


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА  
АРХІТЕКТУРИ»



**БЕРЛОВ ОЛЕКСАНДР ВІКТОРОВИЧ**

УДК 658.345:504.5(477.63)(043.3)

**ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ  
НА ОБ'ЄКТАХ ПАВЛОГРАДСЬКОГО ХІМІЧНОГО ЗАВОДУ  
ПРИ ВИНИКНЕННІ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ**

Спеціальність 05.26.01 – охорона праці

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Дніпро – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор **Біляєв Микола Миколайович**, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, завідувач кафедри «Гідравліка та водопостачання»

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, старший науковий співробітник **Бунько Тетяна Вікторівна**, Інститут геотехнічної механіки імені М.С. Полякова, старший науковий співробітник відділу проблем розробки родовищ на великих глибинах;

кандидат технічних наук, доцент **Рагімов Сергій Юсубович**, Національний університет цивільного захисту України, доцент кафедри організації та технічного забезпечення аварійно-рятувальних робіт.

Захист відбудеться «27» червня 2017 р. о 11<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К.08.085.03 при Державному вищому навчальному закладі «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» за адресою: 49600, м. Дніпро, вул. Чернишевського, 24-а, ауд. 202.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» за адресою: 49600, м. Дніпро, вул. Чернишевського, 24-а та на сайті <http://pgasa.dp.ua/>.

Автореферат розісланий «26» травня 2017 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради



О. В. Рабіч

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Павлоградський хімічний завод (ПХЗ) є одним з найбільших хімічно небезпечних об'єктів. На території ПХЗ виробляється і зберігається сучасне тверде ракетне паливо (ТРП), а також ТРП міжконтинентальної балістичної ракети РС-22. Транспортування ТРП здійснюється як по території підприємства, так і за його межами. У разі виникнення екстремальних ситуацій, що призводить до займання ТРП 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 потраплять 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».

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась в рамках наукової роботи Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДПТ) «Моделювання нестационарних процесів забруднення повітряного та водного середовища при техногенних аваріях і організованих викидів забруднюючих речовин» (№ ДР 0112U 002069), «Моделювання процесів забруднення навколишнього середовища при надзвичайних ситуаціях та організованих викидах забруднюючих речовин» (№ ДР 0115U 007226), «Захист навколишнього середовища на об'єктах транспортної інфраструктури» (№ ДР 0115U 007227), «Захист інфраструктури при терористичних актах» (№ ДР 0115U 007228), офіційного запиту на кафедрі «Гідравліка та водопостачання» ДПТУ від МНС України в Дніпропетровській області (лист № 5688/16 від 05.12.2007) з проханням оцінити рівень промислової безпеки при загорянні ТРП на Павлоградському хімічному заводі, в рамках договору №07/2014-У від 03.11.2014 про науково-технічне співробітництво між ДПТом і Головним управлінням Державної служби з надзвичайних ситуацій в Дніпропетровській області.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційної роботи є забезпечення безпеки в робочій зоні на об'єктах зберігання і утилізації твердого ракетного палива з урахуванням моделювання екстремальних ситуацій і прийняття заходів щодо їх зниження.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

– провести аналіз сучасного стану питання в області розробки методів оцінки забруднення повітря робочої зони при емісії токсичних речовин на хімічно небезпечних об'єктах;

– провести моделювання процесів розсіювання небезпечних речовин в робочій зоні і на території підприємства ПХЗ при виникненні екстремальних ситуацій, пов'язаних з викидом продуктів горіння ТРП;

- провести побудову чисельних моделей прогнозу і оцінки наслідків при виникненні екстремальних ситуацій в робочій зоні і на прилеглий території, пов'язаних зі зберіганням, утилізацією та транспортуванням ТРП;

- створити програмне забезпечення (коди) для проведення обчислювального експерименту з оцінки небезпеки за допомогою розроблених методів прогнозу;

- виконати оцінку наслідків загоряння ТРП на території ПХЗ в разі екстремальних ситуацій, а також провести обчислювальний експеримент по оцінці ефективності захисту персоналу у разі екстремальної ситуації в сховищі ТРП і при його транспортуванні;

- розробити заходи щодо зниження небезпеки від забруднення продуктами горіння ТРП в робочій зоні і на прилеглий території при екстремальній ситуації на території потенційно небезпечного об'єкта.

**Об'єкт дослідження** – процеси поширення небезпечних речовин в робочій зоні і на території хімічно небезпечного об'єкта в разі виникнення екстремальних ситуацій в пунктах зберігання і утилізації твердого ракетного палива.

**Предмет дослідження** – методи прогнозу і оцінки наслідків екстремальних ситуацій на об'єктах по зберігання і утилізації твердого ракетного палива та розробки захисних заходів щодо зниження негативного впливу.

