

**М. М. Біляєв
О. В. Берлов
П. С. Кіріченко**

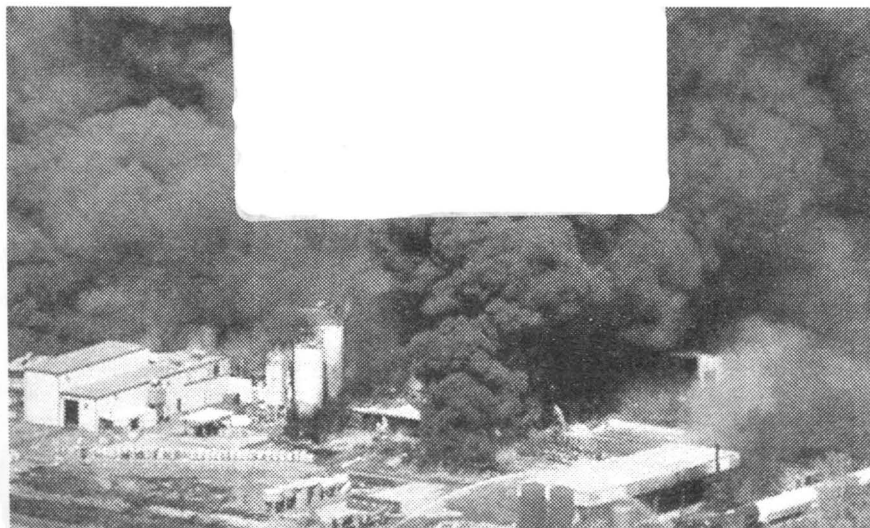
**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
В ЗАДАЧАХ ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ
ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ**



Міністерство освіти і науки України
Дніпропетровський національний
університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна (ДНІТ)

**Біляєв М. М.
Берлов О. В.
Кіріченко П. С.**

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
В ЗАДАЧАХ ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ
ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ**



Кривий Ріг
Видавець Роман Козлов
2017

УДК 519.87:[658.345:504.5]

Б 43

Рекомендовано

*до друку Вченою радою Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*

Рецензенти:

Поліщук С. З. – доктор технічних наук, професор,
Придніпровська державна академія будівництва і архітектури

Савін Л. С. – доктор технічних наук, професор,
Придніпровська державна академія будівництва і архітектури

Петренко В. Д. – доктор технічних наук, професор,
Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна

Біляєв М. М., Берлов О. В., Кіріченко П. С.

Б43 Математичне моделювання в задачах промислової безпеки та охорони праці : монографія / М. М. Біляєв, О. В. Берлов, П. С. Кіріченко ; Дніпропетровськ національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна МОН України. – Кривий Ріг : Вид. Р. А. Козлов, 2017. – 130 с.

ISBN 978-617-7104-95-6

У монографії розглянуті питання оцінки та прогнозу наслідків екстремальних ситуацій, які відбуваються на хімічно небезпечних об'єктах. Розроблені моделі класу «diagnostic models», які дозволяють проводити прогноз можливих негативних наслідків екстремальних ситуацій, що пов'язані з емісією хімічно небезпечних речовин. Представлені результати вирішення комплексу прикладних задач в області промислової безпеки та охорони праці.

Для студентів, аспірантів, наукових працівників, що спеціалізуються в галузі промислової безпеки, охорони праці, математичного моделювання, екологічної безпеки.

УДК 519.87:[658.345:504.5]

ISBN 978-617-7104-95-6

© М. М. Біляєв, О. В. Берлов, П. С. Кіріченко, 2017.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень.....	5
Вступ	6
Глава 1. Аналіз існуючих моделей при оцінці небезпеки на робочих місцях з урахуванням розсіювання небезпечних речовин на потенційно небезпечних об'єктах.....	7
1.1 Опис об'єкта дослідження.....	7
1.2 Сучасні методи оцінки промислової безпеки при емісії небезпечних речовин в робочій зоні і прилеглих територій.....	13
Глава 2. Теоретичні основи моделювання процесів, що відбуваються при виникненні горіння ТРП	25
2.1 Моделювання екстремальних ситуацій при горінні ТРП.....	25
2.2 Моделювання інфільтрації забрудненого атмосферного повітря в робочу зону промислових корпусів	33
2.3 Моделювання аеродинаміки вітрового потоку при екстремальній ситуації поблизу об'єкта надзвичайної ситуації.....	34
Глава 3. Побудова чисельних моделей прогнозу та оцінки наслідків при виникненні екстремальних ситуацій на об'єктах по зберіганню та переробці ТРП	36
3.1 Чисельне розв'язання тривимірного рівняння розсіювання небезпечної речовини в повітрі робочої зони і на прилеглій до об'єкту території.....	36
3.2 Чисельне розв'язання двовимірного рівняння розсіювання небезпечної речовини в повітрі робочої зони і на прилеглій до об'єкту території.....	40
3.3 Чисельне розв'язання аеродинамічної задачі	43
3.4 Розробка пакетів програм для прогнозу і оцінки наслідків при виникненні екстремальних ситуацій, пов'язаних з горінням ТРП	49

Глава 4. Прогноз і оцінка наслідків горіння ТРП на території промислового об'єкта або при його транспортуванні	56
4.1 Прогноз і оцінка забруднення території об'єкта в масштабі «microscale» при горінні ТРП в сховищі	56
4.2 Оцінка наслідків екстремальної ситуації в сховищі ТРП на забруднення робочих зон на території ПХЗ	69
4.3 Оцінка промислової безпеки при екстремальній ситуації на етапі транспортування ТРП	76
Глава 5. Розробка заходів спрямованих на зниження небезпеки при виникненні екстремальних ситуацій при транспортуванні ТРП	80
5.1 Оцінка ефективності застосування нейтралізатора для захисту повітря робочих зон і прилеглої території від забруднення при емісії продуктів горіння ТРП біля сховища	81
5.2 Оцінка ефективності процесу нейтралізації при русі поїзда з палаючим ТРП	89
5.3 Оцінка ефективності застосування нейтралізатора при загорянні ТРП в сховищі	100
5.4 Оцінка вразливості ТРП в залізничному вагоні до зовнішнього ініційованого впливу	104
Висновки	110
Список використаних джерел	111

