).
2. Эмиссия может быть «полунепрерывной» (разгерметизация цистерны).
3. Источник эмиссии (разгерметизированная цистерна) может двигаться.

Совершенно очевидно, что при перевозке химически опасных веществ железнодорожным транспортом появляется крайне важный аспект в области безопасности – расстояние между путями, районами станции и жилыми или производственными зданиями. Этот аспект связан с требованием защиты населения и территории от возможных опасных факторов, возникающих при чрезвычайных ситуациях. Известно, что при выборе пути остановки неисправных вагонов с опасными грузами необходимо принимать во внимание преимущественное направление ветра для территории расположения станции. Решение об остановке вагона может определяться метеорологической обстановкой в момент аварии.

Выбросы при эксплуатации подвижного состава приносят:

1. Экономический ущерб владельцам железнодорожных магистралей, объектов железнодорожного транспорта.
2. Экономический ущерб третьим лицам (затраты на восстановление сельхозугодий, лесов и т.д.).
3. Экологический ущерб – загрязнение атмосферы, почвы, водоемов, животного мира.

При эмиссии вредных и химически опасных веществ, на транспорте необходимо решение следующих ответственных задач:

1. Оценка масштаба загрязнения.

2. Оценка потенциального территориального риска (при необходимости – индивидуального, коллективного, социального, экологического рисков).

3. Разработка мер по защите от загрязнения окружающей среды.

Для решения этих задач, следуя современным подходам, необходимо разрабатывать математические модели, максимально учитывающие особенности выброса вредных и опасных веществ на объектах железнодорожного транспорта, поскольку получить решение перечисленных задач методом физического моделирования – невозможно.

1.2 АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В СЛУЧАЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

Эмиссия вредных и опасных веществ, при эксплуатации средств железнодорожного транспорта требует создания и внедрения эффективных методов защиты окружающей среды. На основе анализа литературных источников был выделен ряд методов для защиты атмосферы от загрязнения [1, 13, 14, 33, 34, 44, 45, 46, 52, 53, 60, 64, 77]:

1. Отсос паров токсичного вещества.

Суть данного метода заключается в использовании вентиляторов для отсоса паров химически опасного вещества от зеркала зоны технологического или аварийного разлива. На рисунке 1.7 представлена схема ликвидации аварии с хлором, где используется такой подход [82].

Достоинство данного метода: возможность прямого уменьшения количества опасного вещества, поступающего в воздушную среду при испарении от зоны разлива.

Недостаток: невысокая эффективность метода в виду резкого падения скорости всасывания при удалении от воздухозаборника, поэтому метод можно использовать для случая небольших по пло-

щади зон разлива; эффективность метода резко падает при увеличении скорости ветра; необходимость применения специальных технических средств для последующей нейтрализации загрязненного воздуха, удаленного отсосами.