**Методи дослідження.** Постановка задач дослідження здійснена методами системного аналізу на основі наукових джерел. Рішення поставлених задач отримано з використанням методів чисельного моделювання. Достовірність теоретичних результатів перевірена шляхом зіставлення їх з даними експериментальних досліджень, а також верифікацією на прикладі рішення відомих тестових задач.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

- розроблено комплекс чисельних моделей класу «diagnostic models» для прогнозу забруднення в робочій зоні і на прилеглий території при загорянні ТРП. Дані моделі дозволяють вперше науково обґрунтовано оцінити рівень промислової небезпеки при екстремальній ситуації на об'єктах зберігання і утилізації ТРП і забезпечити безпеку працівників;

- вперше встановлено закономірності процесів розсіювання небезпечних токсичних речовин в робочій зоні і на території прилеглих об'єктів при виникненні екстремальних ситуацій, пов'язаних із загорянням ТРП;

- вперше одержано наукове обґрунтування методу зниження небезпеки при виникненні екстремальної ситуації, яка супроводжується емісією продуктів горіння ТРП.

**Практичне значення одержаних результатів:**

- на базі запропонованих чисельних моделей розроблено інформаційно-моделюючу систему для прогнозу наслідків екстремальної ситуації, яка супроводжується емісією хімічно небезпечних речовин, що дозволяє прогнозувати забруднення робочих зон і прилеглої території;

- розроблено спосіб нейтралізації продуктів горіння ТРП, який дозволяє підвищити рівень промислової безпеки на території промислового об'єкта або при

транспортуванні ТРП за рахунок зменшення концентрації небезпечної речовини в робочих зонах;

– поставлено та розв'язано задачу по оцінці ефективності застосування захисного валу біля сховища з ТРП, з метою мінімізації рівня забруднення в робочих зонах на промисловому майданчику, і показана можливість підвищення рівня промислової безпеки за рахунок застосування додаткового екрану біля сховища;

– запропоновано метод захисту вагона від кульового пробивання, який дозволяє знизити вразливість ТРП при його транспортуванні, що сприяє підвищенню рівня промислової безпеки на етапі транспортування небезпечного вантажу;

– отримані в роботі результати досліджень, розроблені моделі впроваджені в Головному управлінні Державної служби з надзвичайних ситуацій в Дніпропетровській області при моделюванні різних сценаріїв екстремальних ситуацій на об'єктах ПХЗ, що є основою розробки ПЛАСа. Розроблені моделі та коди використовуються в навчальному процесі Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна при підготовці студентів, які навчаються за спеціалізацією «Водопостачання та каналізація», а також кафедри опалення, вентиляції та якості повітряного середовища ДВНЗ «ПДАБА» при читанні навчальних дисциплін і при виконанні дипломних і магістерських робіт.

**Особистий внесок здобувача** в наукових працях, опублікованих у співавторстві, полягає в:

– виконанні аналізу методів оцінки рівня забруднення повітря в робочих зонах і на території промислового об'єкта [1];

– розробці комплексу чисельних моделей і CFD моделей для оцінки промислової безпеки [1, 4, 5, 7-9, 13];

– проведенні обчислювальних експериментів на базі розроблених чисельних моделей та аналіз, обробка результатів досліджень [1, 2, 4, 5, 7-14, 16];

– виконанні програмної реалізації розроблених моделей [1, 2, 4, 5, 7-14, 16].

**Апробація результатів дисертації.** Матеріали дисертаційної роботи доповідались й обговорювалися на VII Міжнародній XVIII Традиційній науково-практичній конференції «Екологічний інтелект – 2012» (Дніпропетровськ, 2012), Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті» (Дніпропетровськ, 2013), Сьомій Міжнародній науково-практичній конференції (до 95-річчя НАН України) «Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів» (Дніпропетровськ, 2013), Міжнародній науковій конференції з аналітичної хімії та екології присвяченій 110-річчю від дня народження академіка М.Т. Козловського (республіка Казахстан, Алмати, 2013), V Міжнародній конференції «Прикладні проблеми аерогідромеханіки та тепломасопереносу» (Дніпропетровськ, 2014), Міжнародному науковому симпозиумі «Неделя еколога – 2015» (Дніпродзержинськ, 2015), Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів та молодих вчених «Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах

роботи на техногенно небезпечних об'єктах» присвяченій 85-річчю ХНАДУ (Харків, 2015), 76 Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, 2016).

**Публікації.** Основні наукові результати дисертації опубліковано в 17 наукових роботах, у тому числі 8 – у виданнях, рекомендованих МОН України (з них 2 – без співавторів, 2 – у наукометричних виданнях), 8 тез доповідей на наукових конференціях, 1 монографія.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яťох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації 168 сторінок. Крім основного тексту, викладеного на 138 сторінках, дисертація містить 85 рисунків, 19 таблиць, список використаних джерел із 155 найменувань на 20 сторінках і додатків на 10 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовані мета роботи і задачі дослідження, наукова новизна й практичне значення отриманих результатів, визначено особистий внесок здобувача.