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ДСНС	Державна служба з надзвичайних ситуацій
МБР	міжконтинентальна балістична ракета
ПЛАС	план ліквідації аварійної ситуації
ПХЗ	Павлоградський хімічний завод
РД	ракетний двигун
РДТП	ракетний двигун твердого палива
ТРП	тверде ракетне паливо
CFD	Computational Fluid Dynamics models
CWE	Computational Wind Engineering

ВСТУП

Як відомо, в даний час особливо гострою проблемою для України є створення безпечних умов на потенційно небезпечних промислових об'єктах, на яких виробляються або зберігаються хімічно небезпечні речовини. Особливо це проявляється в сьогоднішніх реаліях, обумовлених терористичною загрозою або аварійними ситуаціями, пов'язаними зі зношеністю обладнання, резервуарів і ємностей з хімічно небезпечними речовинами з дуже великим терміном зберігання та ін.

До таких об'єктів належить Павлоградський хімічний завод, на ньому зосереджена величезна кількість хімічно небезпечних речовин, а найбільшу небезпеку становить тверде ракетне паливо. На території Павлоградського хімічного заводу виробляється і зберігається сучасне тверде ракетне паливо, а також тверде ракетне паливо міжконтинентальної балістичної ракети РС-22. Транспортування твердого ракетного палива здійснюється як по території підприємства, так і за його межами. У разі виникнення екстремальних ситуацій, що призводять до займання твердого ракетного палива в сховищі, або на етапі перевезення виникає інтенсивна емісія хімічно небезпечних речовин в повітря і виникає ризик ураження людей на території промислового об'єкта. В першу чергу в область ураження потрапляють працівники робочої зони, а також працівники, що знаходяться на прилеглий території інших виробничих корпусів і в тому числі охорона, монтери колії, машиністи, помічники машиністів, служба штучних споруд і т. д. Тому, однією із важливих задач є оцінка наслідків екстремальної ситуації на об'єкті та підвищення безпеки при її виникненні. Ці важливі задачі вирішуються при розробці ПЛАСа (план ліквідації аварійної ситуації). Розробка ПЛАСа необхідна для дотримання та виконання Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки».

ВИСНОВКИ

В монографії розглянута інформаційно-моделююча система для прогнозу наслідків екстремальних ситуацій, що супроводжуються емісією хімічно небезпечних речовин, яка дозволяє в режимі реального часу прогнозувати рівень небезпеки на хімічно небезпечних об'єктах шляхом порівняння санітарно-гігієнічних нормативів з результатами розрахунків по забрудненню повітряного середовища робочих зон. Розглянутий комплекс чисельних моделей класу «diagnostic models» дозволяє науково обґрунтовано оцінити рівень промислової небезпеки в різних масштабах при екстремальних ситуаціях на хімічно небезпечних об'єктах. Запропонований метод нейтралізації продуктів горіння твердого ракетного палива нескладно імплементувати в систему заходів по локалізації та ліквідації осередків хімічного зараження, тому що він не вимагає універсального, дорогого обладнання, а заснований на застосуванні стандартної техніки.

Створений комплекс чисельних моделей дозволяє підвищити якість прогнозової інформації по оцінці рівня небезпеки при розробці ПЛАСа для хімічно небезпечних об'єктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий : учеб. пособие : в 6 кн. / [ред. Котляревский В. А., Забегаева А. В.]. – Москва : Изд-во АСВ, 2001–2005.
2. Аварія з фосфором у Львівській області: факти, проблеми, екологічні наслідки / Е. В. Соботович, Г. В. Лисиченко, Ю. Л. Забулонов та ін. // Вісн. Ін-ту геохімії навколишнього середовища. – Київ, 2007. – Вип. 14. – С. 8–18.
3. Антошкина Л. И. Оценка экологического риска при авариях с химически опасными веществами / Л. И. Антошкина, Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько. – Днепропетровск : Наука и образование, 2008. – 136 с.
4. Аргучинцев В. К. Моделирование мезомасштабных гидротермодинамических процессов и переноса примесей в атмосфере и гидросфере региона оз. Байкал / В. К. Аргучинцев, А. В. Аргучинцев. – Иркутск : Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2007. – 255 с.
5. Басманов А. Е. Оценка концентрации опасных химических веществ в воздухе при непрерывной активности источника / А. Е. Басманов, С. С. Говаленков // Проблеми надзвичайних ситуацій : зб. наук. пр. – Харків : Нац. ун-т цивільного захисту України, 2010. – Вип. 12. – С. 21–27.
6. Басманов А. Е. Зонирование местности в районе непрерывно действующего источника опасного химического вещества / А. Е. Басманов, С. С. Говаленков, М. В. Васильев // Проблеми надзвичайних ситуацій : зб. наук. пр. – Харків : Нац. ун-т цивільного захисту України, 2011. – Вип. 13. – С. 20–33.
7. Беляев Н. Н. Загрязнение воздушной среды на промплощадках / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько // Екологічний інтелект 2007: тези доп. Міжнародної науково-практ. конф. студ. та молодих вчених, Дніпропетровськ, квітень, 2007 р. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2007. – С. 34.
8. Беляев Н. Н. Моделирование нестационарных процессов аварийного загрязнения атмосферы : [монография] / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов, П. Б. Машихина. – Днепропетровск : «Акцент ПП», 2014. – 127 с.