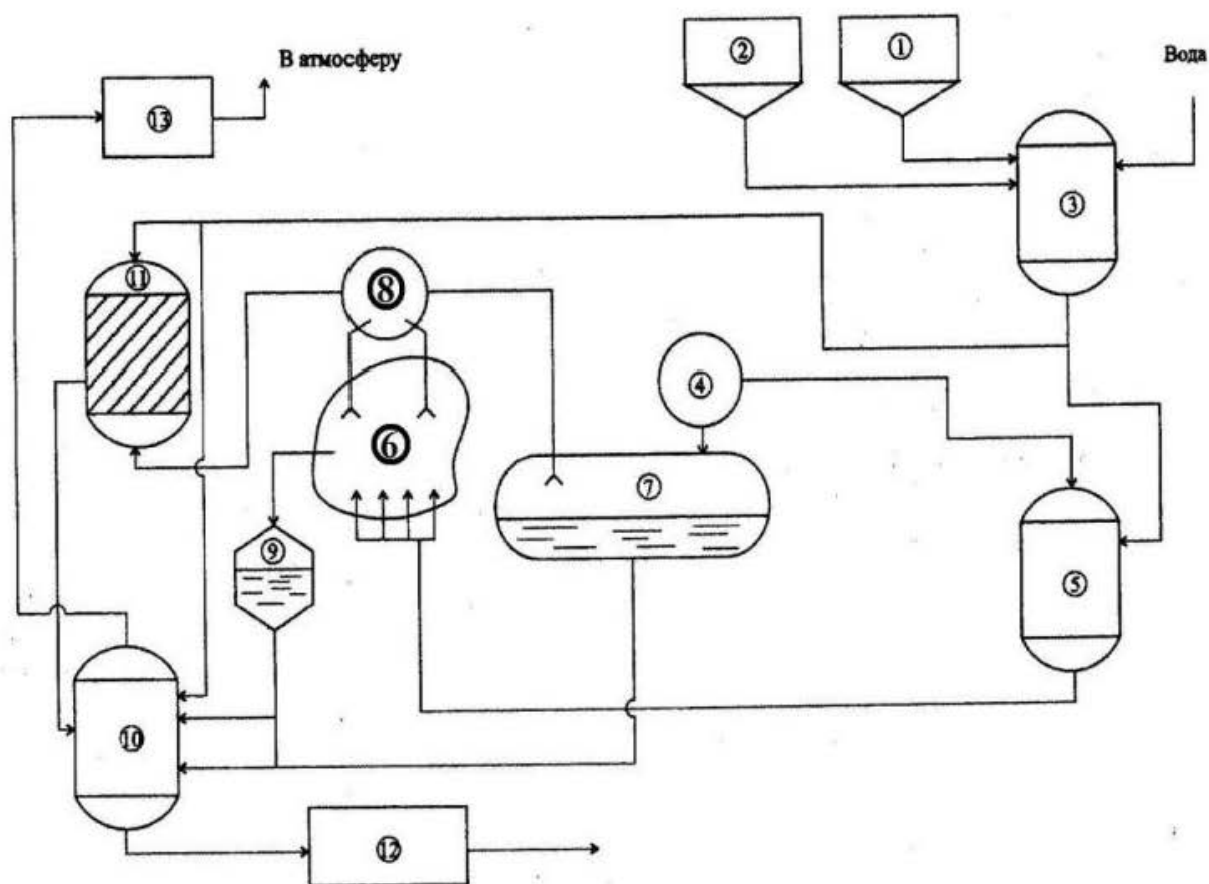


Рисунок 1.7 – Принципиальная схема ликвидации аварии с хлором:
 1,2 – емкости с дозированными устройствами для хранения и перевозки нейтрализующих реагентов, а также каустической соды; 3 – реактор смеситель для приготовления рабочих нейтрализующих растворов; 4 – компрессор; 5 – напорный резервуар; 6 – зона разлива; 7 – поврежденная цистерна с остатками хлора; 8 – вентилятор; 9 – фильтр; 10 – реактор-нейтрализатор; 11 – скруббер; 12 – бак-накопитель продуктов нейтрализации; 13 – сорбционный аппарат для очистки воздуха [82]

2. Метод нейтрализации.

Это подача воды, специальных растворов как в шлейф опасного вещества, так и в источник эмиссии. Подача осуществляется от наземных стационарных или передвижных спринклерных установок (пожарные машины, автономные водораспылительные

установки типа АВР-70/30, гидрощитки и т.д.), а также от воздушных средств.

Достоинство: эффективное подавление зоны загрязнения, возможность быстрого и значительного уменьшения ее размеров и интенсивности.

Недостаток: необходимость наличия специальных установок, подающих нейтрализатор, емкостей для хранения нейтрализатора; необходимость в достаточном количестве требуемого нейтрализатора.

3. Воздушная завеса.

Это искусственное создание струи воздуха на пути мигрирующего в атмосфере опасного вещества.

Достоинство: эффективная защита путем создания гидродинамического барьера перед зоной загрязнения.

Недостаток: метод не ликвидирует зону загрязнения, а изменяет траекторию движения загрязнения, т.е. обеспечивает локальную защиту.

4. Обработка источника эмиссии сорбентами.

Суть данного метода – подача специальных материалов на зону разлива.

Достоинство: эффективный метод защиты, позволяющий заметно снизить интенсивность эмиссии загрязнителя в атмосферу.

Недостаток: необходимость наличия в достаточном количестве сорбентов, а также технических средств для их транспортировки к месту аварии, обеспечивающих эффективную подачу сорбентов в зону разлива.

5. Покрытие пеной.

Суть метода – подача пены специального состава для локализации источника эмиссии (рис.1.8).

Достоинство: эффективный метод для защиты, в частности при горении некоторых веществ.

Недостаток: сложность реализации подачи пены при сильном ветре; необходимость наличия в достаточном количестве подаваемого вещества и технических средств подачи.

Ниже, в таблицах представлены данные, позволяющие количественно оценить эффективность процесса нейтрализации путем расчета массы нейтрализованного опасного вещества для различных моментов времени.

Таблица 4.11 – Количество нейтрализованного опасного вещества, высота подачи нейтрализатора 30 м ($Q=2$ кг/с)

$t, \text{ с}$	10	20	40
Масса, г	359	2794	9918

Таблица 4.12 – Количество нейтрализованного опасного вещества, высота подачи нейтрализатора 10 м ($Q=2$ кг/с)

$t, \text{ с}$	10	20	40
Масса, г	2187	7730	19258

Таблица 4.13 – Количество нейтрализованного опасного вещества, высота подачи нейтрализатора 5 м ($Q=2$ кг/с)

$t, \text{ с}$	10	20	40
Масса, г	2913	9467	22326

Отметим, что расчет с использованием данной модели требует около 10 с для получения прогнозных данных с помощью разработанного кода. Таким образом, с помощью построенной модели исследователь может оперативно рассчитать эффективность метода нейтрализации применительно к конкретной аварийной ситуации (местоположение выброса относительно зданий, интенсивность выброса и т.д.) с целью организации эффективной защиты и минимизации угрозы поражения людей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В научной монографии представлены новые методы решения задач по оценке территориального риска, экологической и промышленной безопасности в случае эмиссии вредных и опасных веществ в атмосферу при эксплуатации железнодорожного транспорта. Результаты решения прикладных задач, полученные на основе предложенных методов, показывают, что предложенные методы впервые дают возможность научно обоснованно оценивать потенциальный территориальный риск с учетом *его изменения с течением времени*, при движении источника эмиссии опасного вещества, а также при изменении интенсивности эмиссии с течением времени. Разработанные методы позволяют оценить эффективность применения различных способов защиты атмосферы от загрязнения, используемые для повышения уровня экологической безопасности при чрезвычайных ситуациях на транспорте.