У **першому розділі** виконано аналіз сучасного стану питання в області сучасних методів прогнозу та оцінки наслідків екстремальних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах. Аналіз літературних джерел показав, що фізичний експеримент для вирішення задач класу, що розглядається, потребує значних коштів та часу на постановку і проведення. В деяких випадках постановка фізичного експерименту неможлива (наприклад, прогноз наслідків екстремальних ситуацій, що супроводжуються горінням спорядженого корпусу балістичної ракети РС-22).

Виявлено, що існуюча нормативна методика, яка розроблена для прогнозу наслідків аварійних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах та транспорті, не відповідає сучасним вимогам, оскільки не враховує важливі фізичні параметри, які впливають на ступінь забруднення робочих зон при екстремальних ситуаціях. Аналітичні моделі та моделі Гауса також мають суттєві обмеження. Встановлено, що в теперішній час найбільш універсальним підходом до визначення наслідків екстремальних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах є використання методу чисельного моделювання. Встановлено, що в Україні існує певний дефіцит чисельних моделей, що дозволяють прогнозувати наслідки екстремальних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах з урахуванням особливостей, які виникають на конкретному об'єкті. Таким чином, актуальною задачею є розробка чисельних моделей широкого робочого діапазону, що дозволяють прогнозувати наслідки різноманітних екстремальних ситуацій. Також актуальною задачею є розробка заходів та ефективних методів щодо захисту працівників на території ПХЗ від забруднення продуктами горіння ТРП.

У **другому розділі** розглядаються математичні моделі, на основі яких у роботі здійснюється оцінка наслідків екстремальних ситуацій на ПХЗ при викиді продуктів горіння ТРП. Оцінка рівня промислової безпеки аварійного забруднення повітря робочих зон і прилеглих територій здійснюється в масштабах «microscale» та «local». Вибір цих масштабів обумовлений сучасними вимогами до якості прогнозованої інформації, яка стосується оцінки наслідків екстремальних ситуацій.

Оцінка рівня промислової безпеки у разі екстремальних ситуацій в сховищах ТРП або аварійної ситуації (диверсії) під час транспортування ТРП визначалась в 5 етапів, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Послідовність розв'язання задачі по оцінці наслідків екстремальних ситуацій на небезпечному об'єкті (транспорті)**

Етап	Конкретизація
1. Ідентифікація джерела ризику.	Сховища з ТРП (вагони з ТРП).
2. Ідентифікація небезпеки – визначення небезпечного (уражуючого) чинника на об'єкті при виникненні екстремальних ситуацій.	Концентрація небезпечних речовин – продукти горіння ТРП.
3. Сценарій екстремальних ситуацій.	Загоряння ТРП у сховищі (у вантажному вагоні).
4. Побудова поля небезпечних факторів.	Побудова поля концентрації небезпечних речовин і визначення їх концентрації в робочих зонах.
5. Розробка методів щодо мінімізації негативних наслідків екстремальних ситуацій.	Мінімізація концентрації небезпечних речовин у повітрі робочої зони та прилеглої території на ПХЗ.

Для прогнозу та оцінки наслідків екстремальних ситуацій слід враховувати основні фізичні параметри, які надають визначальний вплив на розсіювання небезпечних речовин та забруднення робочих зон. Тому, для оцінки наслідків екстремальних ситуацій було застосоване рівняння Марчука Г.І.:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial wC}{\partial z} + \sigma C = \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \sum Q_i(t) \delta(x - x_i) \delta(y - y_i) \delta(z - z_i), \quad (1)$$

де  $C$  – концентрація небезпечної речовини в робочій зоні;  $u, v, w$  – компоненти вектору швидкості руху повітряного середовища;  $\mu_x, \mu_y, \mu_z$  – коефіцієнти турбулентної дифузії;  $\sigma$  – коефіцієнт, що враховує зміну концентрації за рахунок хімічних реакцій, що протікають в повітрі і вимивання забрудника опадами;  $x_i, y_i, z_i$  – координати розташування точкового джерела виділення домішки (місце розташування спорядженого корпусу двигуна з ТРП, що горить);  $Q_i(t)$  – інтенсивність точкового джерела (інтенсивність викиду продуктів горіння ТРП);  $\delta(x - x_i) \delta(y - y_i) \delta(z - z_i)$  – позначення дельта-функції Дірака.

У роботі також використовується двовимірний аналог цього рівняння для проведення експрес-розрахунку динаміки забруднення повітря в робочих зонах.

Для адекватної оцінки ризику ураження людей у разі екстремальних ситуацій на хімічно небезпечному об'єкті під час викиду продуктів горіння ТРП, необхідно прогнозувати динаміку забруднення робочих зон не лише на відкритій місцевості, але і всередині промислових будівель на території ПХЗ. Тому виникає задача розрахунку нестационарного процесу забруднення повітряного середовища робочих зон усередині приміщень при інфільтрації в них забрудненого повітря.