9. Беляев Н. Н. Защита атмосферы от загрязнения при миграции токсичных веществ / Н. Н. Беляев, В. М. Лисняк. – Днепропетровск : Инновация, 2006. – 152 с.
10. Беляев Н. Н. Защита атмосферы от загрязнения при эмиссии опасного вещества из движущегося железнодорожного вагона / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов, П. С. Кириченко // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. тр. / под общ. ред. В. И. Большакова. – Днепропетровск : ПГАСА, 2016. – Вып. 87. – С. 13–18.
11. Беляев Н. Н. Метод расчета распространения токсичных веществ при залповых выбросах на промплощадку / Н. Н. Беляев, А. В. Полищук, Е. Ю. Гунько // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів : тези доп. IV Міжнародної науково-практ. конф., Дніпропетровськ, 2–5 жовтня 2007 р. – Дніпропетровськ, 2007. – С. 262.
12. Беляев Н. Н. Моделирование процессов загрязнения атмосферы при чрезвычайных ситуациях / Н. Н. Беляев, Т. Л. Бушина, Е. Ю. Гунько // Интеграция Украины в международную транспортную систему : тез. докл. 2-й Международной научно-практ. конф., Днепропетровск, 27–28 мая 2010 г. – Днепропетровск : ДНУЖТ, 2010. – С. 7–8.
13. Беляев Н. Н. Прогнозирование загрязнения приземного слоя атмосферы при горении твердого ракетного топлива в хранилище / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов // 36. наук. пр. Нац. гірничого ун-ту. – Дніпропетровськ : Вид-во НГУ, 2013. – № 42. – С.160–167.
14. Беляев Н. Н. Моделирование рассеивания токсичного газа в атмосфере с учетом рельефа местности / Н. Н. Беляев, П. Б. Машихина, О. П. Шакина // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2008. – Вип. 20. – С. 82–86.
15. Беляев Н. Н. Моделирование процесса загрязнения воздушной среды на промплощадках при аварийных выбросах токсичных веществ / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, А. Н. Лукашенко // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2006. – Вип. 10. – С. 3–10.

16. Беляев Н. Н. Оценка уровня безопасности при аварийных выбросах на промышленных объектах / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько // Проблемы та перспективи розвитку залізничного транспорту : тези доп. 71-ї Міжнародної науково-практ. конф., Дніпропетровськ, 14–15 квітня 2011 р. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2011. – С. 262.
17. Беляев Н. Н. Оценка уровня безопасности при аварийных выбросах химически опасных веществ / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько // Современные информационные технологии на транспорте, промышленности и образовании : тез. докл. Международной научно-практ. конф., Днепропетровск, 12–13 мая 2011 г. – Днепропетровск : ДНУЖТ, 2011. – С. 47.
18. Беляев Н. Н. Моделирование загрязнения атмосферы при аварийном выбросе токсичного вещества / Н. Н. Беляев, К. Я. Моисеенко, Е. Ю. Гунько // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. – Днепропетровск : ПГАСА, 2008. – Вып. 46. – С. 41–46.
19. Беляев Н. Н. Расчет загрязнения атмосферы при диверсии на железнодорожном транспорте в случае перевозки химически опасного груза / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов // Зб. наук. пр. Нац. гірничого ун-ту. – Дніпропетровськ : Вид-во НГУ, 2015. – № 49. – С. 188–194.
20. Беляев Н. Н. Моделирование и анализ загрязнения воздушной среды при аварии в хранилище химически опасных веществ / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов // Тезисы докл. Международной научно-практ. конф. «Современные информационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании», Днепропетр. нац. ун-т ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 18–19 апреля 2013 г. – Днепропетровск : Днепропетр. нац. ун-т ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2013. – С. 54–55.
21. Беляев Н. Н. CFD моделирование загрязнения атмосферы при чрезвычайной ситуации в хранилище твердого ракетного топлива / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов // Материалы Международной науч. конф. по аналитической химии и экологии, посвященной 110-летию со дня рождения академика М. Т. Козловского, Алматы, 9–11 октября 2013 г. / под. ред. М. К. Наурызбаева. – Алматы : Казак университеті, 2013. – С. 51–52.

22. Беляев Н. Н. Прогноз загрязнения атмосферы при аварийных выбросах на промплощадках химически опасных производств / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько // Прикладні проблеми аерогідромеханіки та тепломасопереносу : тези доп. науково-практ. конф., Дніпропетровськ, 13–15 листопада 2008 р. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2008. – С. 159–160.
23. Беляев Н. Н. Методы экспресс расчета уровня загрязнения атмосферы / Н. Н. Беляев, Е. Д. Кореньюк, В. К. Хрущ. – Днепропетровск : Наука и образование, 2002. – 192 с.
24. Беляев Н. Н. Моделирование аварийного загрязнения атмосферы при чрезвычайной ситуации в хранилище твердого ракетного топлива / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов, А. В. Шевченко // Наука та прогрес транспорту. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2014. – Вип. 5 (53). – С. 29–38.
25. Беляев Н. Н. Прогноз токсичного поражения людей при авариях на химически опасных объектах / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько // Современные информационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании : тез. докл. Международной научно-практ. конф., Днепропетровск, 14–15 мая 2009 г. – Днепропетровск : ДНУЖТ, 2009. – С. 34.
26. Беляев Н. Н. Моделирование процесса загрязнения атмосферы при горении твердого ракетного топлива / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Серія «Механіка». – Дніпропетровськ : ДНУ, 2013. – Вип. 17; т. 1; № 5. – С. 179–184.
27. Беляев Н. Н. Численное моделирование загрязнения атмосферного воздуха при аварии на химически-опасном объекте / В. В. Беляева, А. В. Берлов // 36. наук. пр. Нац. гірничого ун-ту. – Дніпропетровськ : Вид-во НГУ, 2015. – № 47. – С. 143–148.
28. Беляев Н. Н. Анализ загрязнения воздушной среды при авариях на химически опасных объектах / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів : матеріали сьомої міжнародної науково-практ. конф. (до 95-річчя НАН України), Дніпропетровськ, 8–11 жовтня 2013 р. – Дніпропетровськ : Моноліт, 2013. – С. 192–193.