Особенностью разработанных методов расчета является оперативность в получении прогнозных данных, что крайне важно для использования их в повседневной практике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий: учеб. пособие в 6 кн. / [ред. Котляревский В. А., Забегаева А. В.]. – М.: изд-во АСВ, 2001–2005.
2. Алымов В. Т. Техногенный риск: Анализ и оценка: Учебное пособие для вузов / В. Т. Алымов, Н. П. Тарасова. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 118 с.
3. Антошкина Л. И. Моделирование аварийных ситуаций на промышленных объектах и безопасность жизнедеятельности / Антошкина Л. И., Беляев Н. Н., Долина Л. Ф., Коренюк Е. Д. – Д.: Нова ідеологія, 2011. – 124 с.
4. Антошкина Л. И. Оценка экологического риска при авариях с химически опасными веществами / Антошкина Л. И., Беляев Н. Н., Гунько Е. Ю. – Д.: Наука и образование, 2008. – 136 с.
5. Аргучинцев В. К. Моделирование мезомасштабных гидротермодинамических процессов и переноса примесей в атмосфере и гидросфере региона оз. Байкал / Аргучинцев В. К., Аргучинцев А. В. – Иркутск: изд-во Иркутского гос. ун-та, 2007. – 255 с.
6. Басманов А. Е. Оценка концентрации опасных химических веществ в воздухе при непрерывной активности источника / А. Е. Басманов, С. С. Говаленков // Збірка наукових праць «Проблеми надзвичайних ситуацій». – 2010. – Вип. 12. – С. 21–27.
7. Басманов А. Е. Зонирование местности в районе непрерывно действующего источника опасного химического вещества / А. Е. Басманов, С. С. Говаленков, М. В. Васильев // Збірка наукових праць «Проблеми надзвичайних ситуацій». – 2011. – Вип. 13. – С. 20 – 33.
8. Басманов А. Е. Экспериментальная проверка модели распространения вторичного облака опасного химического вещества в атмосфере / А. Е. Басманов, С. С. Говаленков // Збірка наукових праць «Проблеми надзвичайних ситуацій». – 2011. – Вип. 14. – С. 26–32.
9. Белолипецкий В. М. Математическое моделирование течений стратифицированной жидкости / Белолипецкий В. М., Костюк В. Ю., Шокин Ю. И. – Новосибирск: Наука, 1991. – 116 с.
10. Беляев Н. Н. Методы экспресс расчета уровня загрязнения атмосферы / Беляев Н. Н., Коренюк Е. Д., Хрущ В. К. – Д.: Наука и образование, 2002. – 192 с.

11. Беляев Н. Н. Математическое моделирование в задачах экологической безопасности и мониторинга чрезвычайных ситуаций: монография [Текст] / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, П. Б. Машихина. – Д.: «Акцент ПП», 2013. – 159 с.
12. Беляев, Н. Н. Моделирование нестационарных процессов аварийного загрязнения атмосферы: монография [Текст] / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов, П. Б. Машихина. – Д.: «Акцент ПП», 2014. – 127 с.
13. Беляев Н. Н. Защита зданий от проникновения в них опасных веществ: монография [Текст] / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, Н. В. Росточило. – Д.: «Акцент ПП», 2013. – 136 с.
14. Беляев Н. Н. Защита атмосферы от загрязнения при миграции токсичных веществ [Текст] / Н. Н. Беляев, В. М. Лисняк. – Д.: ООО «Инновация», 2006. – 150 с.
15. Беляев Н. Н. Аварии: Моделирование затекания токсичного газа в вагон / Н. Н. Беляев, А. Г. Дуганов, В. М. Лисняк // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту. Механіка. - Д., 2005. - Вип. 10. - С. 7-14.
16. Беляев Н. Н. Моделирование процесса защиты воздушной среды от загрязнения аммиаком с помощью жидких завес / Н. Н. Беляев, О. В. Коптилая // Вісн. Дніпропетр. залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Д., 2003. - Вип. 1. - С. 21-25.
17. Беляев Н. Н. Экспресс метод оценки потенциального территориального риска при авариях на транспорте / Н. Н. Беляев, Л. Я. Мунтян // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна «Наука та прогрес транспорту». – Д., 2016. – Вип. 1 (57). – С. 32-36.
18. Беляев Н. М. Прогнозирование загрязнения атмосферы при чрезвычайных ситуациях на железнодорожном транспорте / Н. М. Беляев, Н. Н. Беляев, В. К. Хрущ // Залізничний трансп. України. - 1999. - №1. – С. 16 – 17.
19. Беляев Н. Н. Моделирование процесса загрязнения атмосферы от подвижного состава / Н. Н. Беляев, П. Б. Машихина, Л. Я. Мунтян // Збірник наукових праць НГУ. – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2015 – № 47. – С.160 – 167.
20. Беляев Н. Н. Оценка уровня загрязнения атмосферы при аварии на железнодорожном транспорте / Н. Н. Беляев, П. Б. Машихина, Л. Я. Мунтян // Збірник наукових праць НГУ. – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2015 – № 48. – С.160 – 167.
21. Беляев Н. Н. Защита атмосферы от загрязнения при эмиссии опасных веществ на железнодорожном транспорте / Н. Н. Беляев, Л. Я. Мунтян // Сб. научн. трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение». – Д.: ГВУЗ «Приднепр. гос. академии стр-ва и архитектуры», 2015 – Вып. 84. – С.51 – 55.
22. Беляев Н. Н. Оценка уровня загрязнения атмосферы при чрезвычайных ситуациях на железнодорожном транспорте / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов, П. С. Кириченко // Сб. научн. трудов «Строительство, материаловедение,