Для прогнозу ризику ураження людей усередині промислових будівель та корпусів, у разі інфільтрації в них забрудненого повітря використовувалась балансова модель, що дозволяє оперативно розраховувати концентрацію небезпечної речовини у будівлі. Розв'язання цієї задачі здійснюється спільно з розв'язанням рівняння перенесення небезпечної речовини в повітрі, тобто в роботі вирішується "зв'язана" задача.

Для моделювання процесу забруднення робочих зон в промислових приміщеннях при інфільтрації в них забрудненого повітря використовується наступне рівняння:

$$V \frac{dC}{dt} = QC_{np} - QC, \quad (2)$$

де  $C_{np}$  – концентрація забрудника в приточному повітрі (повітрі, що інфільтрується);  $C$  – концентрація небезпечної речовини в повітрі, що виходить з приміщення;  $V$  – об'єм приміщення;  $Q$  – інтенсивність повітрообміну;  $t$  – час.

Далі в цьому розділі розглядається модель аеродинаміки для розрахунку поля швидкості вітрового потоку поблизу сховища з ТРП, або залізничного вагона з ТРП, при викиді продуктів горіння. Для розв'язання цієї задачі використовувалися рівняння Нав'є-Стокса, записані в змінних Гельмгольца:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial u \omega}{\partial x} + \frac{\partial v \omega}{\partial y} = \frac{1}{\text{Re}} \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right), \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = -\omega, \quad (4)$$

де  $\text{Re}$  – число Рейнольдса;  $\omega = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$  – завихореність;  $u = \frac{\partial \psi}{\partial y}$ ,  $v = \frac{\partial \psi}{\partial x}$  –

компоненти вектора швидкості повітряного потоку;  $\psi$  – функція току.

Після розрахунку поля швидкості на базі рівнянь (3), (4) здійснювався розрахунок розсіювання продуктів горіння ТРП (масштаб «microscale») на базі двовимірного рівняння мосопереносу. Обговорюються граничні і початкові умови для моделюючих рівнянь.

**У третьому розділі** розглянута побудова чисельних моделей, які створюють основу методів для прогнозу і оцінки наслідків при виникненні екстремальних ситуацій на потенційно небезпечних об'єктах ПХЗ з урахуванням можливого



розсіювання продуктів горіння. Побудова чисельних моделей ґрунтується на застосуванні методу кінцевих різниць для чисельного інтегрування моделюючих рівнянь, які розглянуті в другому розділі.

Спочатку приведений опис неявної різницевої схеми для чисельного інтегрування тривимірного рівняння розсіювання небезпечної речовини в повітрі робочій зоні. Далі розглянута побудова неявної різницевої схеми для чисельного інтегрування двомірного рівняння розсіювання небезпечної речовини в робочій зоні.

У цьому розділі розглянуті методи чисельного інтегрування рівнянь Нав'є-Стокса. Для чисельного інтегрування цих рівнянь використовується поперемінно-трикутна різницева схема. Так для чисельного інтегрування рівняння (4) спочатку здійснюється перехід до рівняння еволюційного виду

$$\frac{\partial \psi}{\partial \eta} = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \omega, \quad (5)$$

де  $\eta$  – фіктивний час. Функція  $\psi(x, y, \eta)$ , будучи розв'язком нестационарного рівняння (5), буде розв'язком рівняння Пуассона (4) при  $\eta \rightarrow \infty$ .

Далі здійснюється апроксимація похідних в рівнянні (5):

$$\begin{aligned} \frac{\psi_{ij}^{\ell+1} - \psi_{ij}^{\ell}}{\Delta \eta} &= (L_{xx}^+ + L_{xx}^-) \frac{\psi^{\ell+1} - \psi^{\ell}}{2} + (L_{yy}^+ + L_{yy}^-) \frac{\psi^{\ell+1} - \psi^{\ell}}{2} + \tilde{\omega}_{ij}, \\ \tilde{\omega}_{ij} &= \frac{1}{4} (\omega_{ij} + \omega_{i-1,j} + \omega_{i,j-1} + \omega_{i-1,j-1}), \end{aligned} \quad (6)$$

де  $L_{xx}^+$ ,  $L_{xx}^-$ ,  $L_{yy}^+$ ,  $L_{yy}^-$  – позначення різницевих операторів.