29. Беляев Н. Н. Распространение загрязняющих веществ в атмосфере в условиях застройки / Н. Н. Беляев, Т. М. Пустоварова, Е. Ю. Гунько // Екологія і природокористування. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 10. – С. 169–173.
30. Беляев Н. Н. Расчет рассеивания токсичных веществ на площадках / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, О. П. Шакина // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту : тези доп. 67-ї Міжнародної науково-практ. конф., Дніпропетровськ, 24–25 травня 2007 р. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2007. – С. 217–218.
31. Беляев Н. Н. Численное моделирование затекания токсичного газа в помещение при аварии на промплощадке химически опасного объекта / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, Т. П. Решетняк // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2011. – Вип. 36. – С. 143–147.
32. Беляев Н. Н. Прогнозирование уровня загрязнения атмосферы в случае аварии при транспортировке химически опасного груза / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов, П. С. Кириченко // Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах : матеріали Всеукр. науково-практ. конф. студентів та молодих вчених, ХНАДУ, 28–29 жовтня 2015 р. – Харків : ХНАДУ, 2015. – С. 140–142.
33. Берлов А. В. Экспериментальное и теоретическое исследование защиты атмосферы от загрязнения при эмиссии опасного вещества из вагона / А. В. Берлов // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту : тези 76-ї Міжнародної науково-практ. конф., Дніпропетровськ, 19–20 травня 2016 р. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2016. – С. 265.
34. Берлов А. В. Расчет загрязнения приземного слоя атмосферы при горении твердого ракетного топлива / А. В. Берлов // Науковий вісн. будівництва : зб. наук. пр. – Харків : Харк. нац. ун-т буд-ва та архітектури, 2014. – № 1(75). – С. 185–189.
35. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М. Е. Берлянд. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1985. – 273 с.
36. Бойченко С. В. Екологічна освіта – основа сталого розвитку суспільства: проблеми і перспективи вищої школи : монографія / С. В. Бойченко, Т. В. Саєнко. – Київ : Україна, 2013. – 502 с.

37. Бесчастнов М. В. Предупреждение аварий в химических производствах / М. В. Бесчастнов, В. М. Соколов. – Москва : Химия, 1979. – 392 с.
38. Бруяцкий Е. В. Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов / Е. В. Бруяцкий. – Киев : Ин-т гидромеханики НАН Украины, 2000. – 443 с.
39. Букі О. О. Захист населення і територій від екологічної небезпеки в залежності від розташування джерел хімічних надзвичайних ситуацій / О. В. Букі, Ю. В. Квітковський // Науковий вісн. будівництва : зб. наук. пр. – Харків : Харк. нац. ун-т буд-ва та архітектури, 2014. – № 3(77). – С. 211–214.
40. Вельтищева К. С. Вопросы дальнего переноса загрязняющих веществ (обзор) / К. С. Вельтищева. – Ленинград : Гидрометеопиздат, 1979. – 56 с.
41. Генихович Е. Л. К вопросу о применимости гауссовой модели для расчета загрязнения воздуха / Е. Л. Генихович // Тр. ГГО. – Ленинград, 1982. – Вып. 450. – С. 35–40.
42. Глива В. А. Сучасні підходи до моделювання і прогнозування динаміки шкідливих факторів виробничого середовища / В. А. Глива, Л. О. Шевченко // Матеріали XI міжнародної науково-техн. конф. «АВІА-2013», 21.05–23.05.2013 / Міністерство освіти та науки України, НАН України, Національний авіаційний університет. – Київ : НАУ, 2013. – Т. 5. – С. 32.37 – 32.40.
43. Гунько Е. Ю. Оценка риска токсичного поражения людей при аварийном выбросе химически опасного вещества / Е. Ю. Гунько // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. 2008. – Вип. 20. – С. 87–90.
44. Гусев Н. Г. Радиоактивные выбросы в биосфере / Н. Г. Гусев, В. А. Беляев. – Москва : Энергоатомиздат, 1991. – 257 с.
45. Егоров Е. В. Об одном приближенном методе расчета метеорологических полей и поля концентрации загрязняющей примеси в атмосфере / Е. В. Егоров, А. В. Хаминич // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту. Серія: Механіка. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2004. – Вип. 8, № 6. – С. 76–88.
46. Едигаров А. С. Численный расчет турбулентного течения холодного тяжелого газа в атмосфере / А. С. Едигаров // Журн.

- вычислительной математики и мат. физики. – 1991. – Т. 31, № 9. – С. 1369–1380.
47. Емельянов В. М. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / В. М. Емельянов, В. Н. Коханов, П. А. Некрасов. – Москва : Академ. проект «Трикта», 2005. – 480 с.
48. Загрязнение воздушной и водной сред / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, П. Б. Машихина, О. П. Шакина // Безопасность жизнедеятельности в XXI веке : тез. докл. VII Международной конф., Днепропетровск, октябрь, 2007 г. – Днепропетровск, 2007. – С. 68.
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. Захматов В. Д. Техногенна аварія у Львівській області / В. Д. Захматов // Безпека життєдіяльності. – 2007. – № 8. – С. 13–14.
51. Защита производственного персонала и населения от сильнодействующих ядовитых веществ на химически опасных объектах. – Москва : ВАНХ, 1991. – 223 с.
52. 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 трансп. України. – 2011. – № 3. – С. 26–28.
53. Зберовский А. В. Математическое моделирование загрязнения атмосферы при аварийном выбросе химически опасного вещества / А. В. Зберовский // Зб. наук. пр. Нац. гірничого ун-ту. – Дніпропетровськ : Вид-во НГУ, 2012. – № 37. – С. 305–310.
54. Зберовский А. В. Численное моделирование загрязнения атмосферы при аварийных разливах / А. В. Зберовский // Зб. наук. пр. Нац. гірничого ун-ту. – Дніпропетровськ : Вид-во НГУ, 2012. – № 37. – С. 315–321.
55. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. – Москва : Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.
56. Калабин Г. В. Метод расчета аэрогазодинамики камерообразных выработок на основе математического моделирования /