- машиностроение». – Д.: ГВУЗ «Приднєпр. гос. академии стр-ва и архитектуры», 2015 – Вып. 84. – С.46 – 50.
23. Беляев Н. Н. Защита атмосферы от загрязнения путем подачи нейтрализатора с воздушных средств / Н. Н. Беляев, Л. Я. Мунтян // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих вчених «Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах», 28-29 жовтня 2015 р. – Х.: ХНАДУ.– 2015. – С.185 – 187.
24. Беляев Н. Н. Прогнозирование загрязнения атмосферы в случае аварии при транспортировке опасного груза / Н. Н. Беляев, Л. Я. Мунтян // Збірник наукових праць «Науковий вісник будівництва» – Х.: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2015 – №3(81). – С.195 – 197.
25. Беляев Н. Н. Численное моделирование защиты атмосферы от загрязнения при использовании вытяжного зонта / Н. Н. Беляев, Л. Я. Мунтян // Збірник наукових праць «Науковий вісник будівництва» – Х.: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2015 – №4(82). – С.187 – 190.
26. Беляев Н. Н. Оценка территориального риска при авариях на транспорте / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, Л. Я. Мунтян // Збірник наукових праць НГУ. – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2015 – № 49. – С.160 – 167.
27. Беляев Н. Н. Оценка уровня загрязнения окружающей среды с экологической и экономической точек зрения при эксплуатации подвижного состава / Н. Н. Беляев, Л. Я. Мунтян // Перспективи розвитку транспортного комплексу (Проблеми управління, економіки, екології та права щодо розвитку транспортного комплексу України): матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції; НАНУ, МОНУ, МІУ та ін. – Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2015. – С.111 – 113.
28. Беляев Н. Н. Прогнозирование загрязнения атмосферы и расчет экологического ущерба / Н. Н. Беляев, А. В. Калашников, Л. Я. Мунтян, А. Н. Купцов // Доклады международного научного симпозиума «Неделя эколога – 2015», 13-16 апреля 2015 г. – Днепродзержинск: ДГТУ.– 2015. – С.86.
29. Беляев Н. Н. Экспресс прогноз уровня загрязнения атмосферы при авариях на транспорте и защита атмосферы от загрязнения путем применения нейтрализатора / Н. Н. Беляев, Л. Я. Мунтян // Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем «КМООС-2015»: матеріали I Всеукраїнської науково-технічної конференції, 3-5 листопада 2015 р. – Д.: ДВНЗ УДХТУ.– 2015. – С. 40.

30. Беляев Н. Н. Комплекс численных моделей для оценки уровня загрязнения атмосферы при авариях на железнодорожном транспорте / Н. Н. Беляев, Л. Я. Мунтян // «Екологія. Довкілля. Молодь»: Матеріали V Міжнародної наукової конференції молодих вчених та студентів, 22-23 жовтня 2015 р. – Полтава: ПолтНТУ.– 2015.– С. 49 – 51.
31. Беляев Н. Н. Экологические аспекты сброса сточных вод в акваторию моря [Текст] / Беляев Н. Н., Голышев А. М., Кириченко П. С.. – Д.: Акцент ПП, 2014. – 126 с.
32. Защита атмосферы от загрязнения путем подачи нейтрализатора с воздушных средств/ Н. Н. Беляев, Л. Я. Мунтян, // «Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах»: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та молодих вчених, 28-29 жовтня 2015 р. – Х.: ХНАДУ.– 2015.– С. 185-187.
33. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / Берлянд М. Е. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 273 с.
34. Бесчастнов М. В. Аварии в химических производствах и меры их предупреждения / Бесчастнов М. В., Соколов В. М., Кац Н. И. – М.: Химия, 1976. – 368 с.
35. Бесчастнов М. В. Предупреждение аварий в химических производствах / Бесчастнов М. В., Соколов В. М. – М.: Химия, 1979. – 392 с.
36. Бруяцкий Е. В. Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов / Бруяцкий Е. В. – К.: Институт гидромеханики НАН Украины, 2000. – 443 с.
37. Букі О. О. Захист населення і територій від екологічної небезпеки в залежності від розташування джерел хімічних надзвичайних ситуацій / О. В. Букі, Ю. В. Квітковський // Збірник наукових праць «Науковий вісник будівництва» – Х.: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2014 – №3(77). – С.211-214.
38. Ваганов П. А. Экологический риск: Учебное пособие // П. А. Ваганов, Им Ман-Сунг. – СПб: Изд-во С.-Петербургского Ун-та, 1999.
39. Генихович Е. Л. К вопросу о применимости гауссовой модели для расчета загрязнения воздуха / Е. Л. Генихович // Тр. ГГО.–1982.– Вып. 450.– С.35 – 40.
40. Гринин А. С. Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях / Гринин А. С., Новиков В. Н. – М.: ФАИР–ПРЕСС, 2000. – 336 с.
41. Голинько В. И. Оценка риска при авариях техногенного характера / В. И. Голинько, Л. В. Дранишников, В. Ф. Стоецкий // Науковий вісник НГУ. – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2014 – № 3. – С.117 – 123.
42. Гусев Н. Г. Радиоактивные выбросы в биосфере / Гусев Н. Г., Беляев В. А. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 257 с.