Поперемінно-трикутна різницева схема розщеплення для рівняння (6) має вигляд:

$$\begin{aligned} \psi^{\ell+1/4} &= \psi^{\ell} + \tilde{\omega} \frac{\Delta \eta}{2}, \\ \left( E - \frac{\Delta \eta}{2} (L_{xx}^+ + L_{yy}^+) \right) \psi^{\ell+2/4} &= \left( E + \frac{\Delta \eta}{2} (L_{xx}^- + L_{yy}^-) \right) \psi^{\ell+1/4}, \\ \left( E - \frac{\Delta \eta}{2} (L_{xx}^- + L_{yy}^-) \right) \psi^{\ell+3/4} &= \left( E + \frac{\Delta \eta}{2} (L_{xx}^+ + L_{yy}^+) \right) \psi^{\ell+2/4}, \\ \psi^{\ell+1} &= \psi^{\ell+3/4} + \tilde{\omega} \frac{\Delta \eta}{2}. \end{aligned} \quad (7)$$

Невідомі  $\psi^{\ell+2/4}$ ,  $\psi^{\ell+3/4}$  визначаються у всіх внутрішніх вузлах методом «біжучого» рахунку.

Слід відзначити, що побудовані в роботі чисельні моделі відносяться до класу «diagnostic models». Ці моделі, враховують основні фізичні чинники, що впливають на розвиток екстремальних ситуацій, та вимагають невеликих витрат комп'ютерного часу при практичній реалізації на комп'ютерах малої і середньої потужності. Призначення таких моделей – швидкий серійний розрахунок різноманітних сценаріїв екстремальних ситуацій і діагностування інтенсивності забруднення в робочих зонах і прилеглий території на об'єкті.

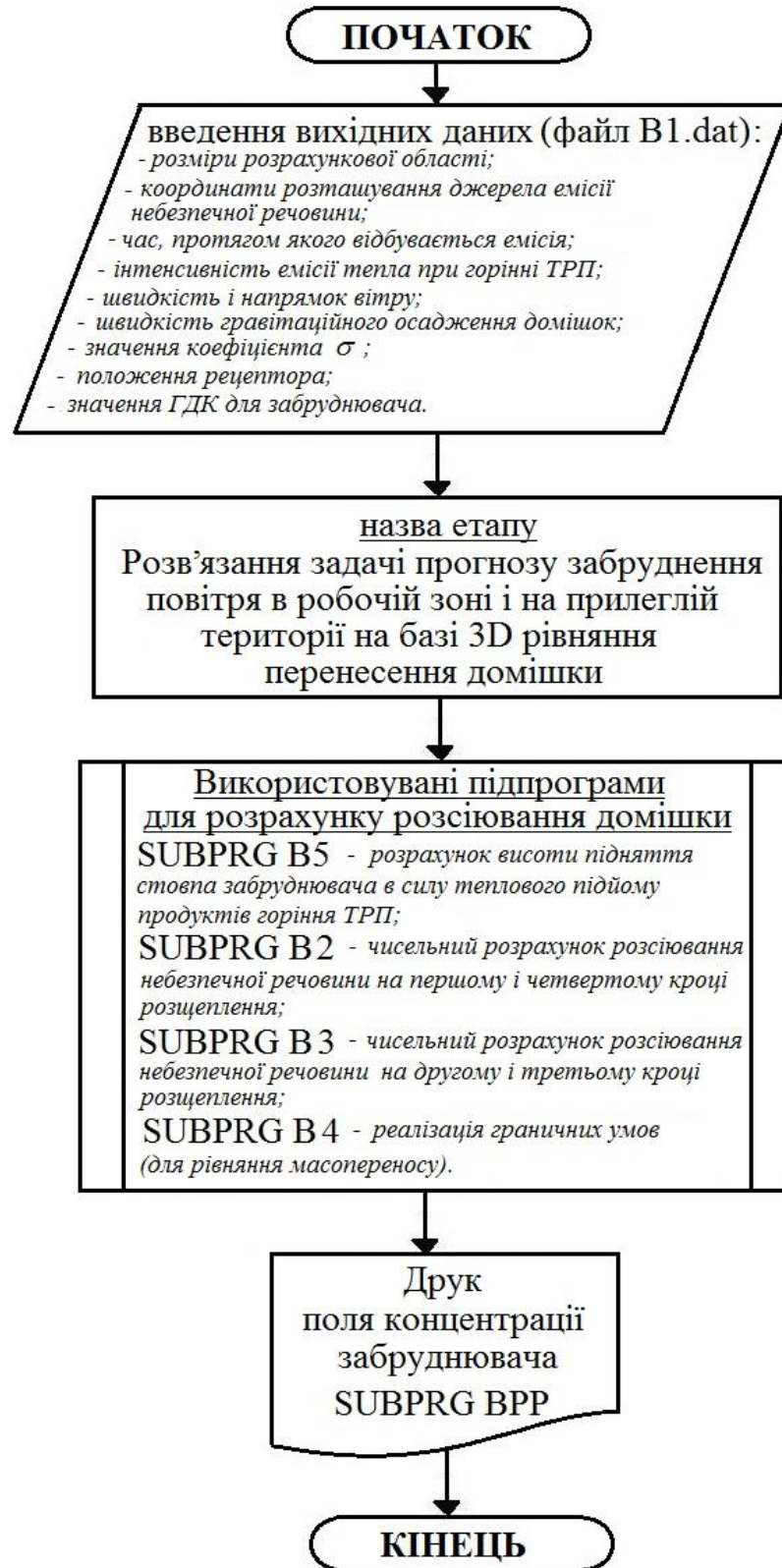


Рис. 1. Основні етапи алгоритму розв'язання задачі по прогнозу екстремальної ситуації на базі тривимірної чисельної моделі

На основі розроблених кодів створена інформаційно-моделююча система для вирішення задач перенесення забруднень при аварійних викидах небезпечних речовин. Основні блоки цієї системи показані на рисунку 2.