- Г. В. Калабин, А. А. Бакланов, П. В. Амосов // ФТПРПИ. – 1990. – № 1. – С. 74–88.
57. Карташов Э. М. Метод интегральных преобразований в аналитической теории теплопроводности твердых тел / Э. М. Карташов // Изв. РАН. Энергетика. – 1993. – № 2. – С. 99–108.
58. Калашников А. В. Прогноз уровня загрязнения окружающей среды при аварии на Павлоградском химическом заводе / А. В. Калашников, А. В. Берлов, Н. Н. Беляев // Екологічний інтелект–2012 : матеріали доп. VII Міжнародної XVIII Традиційної науково-практ. конф., Дніпропетровськ, 24–25 квітня 2012 р. – Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2012. – С. 208–209.
59. Калашников В. В. Исследование влияния конструкции пули на процесс пробивания стальной преграды / В. В. Калашников, С. Е. Алексенцева // Вестн. Самар. гос. техн. ун-та. Сер.: Технические науки. – Самара, 2009. – Вып. 2 (24). – С. 99–105.
60. Ковалец И. В. Численная гидродинамическая модель атмосферной дисперсии загрязнений вокруг зданий / И. В. Ковалец // Сб. Ин-та проблем математических машин и систем НАН Украины. – 2010. – Вып. 1 – С. 3–10.
61. Ковеня В. М. Метод расщепления в задачах газовой динамики / В. М. Ковеня, Н. Н. Яненко. – Новосибирск : Наука, 1981. – 304 с.
62. Концептуальні положення комплексного екологічного моніторингу районів радіаційно небезпечних об'єктів / А. Г. Шапар, М. А. Ємець, О. К. Тяпкін та ін.// Екологія і природокористування. – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 14. – С. 224–233.
63. Крейт Ф. Основы теплопередачи / Ф. Крейт, У. Блэк. – Москва : Мир, 1983. – 512 с.
64. Кузнецов С. Г. Методы моделирования распределения загрязнения в городской застройке / С. Г. Кузнецов, Г. А. Назаров // Проблеми архітектури і містобудування. Вісн. Донбаської нац. акад. буд-ва і архітектури. – Макіївка, 2010. – Вип. 2 (82). – С. 158–161.
65. Купаев В. И. Методы локализации очага аварии и ликвидации ее последствий на химически опасных объектах железнодорож-

- ного транспорта / В. И. Купаев, С. В. Рассказов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2003. – № 4. – С. 28–34.
66. Лаврентьев М. А. Проблемы гидродинамики и их математические модели / М. А. Лаврентьев, Б. В. Шабат. – Москва : Наука, 1977. – 407 с.
 67. Ліквідація пожеж на залізничному транспорті / М. Д. Кацман, Г. Б. Кононов, І. В. Діденко, Н. В. Огороднічук. – Київ : Основа, 2006. – 216 с.
 68. Логачев И. Н. Аэродинамические основы аспирации / И. Н. Логачев, К. И. Логачев. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2005. – 659 с.
 69. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа / Л. Г. Лойцянский. – Москва : Наука, 1978. – 735 с.
 70. Лыков А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – Москва : Энергия, 1968. – 471 с.
 71. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г. И. Марчук. – Москва : Наука, 1982. – 320 с.
 72. Материалы и защитные структуры для локального и индивидуального бронирования / В. А. Григорян, И. Ф. Кобылкин, В. М. Маринин, Е. Н. Чистяков ; под ред. В. А. Григоряна. – Москва : Изд-во РадиоСофт, 2008. – 406 с.
 73. Мацак В. Г. Гигиеническое значение скорости испарения и давления пара токсических веществ, применяемых в производстве / В. Г. Мацак, Л. К. Хоцянов. – Москва : Медгиз, 1959. – 231 с.
 74. Машихина П. Б. Моделирование распространения примеси в атмосфере с учетом рельефа местности / П. Б. Машихина // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2009. – Вип. 27. – С. 138–142.
 75. Меньшиков В. В. Опасные химические объекты и техногенный риск / В. В. Меньшиков, А. А. Швыряев. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 2003. – 245 с.
 76. Методи розрахунку концентрації повітряних забруднень на міській території : навч. посібник / Є. Р. Абрамовський, Ю. Л. Гринчишин, Є. В. Єгоров, О. А. Загній. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2010. – 223 с.

77. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті. – Київ, 2001. – 33 с.
78. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий / Госкомгидромет. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1987.– 93 с.
79. Механизация работ в хозяйстве электрификации и электроснабжения железных дорог. Методическое пособие по устройству, эксплуатации автомотрис, автодрезин, специальных машин, механизмов и средств малой механизации, применяемых в хозяйстве электрификации и электроснабжения железных дорог Российской Федерации / Департамент электрификации и электроснабжения ОАО «Российские железные дороги». – Москва : «ТРАНСИЗДАТ», 2004. – 456 с.
80. Моделирование аварийных ситуаций на промышленных объектах и безопасность жизнедеятельности / Л. И. Антошкина, Н. Н. Беляев, Л. Ф. Долина, Е. Д. Коренюк. – Днепропетровск : Новая идеология, 2011. – 124 с.
81. Несвижский Ф. А. Расчет длины зоны поражения / Ф. А. Несвижский, А. П. Потанин, Н. С. Эвенчик // Тр. ГИАП. – Москва, 1978. – Вып. 51. Магистральные аммиакопроводы. – С. 34–43.
82. Никитенко Н. И. Теория тепломассопереноса / Н. И. Никитенко. – Киев : Наук. думка, 1983. – 352 с.
83. Ночвай В. И. Оптимизация эмиссионных параметров численной модели распространения атмосферных загрязнений / В. И. Ночвай, В. И. Панчук // Моделювання та інформаційні технології. – ІПМЕ. – 2010. – Спеціальний вип., т. 2. – С. 308–314.
84. Озмидов Р. В. Горизонтальная турбулентность и турбулентный обмен в океане / Р. В. Озмидов. – Москва : Наука, 1968. – 204 с.
85. Пененко В. В. Модели и методы для задач охраны окружающей среды / В. В. Пененко, А. Е. Алоян. – Новосибирск : Наука, 1985. – 257 с.
86. Пляцук Л. Д. Аналіз методів математичного моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері /

- Л. Д. Пляцук, В. В. Бойко // Вісн. КНУ ім. Михайла Остроградського. – Кременчук, 2010. – Вип. 6. – С. 1–4.
87. Павлихин Г. П. Экологическая экспертиза. Программы ликвидации запасов химического оружия армии США / Г. П. Павлихин // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 1991. – № 8. – С. 1–16.
88. Приходько А. А. Компьютерные технологии в аэрогидродинамике и тепломассообмене / А. А. Приходько. – Київ : Наук. думка, 2003. – 380 с.
89. Прохач Э. Е. Метод расчета параметров рассеяния пара пролитой на грунт жидкости / Э. Е. Прохач, Н. П. Попов // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків : НУЦЗУ, 2009. – Вип. 10. – С. 133–139.
90. Пшинько А. Н. Моделирование загрязнения атмосферы при техногенных авариях / А. Н. Пшинько, Н. Н. Беляев, П. Б. Машина. – Днепропетровск : Новая идеология, 2011. – 166 с.
91. Ракетные топлива (по материалам зарубежной печати) / под ред. акад. АН БССР Я. М. Паушкина, д.т.н. А. З. Чулкова. – Москва : Изд-во «МИР», 1975. – 188 с.
92. Рогаль П. До теорії прогнозування наслідків аварії: зони планування та зони реагування / П. Рогаль, В. Кондратюк // Безпека життєдіяльності. – 2008. – № 1–2. – С. 28–30.
93. Роуч П. Вычислительная гидродинамика / П. Роуч. – Москва : Мир, 1980. – 616 с.
94. Рудаков Д. В. Модель рассеивания примеси в приземном слое атмосферы над поверхностью со сложным рельефом / Д. В. Рудаков // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту. Серія : Механіка. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2004. – Вип. 8, № 6, т. 1. – С. 89–97.
95. Русакова Т. И. Задача численного расчета обтекания зданий воздушным потоком / Т. И. Русакова, В. И. Карплюк // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту. Серія : Механіка. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2007. – № 2/1. – С. 53–58.
96. Самарский А. А. Математическое моделирование / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – Москва : Физматлит, 2001. – 320 с.
97. Самарский А. А. Теория разностных схем / А. А. Самарский. – Москва : Наука, 1983. – 616 с.

98. Светличная С. Д. Оценка полученной токсодозы при распространении первичного облака токсического вещества / С. Д. Светличная // Проблеми надзвичайних ситуацій : зб. наук. пр. – Харків : НУЦЗУ, 2011. – Вип. 13. – С. 127–132.
99. Совершенствование системы управления производством и охраной труда / Т. В. Бунько, В. Г. Шевченко, И. А. Яценко, И. Е. Кокоулин // Геотехнічна механіка : міжвід. зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2016. – Вип. 127. – С. 3–17.
100. Степаненко С. Н. Решение уравнения турбулентной диффузии для стационарного точечного источника / С. Н. Степаненко, В. Г. Волошин, С. В. Типцов // Укр. гідрометеорологічний журн. – 2008. – № 3. – С. 13–24.
101. Теория принятия решений при проведении аварийно-спасательных (АСР) и ремонтно-восстановительных (РВР) работ в условиях обрушения строительных конструкций / А. С. Беликов, А. И. Касьян, С. Ю. Рагимов и др. // Проблеми надзвичайних ситуацій : зб. наук. пр. – Харків : Нац. ун-т цивільного захисту України, 2014. – Вип. 19. – С. 16–23.
102. Устименко Е. Б. К вопросу об экологических последствиях утилизации ракетных двигателей твердого топлива методом взрывания / Е. Б. Устименко // Наук. вісн. Нац. гірничого ун-ту. – Дніпропетровськ : Вид-во НГУ, 2008. – № 5. – С. 78–82.
103. Уорк К. Загрязнение воздуха. Источники и контроль / К. Уорк, С. Уорнер. – Москва : Мир, 1980. – 539 с.
104. Филаретова А. Н. Воздействие продуктов сгорания твердого ракетного топлива на компоненты южно-таежных экосистем : автореф. дис. ... канд. географ. наук : спец. 25.00.36 «Геоэкология» (Науки о земле) / А. Н. Филаретова. – Москва, 2013. – 26 с.
105. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – Киев : Наук. думка, 1997. – 368 с.
106. Шереметьева У. М. Моделирование процессов распространения токсичных компонентов топлива при эксплуатации жидкостных ракет : автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук : спец. 01.02.05 «Механика жидкости газа и плазмы» / У. М. Шереметьева. – Томск, 2006. – 26 с.