43. Гуревич М. И. Теория струй идеальной жидкости / М. И. Гуревич. - М.: Наука, 1979. - 536 с.
44. Доброчеев О. В. Рассеяние тяжелых газов в атмосфере. Физический механизм. Математические модели // О. В. Доброчеев. - М.: РНЦ «Курчатовский институт», 1993.
45. Емельянов В. М. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / Емельянов В. М., Коханов В. Н., Некрасов П. А. - М.: Академический проект «Трикта», 2005. - 480 с.
46. Заказнов В. Ф. Распространение аммиака при разгерметизации аммиакопровода, емкостей / В. Ф. Заказнов, Л. А. Куршева // Исследования и разработки по созданию магистральных аммиакопроводов и складов жидкого аммиака: Тр. ГИАП. - М., 1985. - С. 57.
47. Заказнов В. Ф. Методы ликвидации проливов жидкого аммиака / В. Ф. Заказнов, Л. А. Куршева // Исследования и разработки по созданию магистральных аммиакопроводов и складов жидкого аммиака: Тр. ГИАП. - М., 1985. - С. 68-77.
48. ЗАКОН УКРАЇНИ про охорону навколишнього природного середовища (Відомості Верховної Ради (ВВР)), 1991. - № 41 - ст. 546.
49. Запорожець О. І. Проект концепції управління ризиками надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру / О. І. Запорожець // Безпека життєдіяльності. - 2007. - № 4. - С. 2-4.
50. Зберовский А. В. Математическое моделирование загрязнения атмосферы при аварийном выбросе химически опасного вещества / А. В. Зберовский // Збірник наукових праць Національного гірничого університету № 37. - Дніпропетровськ - 2012. С.305-310.
51. Зберовский А. В. Численное моделирование загрязнения атмосферы при аварийных разливах / А. В. Зберовский // Збірник наукових праць Національного гірничого університету № 37. - Дніпропетровськ - 2012. С.315-321.
52. Захматов В. Д. Техногенна аварія у Львівській області / В. Д. Захматов // Безпека життєдіяльності. - 2007. - № 8. - С. 13-14.
53. Защита производственного персонала и населения от сильнодействующих ядовитых веществ на химически опасных объектах. - М.: ВАНЗ, 1991. - 223 с.
54. Зеленько Ю. В. Параметрична екологія на залізничному транспорті: принципи, оцінка, контроль, безпека: монографія / Ю. В. Зеленько, С. В. Мямлін, Л. О. Недужа. - Д.: Издательство Литограф, 2014. - 240 с.
55. Зеленько Ю. В. Анализ и оптимизация управления рисками возникновения чрезвычайных ситуаций при транспортировке нефтепродуктов железнодорожным транспортом / Ю. В. Зеленько, С. В. Бойченко, Ю. В. Белокопытов // Залізничний транспорт України. - 2011. - №3. - С. 26 - 28.

56. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Израэль Ю. А. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.
57. Калабин Г. В. Метод расчета аэрогазодинамики камерообразных выработок на основе математического моделирования / Г. В. Калабин, А. А. Бакланов, П. В. Амосов. – ФТПРПИ. – №1. – 1990. – С. 74–88.
58. Кацман М. Д. Ліквідація пожеж на залізничному транспорті / Кацман М. Д., Кононов Г. Б., Діденко І. В., Огороднічук Н. В. – К.: Основа, 2006. – 216 с.
59. Коханер Д. Численные методы и программное обеспечение / Д. Коханер, К. Моулер, С. Неш. – М: Мир, 1998.-575 с.
60. Крейт Ф. Основы теплопередачи / Крейт Ф., Блэк У. – М.: Мир, 1983. – 512 с.
61. Купаев В. И. Методы локализации очага аварии и ликвидации ее последствий на химически опасных объектах железнодорожного транспорта / В. И. Купаев, С. В. Рассказов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2003. – № 4. – С. 28–34.
62. Лаврентьев М. А. Проблемы гидродинамики и их математические модели / Лаврентьев М. А., Шабат Б. В. – М.: Наука, 1977. – 407 с.
63. Логачев И. Н. Аэродинамические основы аспирации / Логачев И. Н., Логачев К. И. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2005. – 659 с.
64. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа / Лойцянский Л. Г. – М.: Наука, 1978. – 735 с.
65. Магистральные аммиакопроводы: Тр. ГИАП. – М., 1978. – Вып. 51. – 87 с.
66. Мартынюк И. В. Выбор оптимальных маршрутов перевозок опасных грузов по результатам оценки рисков возникновения нарушений безопасности движения и ущербов от них [Текст] / И. В. Мартынюк // Вестник РГУПС. – 2006. – № 3. – Ростов-на-Дону, 2006. – С. 103-106.
67. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Марчук Г. И. – М.: Наука, 1982. – 320 с.
68. Маршал В. Основные опасности химических производств / Маршал В. – М.: Мир, 1989. – 679 с.
69. Мацак В. Г. Гигиеническое значение скорости испарения и давления пара токсических веществ, применяемых в производстве / В. Г. Мацак, Л. К. Хоцянов – М.: Медгиз, 1959. – 231 с.
70. Меньшиков В. В. Опасные химические объекты и техногенный риск / В. В. Меньшиков, А. А. Швыряев. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 245 с.
71. Меньшиков В. В. Анализ риска при систематическом загрязнении атмосферного воздуха опасными химическими веществами / В. В. Меньшиков, А. А. Швыряев, Т. В. Захарова // Учебное пособие. – М.: Изд-во Химич. фак. Моск. ун-та, 2003.

72. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. Міністерство праці та соціальної політики України. Наказ №637 від 04.12.2002. – К.: 2002. – 25 с.
73. Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру. Постанова Кабінету Міністрів України від 04.06.2003 р. № 862. – К.: 2001. – 23 с.
74. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті – К.: 2001. – 33 с.
75. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий – Л.: Гидрометеиздат. – 1987.– 93 с.
76. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів. Державний комітет статистики України. Наказ №.452 від 13.11.2008р.
77. Мунтян Л. Я. § Оценка уровня загрязнения воздушной среды в случае аварии при транспортировке опасного груза / Л. Я. Мунтян // Збірник наукових праць «Науковий вісник будівництва» – Х.: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2016 – №1(83). – С.102 – 110.
78. Несвижский Ф. А. Расчет длины зоны поражения / Ф. А. Несвижский, А. П. Потанин, Н. С. Эвенчик // Магистральные аммиакопроводы. Вып. 51. / Тр. ГИАП. – М., 1978. – С. 34–43.
79. Ночвай В. И. Оптимизация эмиссионных параметров численной модели распространения атмосферных загрязнений / В. И. Ночвай, В. И. Панчук // Моделювання та інформаційні технології. – ІПМЕ, Київ. – 2010. – Спеціальний випуск. – Т. 2. – С. 308–314.
80. Озмидов Р. В. Горизонтальная турбулентность и турбулентный обмен в океане / Озмидов Р. В. – М.: Наука, 1968. – 204 с.
81. Павлихин Г. П. Экологическая экспертиза. Программы ликвидации запасов химического оружия армии США / Г. П. Павлихин // Пробл. окружающей среды и природных ресурсов. – 1991. - №8. - С. 1-16.
82. Пененко В. В. Модели и методы для задач охраны окружающей среды / Пененко В. В., Алоян А. Е. – Новосибирск: Наука, 1985. – 257 с.
83. Плахотник В. Н. Экологические аспекты перевозок сжиженного аммиака и его водных растворов железнодорожным транспортом / В. Н. Плахотник, А. Н. Бойченко, Л. А. Ярышкина // Залізничний трансп. України. - 2000. - № 3. - С. 26-28.
84. Плахотник В. Н. Природоохранная деятельность на железнодорожном транспорте Украины: проблемы и решения / В. Н. Плахотник, Л. А. Ярышкина, В. И. Сизиков - К.: Транспорт Украины, 2001. - 244 с.