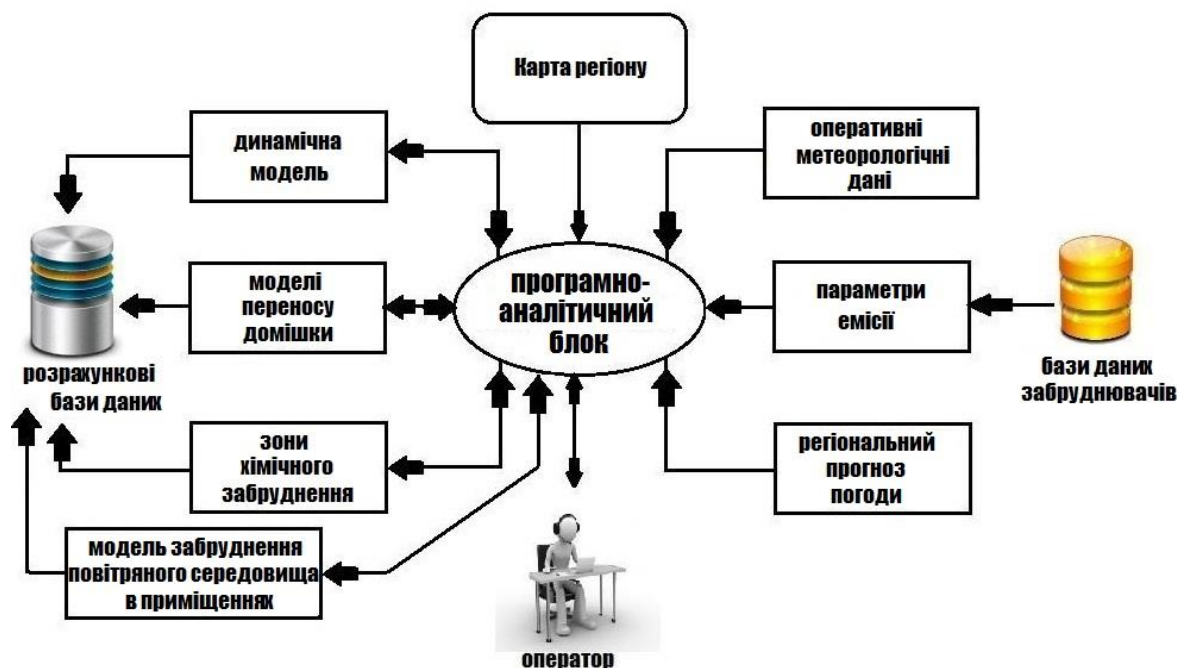


Рис. 2. Структура інформаційно-моделюючої системи

Як видно з рисунку 2 для роботи інформаційно-моделюючої системи в якості вихідних даних необхідні дані у вигляді карти області, для якої здійснюється прогноз рівня забруднення повітря, дані про вид забруднювача, інтенсивності емісії, метеорологічна інформація. Для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря можуть використовуватися швидкість і напрям вітру, отримані в результаті метеорологічного прогнозу або на основі оперативних метеорологічних даних, отриманих на постах вимірювання. Дана інформаційно-моделююча система може бути використана для прогнозу динаміки забруднення атмосферного повітря для іншого регіону країни і іншого джерела емісії небезпечних речовин.

Розроблена інформаційно-моделююча система для прогнозу наслідків екстремальної ситуації, що супроводжується емісією хімічно небезпечних речовин, що дозволяє прогнозувати забруднення робочих зон і прилеглої території.

Усі розроблені моделі реалізовані у вигляді прикладних програм (кодів) – які представляють програмну реалізацію методів оцінки промислової безпеки при емісії токсичних речовин на хімічно небезпечному об'єкті. Коди ґрунтовані на модульному принципі, що забезпечує їх "гнучкість" при практичному застосуванні. Наведено опис розроблених кодів та алгоритмів розв'язування задач прогнозу наслідків екстремальних ситуацій на об'єкті.

Наприкінці третього розділу представлені результати розв'язання комплексу тестових задач для підтвердження адекватності розроблених чисельних моделей. Для тестування відібрані задачі, які мають аналітичний розв'язок, досліджені експериментальним шляхом або розв'язані іншими методами. Тестування побудованих моделей підтвердило їх адекватність і можливість застосування для вирішення задач оцінки наслідків екстремальних ситуацій на хімічно небезпечних об'єктах, які пов'язані з викидом продуктів горіння ТРП.