107. Швыдько П. В. Экологические последствия утилизации твердого ракетного топлива / П. В. Швыдько // Наук. вісн. Нац. гірничого ун-ту. – Дніпропетровськ : Вид-во НГУ, 2009. – № 8. – С. 87–91.
108. Швыряев А. А. Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе / А. А. Швыряев, В. В. Меньшиков. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 2004. – 124 с.
109. Эльтерман В. М. Вентиляция химических производств / В. М. Эльтерман. – 3-е изд., перераб. – Москва : Химия, 1980. – 288 с.
110. 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.
111. 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 : Proc. of the NATO Advanced Research Workshop, Air Pollution Research Center, University of California, Alushta, Ukraine, 1–4 October 2007. – Dordrecht : Published by Springer, 2007. – P. 1–19.
112. Berlov O. V. Atmosphere protection in case of emergency during transportation of dangerous cargo / O. V. Berlov // Наука та прогрес транспорту. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2016. – Вип. 1 (61). – С. 48–54.
113. Berlov A. V. Atmosphere pollution after the accident at the chemical plant / A. V. Berlov // Доклады международного науч. симп. «Неделя эколога–2015», Днепродзержинск, 13–16 апреля 2015 г. – Днепродзержинск : ДГТУ, 2015. – С. 13.
114. 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 : Proc. of the Tenth Intern. Conf. on Wind Engineering. – A. A. Balkema/Rotterdam /Brookfield/ Copenhagen (Denmark), 1999. – P. 1217–1220.
115. Belayev N. N. An engineering approach to simulate the 3-d wind flows over buildings / N. N. Belayev, V. K. Khrutch // Proc. of the Fourth Intern. Colloquium on Bluff Body Aerodynamics & Applications, Ruhr-Universitat. Volume of Abstracts. Bochum (Germany), Sept. 11–14, 2000. – Bochum, 2014. – P. 471–475.

116. Belyaev M. Air Pollution Modelling of Technogenic Catastrophes caused by Terrorist Attacks on Rail Transport of Chemical Substances / M. Biliaiev // Simulation and Assessment of Chemical Processes in a Multiphase Environment. NATO Science for Peace and Security. Sub-Series C: Environmental Security / Springer. – 2007. – P. 327–336.
117. 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 : Proc. of the NATO Advanced Research Workshop/ Springer. – 2013. – P. 313–327.
118. Biliaiev M. M. Numerical simulation of the atmosphere pollution after accident at the “Tolliaty-Odessa” ammonia pipe / M.M. Biliaiev, M.M. Kharitonov, L.V. Amelina // NATO Science for peace and security series C: Environmental security; Air pollution modeling and its application XXII, 2014. – pp. 391–395.
119. 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 conf. «Applied problems of the fluid mechanics and heat and mass transfer», Dnipropetrovsk national university, Nov. 6–8, 2014. – Dnipropetrovsk : DNU, 2014. – P. 173–174.
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. Cosemans Guido J. J. A new approach to building downwash modelling / J. J. Cosemans Guido // Conf. Abstracts of 31st NATO / SPS Intern. Technical Meeting on Air Pollution Modelling and it's Application, 27 September – 01 October, 2010, Torino, Italy. – Torino, 2010. – № P.1.6.
122. Desiato F. Arco: a practical Model for the study of the Atmospheric Dispersion Under Complex Conditions / F. Desiato // College on Atmospheric Boundary Layer and Air Pollution Modelling, 16 May–3 June 1994. – № SMR / 760–46.
123. Development of building resolving atmospheric CFD code taking into account atmospheric radiation in complex geometric / Y. Qu, M. Millez, L. Musson-Genon, B. Carrissimo // Conf. Abstracts of 31st NATO / SPS International Technical Meeting on Air Pollution Model

- ling and it's Application, 27 September–01 October, 2010, Torino, Italy. – Torino, 2010. – № P.1.5.
124. Effectiveness of Urban Shelter-in-Place II: Residential Districts / Wanyu R. Chan, William W. Nazaroff, Phillip N. Price, Ashok J. Gadgil // Atmospheric Environment. – 2007. – Vol. 41, iss.33. – P. 7082–7085.
 125. Graziani G. Long-range dispersion models and their applications: ATMES and ETEX / G. Graziani // College on Atmospheric Boundary Layer and Air Pollution Modelling, 16 May – 3 June 1994. – № SMR / 760–1.
 126. 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 : Proc of the NATO Advanced Research Workshop. Department of Chemistry, University of Copenhagen. Alushta, Ukraine, 1–4 October, 2007. – Dordrecht : Published by Springer, 2007. – P. 31–45.
 127. Guidance for Conducting Risk Assessments and Related Risk Activities for the DOE-ORO Environmental Management program / The University of Tennessee. U.S. Department of Energy Office of Environmental Management, April, 1999. – 232 p.
 128. Hanna S. Hybrid Plume Dispersion Model (HPDM) Improvements and Testing / S. Hanna, J. Chang // College on Atmospheric Boundary Layer and Air Pollution Modelling, 16 May–3 June 1994. – № SMR/760–4. – P.1491 – 1508.
 129. KEVLAR® Aramid fiber / Technical guide. – Dupont registered trademark. Power of performance. – H-77848 4/00. Printed in U.S.A.
 130. Kim M. S. Experimental investigation of the ground effect on the flow around some two-dimensional bluff bodies with moving-belt technique / M. S. Kim, D. Geropp // J. of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 1998. – Vol. 74–76. – P. 511–519.
 131. Kong L. A 3-D tolerant wind tunnel for general wind engineering tests / L. Kong, G.V. Parkinson // Proc. of the 3-rd Intern. Colloquium in bluff body Aerodynamics and Applications, Blacksburg, USA, 28 July–1 August, 1996. – Blacksburg, 1996. – P.975 – 985.
 132. Leitl B. Cedval-compilation of experimental data for validation of microscale numerical dispersion models / Bernd Leitl, Michael Schatzmann // 2nd EECWE. Prague, Sept. 7–11, 1998. – Prague, 1998. – P. 323–327.