85. Пляцук Л. Д. Аналіз методів математичного моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері / Л. Д. Пляцук, В. В. Бойко // Вісник КНУ імені Михайла Остроградського – 2010. – Вип. 6. – С. 1–4.
86. Полянин А. Д. Справочник по точным решениям уравнений тепло- и массопереноса / Полянин А. Д., Вязмин А. В., Журов А. И., Казенин Д. А. – М.: Факториал, 1998. – 368 с.
87. Правила безпеки та порядок ліквідації наслідків аварійних ситуацій з небезпечними вантажами при перевезенні їх залізничним транспортом / Міністерство транспорту України. К., 2001. – 670 с.
88. Правила расчета выбросов предприятий железнодорожного транспорта. ТКП 17.08–12–2008 (02120), Минск. – 2008. 90с.
89. Прохач Э. Е. Метод расчета параметров рассеяния пара пролитой на грунт жидкости / Э. Е. Прохач, Н. П. Попов // Проблемы надзвичайних ситуацій. – 2009. – Вип. 10. – С. 133–139.
90. Пшинько А. Н. Моделирование загрязнения атмосферы при техногенных авариях / Пшинько А. Н., Беляев Н. Н., Машихина П. Б. // Д.: Нова ідеологія, 2011. – 166 с.
91. Рогаль П. До теорії прогнозування наслідків аварії: зони планування та зони реагування / П. Рогаль, В. Кондратюк // Безпека життєдіяльності. – № 1–2. – 2008. – С. 28–30.
92. Роуч П. Вычислительная гидродинамика / Роуч П. – М.: Мир, 1980. – 616 с.
93. Рудаков Д. В. Модель рассеивания примеси в приземном слое атмосферы над поверхностью со сложным рельефом / Д. В. Рудаков // Вісник ДНУ. Серія Механіка. Вип. 8. – 2004. – № 6. т. 1. – С. 89–97.
94. Самарский А. А. Математическое моделирование / Самарский А. А., Михайлов А. П. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.
95. Самарский А. А. Теория разностных схем / Самарский А. А. – М.: Наука, 1983. – 616 с.
96. Светличная С. Д. Оценка полученной токсодозы при распространении первичного облака токсического вещества / С. Д. Светличная // Збірка наукових праць «Проблеми надзвичайних ситуацій». – 2011. – Вип. 13. – С. 127–132.
97. Соботович Е. В. Аварія з фосфором у Львівській області: факти, проблеми, екологічні наслідки / Е. В. Соботович, Г. В. Лисиченко, Ю. Л. Забулонов, В. В. Ковалевський, М. Г. Бондаренко, Б. В. Сліпченко // Вісник Інституту геохімії навколишнього середовища. – 2007. – Вип. 14. – С. 8–18.
98. Степаненко С. Н. Решение уравнения турбулентной диффузии для стационарного точечного источника / С. Н. Степаненко, В. Г. Волошин, С. В. Типцов // Український гідрометеорологічний журнал. – 2008. – № 3. – С. 13–24.
99. Супрун А. Н. Вычислительная математика для инженеров–экологов / Супрун А. Н., Найденов В. В. – М.: Изд-во АСВ, 1996. – 391 с.

100. Уорк К. Загрязнение воздуха. Источники и контроль / Уорк К., Уорнер С. – М.: Мир, 1980. – 539 с.
101. Цыкало А. Л. Испарение и рассеивание аммиака при его разливах и утечках / А. Л. Цыкало, И. И. Стрижевский, А. Д. Баглет – М., 1982. – 48 с.
102. Шаталов А. А. Методика расчета распространения аварийных выбросов, основанная на модели рассеивания тяжелого газа / А. А. Шаталов, М. В. Лисанов // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 9. – С. 46-52.
103. Хміль Г. А. Концептуально-методичний апарат аналізу і оцінка техногенного та природного ризиків / Г. А. Хміль // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2007. – № 5. – С. 47–65.
104. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – К.: Наук. думка, 1997. – 368 с.
105. Шапар А. Г. Концептуальні положення комплексного екологічного моніторингу районів радіаційно небезпечних об'єктів / А. Г. Шапар, М. А. Ємець, О. К. Тяпкін, В. С. Петренко, Г. Г. Шматков // Екологія і природокористування. – 2011. – Вип. 14. – С. 224–233.
106. Швыряев А. А. Оценка риска от систематического загрязнения атмосферы в исследуемом регионе: Методические указания к задаче практикума / А. А. Швыряев, В. В. Меньшиков. – М.: Изд-во Химич. фак. Моск. ун-та, 2002.
107. Швыряев А. А. Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе / Швыряев А. А., Меньшиков В. В. – М.: Изд-во МГУ. – 2004. – 124 с.
108. Эльтерман В. М. Вентиляция химических производств / Эльтерман В. М. – 3-е изд., перераб. – М.: Химия. – 1980. – 288 с.
109. A wind tunnel for studying the effects of thermal stratification in the atmosphere / Y. Ogawa, P. G. Diosev, K. Vehara, H. Veda // Atmos. Environ. – 1981. – № 5. – P. 801–821.
110. Atkinson R. Our present Understanding of the Gas-Phase Atmospheric Degradation of VOCs / R. Atkinson // Simulation and Assessment of Chemical Processes in a Multiphase Environment. Air Pollution Research Center, University of California. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop. – Alusha, Ukraine, 1–4 October, 2007. – P. 1–19.
111. Biliaiev M. The Numeric Forecast of Air Pollution Caused by a Blasting Accident in the Enterprise Responsible for Rocket Fuel Utilization in Ukraine / M. Biliaiev, M. Kharitonov // Disposal of Dangerous Chemicals in Urban Areas and Mega Cities. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop. – Springer, 2013. – P. 313–327.