У четвертому розділі представлені результати проведених наукових досліджень по оцінці наслідків екстремальних ситуацій на території ПХЗ.

В першій частині четвертого розділу було розв’язано декілька задач, пов’язаних з дослідженням процесів забруднення робочих зон на території об’єкта при викиді продуктів горіння ТРП. Ці задачі вирішувались в масштабі “microscale”.



Рис. 3. Сховище ТРП: 1 – будівля сховища; 2 – захисний вал

Було розглянуто і розв’язано наступні три задачі: 1) прогноз рівня забруднення повітря в робочій зоні і прилеглій території біля будівлі сховища ТРП при наявності захисного валу (рис.4 а); 2) прогноз рівня забруднення повітря в робочій зоні і прилеглій території при наявності захисного валу і витоку продуктів згоряння з отвору в стінці сховища та отвору в стелі сховища ТРП; 3) прогноз рівня забруднення повітря в робочій зоні і прилеглій території при наявності захисного валу і додаткового захисного екрана (рис.4 б).

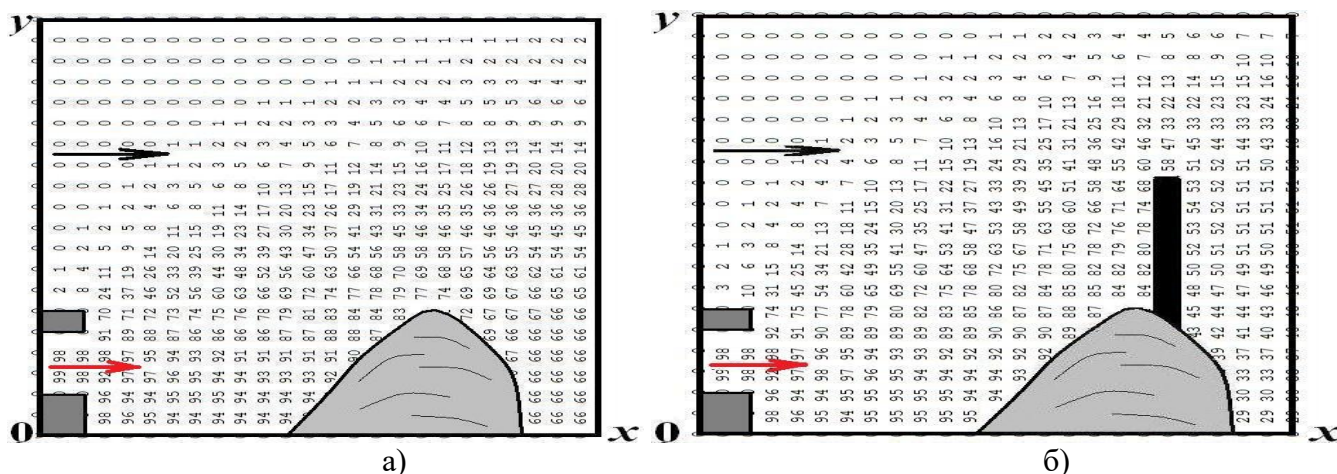


Рис. 4. Зона забруднення біля сховища з захисним валом: а) немає захисного екрану; б) для випадку встановленого захисного екрану

Також в четвертому розділі досліджувалась оцінка наслідків екстремальних ситуацій в масштабі «local». Представлена зона забруднення (HCl) біля промислового корпусу №1 на території ПХЗ в разі загоряння ТРП в сховищі (рис. 5), що створює небезпеку токсичного ураження працюючих на території ПХЗ.