133. Louka P. Modified street canyon flow / P. Louka, S. E. Belcher, R. G. Harrison // J. of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 1998. – Vol. 74–76. – P. 485–483.
134. Mahfound Kadja Computation of Wind Flow and Air Pollution for Regions Having a Complex Topography / Mahfound Kadja, Anagnostopoulos et al. // Proc. of 3rd European & African Conf. on Wind Engineering. Eindhoven University of Technology, Netherlands, July 2–6, 2001. – P. 355–358.
135. Maria de Lurdes Dinis. Simulation of liberation and dispersion of radon from a waste disposal / Maria de Lurdes Dinis, Antonia Fluzza // Advances in Air Pollution Modeling for Environment Security. NATO Science Series / Springer. – 2004. – Vol. 54. – P. 133–142.
136. Measuring and modeling wet deposition fluxes in the Netherlands and Europe / Eric van der Swaluw et al. // Conf. Abstracts of 31st NATO / SPS Intern. Technical Meeting on Air Pollution Modelling and it's Application, 27 September – 01 October, 2010, Torino, Italy. – Torino, 2010. – № 2.8.
137. Meroney R. N. Perspectives on air pollution aerodynamics / R. N. Meroney // Wind Engineering into the 21st Century. – A. A. Balkema/Rotterdam, 1999. – P. 79–90.
138. Model Evaluation Report on UDM Version 6.0. / Cambridge Research Consultants Ltd., Cambridge CB2 1SJ UK, Ref. No. SME-GIS/00/9/E, 2002. – P. 51.
139. Modeling of Air Pollution Dispersion in Street Canyons in Cross-Wind / Ibrahim A. M. Gad, Mofreh. M. Nasief, Salem S. Abdel Aaziz, Alaa A. Osman // 13th Intern. Conf. on Aerospace Sciences & Aviation Technology, ASAT-13, Cairo, May 26–28, 2009 // ASAT-13–MO-15. – P. 1–13.
140. 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.
141. Murakami S. Comparison of “ $k-\varepsilon$ ” model, ASM and LES with wind tunnel test for flow field around cubic model / S. Murakami, A. Mochida, H. Yoshihiko // 8th Intern. Conf. on Wind Engineering, Western Ontario, July 8–11, 1991. – № 12–3.

142. Murakami S. Overview of turbulence models applied in CWE – 1997 / S. Murakami // J. of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 1998. – № 74–76. – P. 1–24.
143. 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 // Proc. of 3rd European & African Conf. on Wind Engineering. Eindhoven University of Technology. The Netherlands, July 2–6, 2001. – P. 185–192.
144. Numerical Modeling Study of Wind Flow for the Salt Lake City Region Using the Integrated WRF-Noah-UCM Model at Meso-Gamma Scale / Mukul Tewari, Fei Chen, Thomas T. Warner et al. // WRF/MM5 Users' Workshop. June, 2005. – № 4.3.
145. Partha P. Sarcar. Flow visualization and measurement on roof of the Texas Tech building / Partha P. Sarcar, Zhongshan Zhao, Kishor C. Mehta // Proc. of the 3rd Intern. Colloquium in bluff body Aerodynamics and Applications, Blacksburg, USA, 28 July–1 August. – Blacksburg, 1996. – P. 597–606.
146. 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.
147. Saathoff P. Dispersion of pollutants around buildings – Are current models adequate / P. Saathoff, T. Stathopoulos, W. Xuan // Wind Engineering into the 21st Century. – A. A. Balkema/Rotterdam, 1999. – P. 787–790.
148. 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. – 2005. – Vol. 85. – P. 33–42.
149. Thomas B. C. Comparison of Numerical Modelling Techniques for Complex, Two - Dimensional Transient Heat-Conduction Problems / B. C. Thomas, I. V. Samarasekera, J. K. Brimacombe // Metallurgical Transactions. Proc. Metallurgic. – 1984. – Vol. 15, No. 2. – P. 12.
150. 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.

151. Tirabashi T. Applied dispersion modeling for ground-level concentrations from elevated sources / T. Tirabashi, V. Rizza // *Atmospheric Environment*. – 1994. – Vol. 28, № 4. – P. 611–615.
152. Tracking and predicting the atmospheric dispersion of hazardous material releases. Implications for Homeland Security / National research council. Committee on the Atmospheric Dispersion of Hazardous Material Releases Board on Atmospheric Sciences and Climate Division on Earth and Life Studies. – Washington, 2003. – 101 p.
153. Vivien Bianca Bright. Street canyon atmospheric composition: Coupling dynamics and Chemistry / Vivien Bianca Bright, William Bross, Xiaoming Cai // *Conf. Abstracts of 31st NATO / SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and it's Application*, 27 September–01 October, 2010, Torino, Italy. – Torino, 2010. – № P.1.1.
154. 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)*. – 2000. – Vol. 52, iss. 5. – P. 413–426.
155. Wind – tunnel test of gaseous diffusion in street canyon with thermal stratification / R. Ooka, S. Murakami, S. Iizuka, K. Vehara // *Wind Engineering into the 21st Century*. – A. A. Balkema/Rotterdam, 1999. – Vol. 2. – P. 781–786.

Наукове видання

Біляєв Микола Миколайович
Берлов Олександр Вікторович
Кіріченко Павло Сергійович

Монографія

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ
ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗБЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ**

Українською 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. Рокоссовського, 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. Рокоссовського, 5, 3, м. Кривий Ріг, 50027
097-192-20-77

Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності ДК № 4561 від 13.06.2013

Біляєв Микола Миколайович

доктор технічних наук, професор, завідуючий кафедрою гідравліки та водопостачання Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Сфера наукових інтересів:

математичне моделювання в галузі екологічної та промислової безпеки, захисту навколишнього середовища, гідроаеродинаміки.

<https://scholar.google.com.ua/>



Берлов Олександр Вікторович

кандидат технічних наук, асистент кафедри безпеки життєдіяльності Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.

Сфера наукових інтересів:

чисельне моделювання процесів забруднення повітряного середовища при диверсіях та екстремальних ситуаціях на хімічно небезпечних об'єктах, охорона праці.

Кіріченко Павло Сергійович

кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазоводопостачання, водовідведення і вентиляції Криворізького національного університету.

Сфера наукових інтересів:

математичне моделювання процесів забруднення навколишнього середовища.



ISBN 978-617-7104-95-6



9 786177 104956