112. Biliaiev M. M. Numerical simulation of the atmosphere pollution after the accident at the chemical plant / M. M. Biliaiev, A. V. Berlov, A. V. Shevchenko // V International scientific conference «Applied problems of the fluid mechanics and heat and mass transfer», Dnipropetrovsk: Dnipropetrovsk national university, 1-3 November. 2014. – P. 173–174.
113. Biliaiev M. Atmosphere pollution modeling in the case of the accident at the rocket propellant storage / M. Biliaiev, A. Berlov, A. Mishenko // NGU. – Dnipropetrovsk, 2014, – P. 71–76.
114. Biliaiev N. N. Numerical simulation of toxic chemical dispersion after accident at railway / N. N. Biliaiev, L. Y. Muntyan // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна «Наука та прогрес транспорту». – Д., 2016. – Вип. 7 (555). – С. 29-38.
115. . – Д., 2016. – Вип. 1 (62). – С. 47 – 57.
116. Belayev N. N. Computer simulation of the pollutant dispersion among buildings. / N. N. Belayev, M. I. Kazakevitch, V. K. Khrutch // Wind Engineering into 21st Century: Proceedings of the Tenth Intern. Conf. on Wind Engineering. – Copenhagen (Denmark) A. A. Balkema / Rotterdam – Brookfield, 1999. – P. 1217–1220.
117. Biliaiev M. Numerical Simulation of Indoor Air Pollution and Atmosphere Pollution for Regions Having Complex Topography / M. Biliaiev // Air Pollution Modeling and its Application XXI, Springer, 2012. – P. 87–91.
118. Biliaiev N.N. Expert system to predict the atmosphere pollution in the case of the accident at the solid rocket propellant storage / N.N. Biliaiev, A.V. Berlov // Сборник научных трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение». – Д.: ПДАБА, 2014. – Вып 76. – С.57 – 61.
119. Canepa E. New Improvements Recently Introduced in the Dispersion Code SAFE. AI // E. Canepa, F. Modesti, C. F. Rotto / 2 EACWE. – Genova (Italy), 1997. – P. 421–428.
120. Chatwin P. C. Quantitative Models of Environmental Pollution: a Review / P. C. Chatwin // College on Atmospheric Boundary Layer and Air Pollution Modelling: 16 May–3 June 1994. № SMR / 760–18.
121. Dispersion Modeling of Hydrogen Sulfide at Cimarex Rands Butte Project Using ALOHA // SWCA Environmental Consultants, Sheridan, Wyoming. – 2010. (www.swca.com)
122. Eric van der Swaluw, et al. Measuring and modeling wet deposition fluxes in the Netherlands and Europe// Conference Abstracts of 31st NATO / SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and it's Application, 27 September – 01 October, Torino, Italy. – 2010. – № 2.8.
123. Gross A. Theoretical determination of reaction parameters for atmosphere chemical reactions / A. Gross, S. Jorgensen // Simulation and Assessment of

- Chemical Processes in a Multiphase Environment. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop. Department of Chemistry, University of Copenhagen. – Alushta, Ukraine, 1–4 October. – 2007. – P. 31–45.
124. Guidance on safety Risk Assessment for Chemical Transport Operations // The European Chemical Industry Council. Cefic. October 2013. www.cefic.org.
 125. Hanna S. Air Quality Modelling over Short Distances / S. Hanna – College on Atmospheric Boundary Layer and Air Pollution Modelling. – 16 May–3 June, 1994. – № SMR/760–2 – P. 712–743.
 126. Ingo During. A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions / Ingo During, W. Bachlin, M. Ketzel // Meteorologische Zeitschrift. – 2011. – Vol. 20, No. 1, 067-073, February. – P.67-73.
 127. Kessler C. Estimation of NO₂/NO_x relations of traffic emissions in Baden-Württemberg from 1995 to 2005 / C. Kessler, A. Niederau, W. Scholz // 2nd conf. Environment & Transport, incl. 15th conf. Transport and Air Pollution. Reims, France, 12-14 June 2006. Proc. №107, Vol. 2, INrets ed., Arceuil, France. – 2006. – P. 101-105.
 128. Maria de Lurdes Dinis. Simulation of liberation and dispersion of radon from a waste disposal // Maria de Lurdes Dinis, Antonia Fluza. Advances in Air Pollution Modeling for Environment Security. NATO Science Series, Springer. – 2004. – Vol. 54. – P.133–142.
 129. Meroney R. N. Perspectives on air pollution aerodynamics / R. N. Meroney // Wind Engineering into the 21st Century. – Rotterdam, Balkena, 1999. – P. 79–90.
 130. Model Evaluation Report on UDM Version 6.0. Cambridge Research Consultants Ltd., Cambridge CB2 1SJ UK, Ref. No. SMEGIS/00/9/E, 2002. – P. 51.
 131. Montavon C. Validation of non-hydrostatic numerical model to simulate stratified wind fields over complex topography / C. Montavon // 2 EACWE. – Genova (Italy), 1997. – P. 357–362.
 132. Murakami S. Comparison of «k-ε» model, ASM and LES with wind tunnel test for flow field around cub c model / S. Murakami, A. Mochida, H. Yoshihiko // 8th Intern. conf. on Wind Engineering. – Western Ontario. – 1991. – № 12–3.
 133. Murakami S. Overview of turbulence models applied in CWE – 1997 / S. Murakami // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics № 74–76 (1998). – P. 1–24.
 134. Murakami S. Past, present and future of CWE: The view from 1999 / S. Murakami, A. Mochida // Wind Engineering into the 21st Century. – Rotterdam, Balkena, 1999. – P. 91–97.
 135. Nasstrom J.S. and et al. The National Atmospheric Release Advisory Center (NARAC) Modeling and Decision Support System for Radiological and Nuclear Emergency Preparedness and Response // International Journal of Risk Assessment and Management Special Issue: Nuclear and Radiological Emergency Pre-

- paredness – The Role of Monitoring and Modeling in an Emergency Situation. University of California. Lawrence Livermore National laboratory. Technical Information Department, Livermore, CA 94551. UCRL-JRNL-211678. – April 25, 2005. – 33 p.
136. Nozawa K. Large eddy simulation of the flow around a low-rise building immersed in a rough – wall turbulent boundary layer / Kojiro Nozawa, Tetsuro Tamura // Proceedings of 3rd European & African Conference on Wind Engineering. Eindhoven University of Technology. – The Netherlands. – July 2–6, 2001. – P. 185–192.
 137. Overman H. T. Simulation model for NO_x distributions in a street canyon with air purifying pavement / H. T. Overman // University Twente, Netherlands. – 2009. – Master thesis. – P. 69.
 138. Puttok J. S. Maplin sands experiments 1980: dispersion results from continuous releases of refrigerated liquid propane / J. S. Puttok, G. W. Colenbrander, D. R. Blackmore // Heavy Gas and Risk Assessment. – 1983. – № 11. – P. 147–161.
 139. Ryohji Ohba et al. Validation of numerical simulation system for gas diffusion in urban area / Ryohji Ohba et al. – URL: http://www.ciss.iis.utokyo.ac.jp/safety/pdflist/pdf/MHI_09_2.pdf
 140. Risk Assessment for Toxic Air Pollutants: A Citizen's Guide – EPA 450/3-90-024. March 1991.
 141. Seedorf J. Outdoor measurements of airborne emission of staphylococci from a broiler barn and its predictability by dispersion models / J. Seedorf, J. Schulz & J. Hartung // Environmental Exposure and Health. WIT Transactions on Ecology and the Environment, Hannover, Germany. Vol 85, 2005. P. 33-42.
 142. Schutz M., Cohen M., Whalen T., Taylor T. Maximum Possible Risk Modelling / M. Schutz, M. Cohen, T. Whalen, T. Taylor // Proceedings of the 11th Joint Conference on Information Sciences. Published by Atlantis Press. – 2008.
 143. T Sebastian Trepte and Thomas Schoenemeyer. Calculation of concentration fields of air pollutants in street canyons with the microscale chemistry transport model MITRAS <http://aix.meng.auth.gr/saturn/annualrep99/XSchoenemeyer.pdf>
 144. Tirabashi T. Analytical Air Pollution Advection and Diffusion Models / T. Tirabashi // College on Atmospheric Boundary Layer and Air Pollution Modeling. – 16 May–3 June 1994. – № SMR / 760–9.
 145. Thomas Vik. Numerical simulations of the dispersion of non-neutral toxic industrial gases in an urban environment // Norwegian Defence Research Establishment (FFI), P O Box 25, NO-2027 Kjeller, Norway. www.foi.se/Global/Våra%20tjänster/.../vik.pdf

146. Warner T., and Coauthors. The Pentagon SHIELD field program: Toward critical infrastructure protection. Bulletin of the American Meteorological Society, doi:10.1175/BAMS-88-2-167, 2007.
147. Werner K. Graber. Real time modelling as an emergency decision support system for accidental release of air pollutants / Werner K. Graber, Fritz Gassmann // Mathematics and Computers in Simulation (MATCOM), Paul Scherrer Institute, CH-5232 Villigen-PSI, Switzerland. –2000, vol. 52, issue 5, P. 413-426.

Наукове видання

Біляєв Микола Миколайович
Гулько Олена Юріївна
Кіріченко Павло Сергійович
Мунтян Лілія Яківна

Монографія

**ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ
ПРИ ЕМІСІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕЧОВИН
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

Російською мовою

Матеріал друкується в авторській редакції

Формат 60×84/16. Підписано до друку 10.02.2017.

Ум. др. арк. — 7,5. Обл.-вид. арк. — 7,2.

Тираж 300 пр.

Видавець Р. А. Козлов

вул. Рокошсовського, 5, 3, м. Кривий Ріг, 50027

(0564) 92-20-77

Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності ДК № 4514 від 01.04.2013

Друкарня С. Г. Щербенка

вул. Рокошсовського, 5, 3, м. Кривий Ріг, 50027

097-192-20-77

Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності ДК № 4561 від 13.06.2013