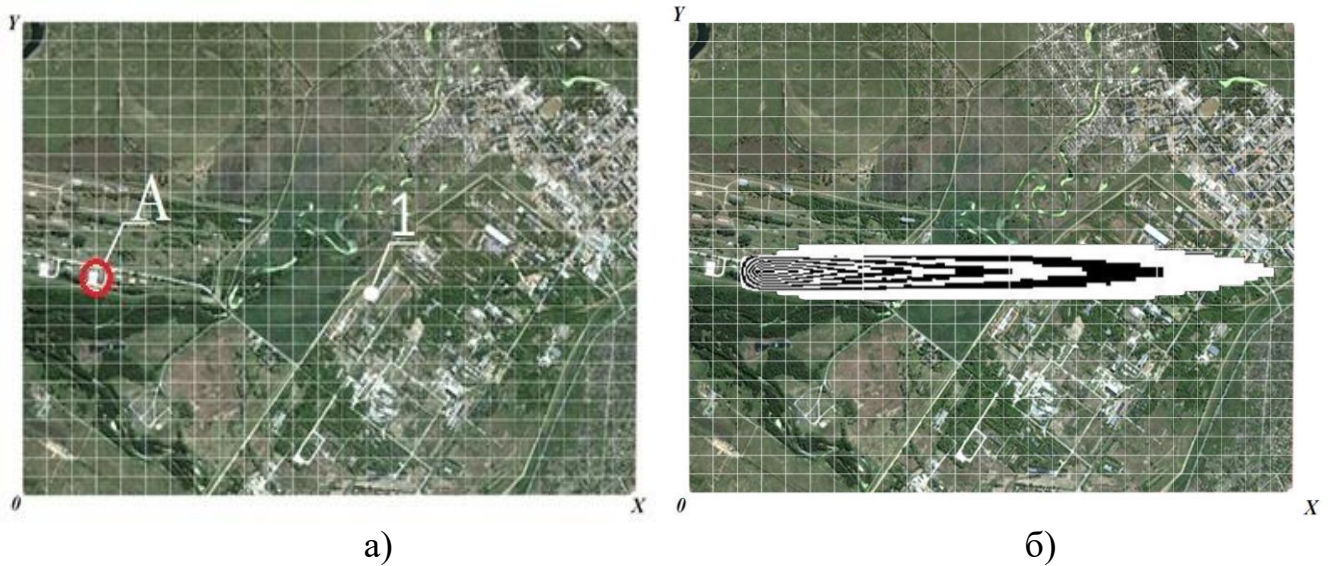


Рис. 5. Шлейф продуктів горіння ТРП (рівень  $z=12\text{м}$ ): А – сховище ТРП, 1 – промисловий корпус №1

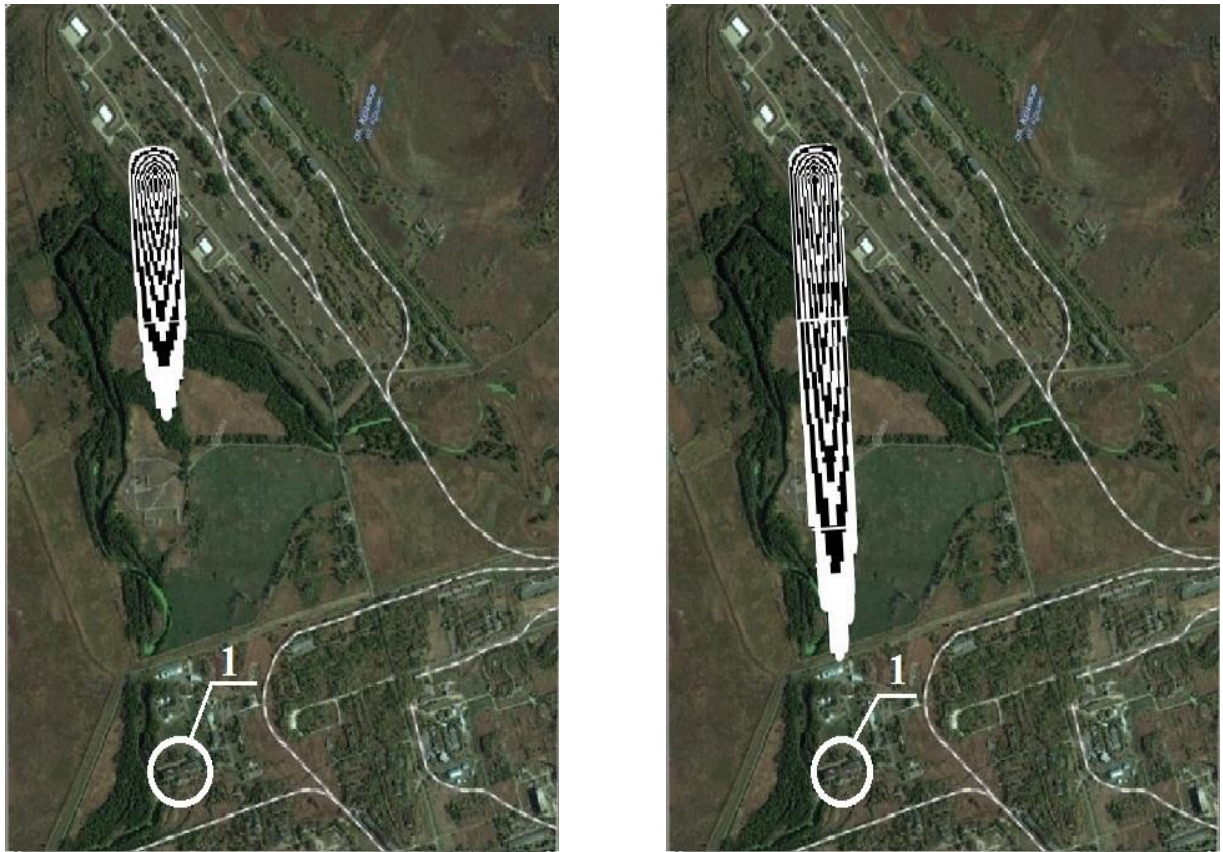


Рис. 6. Шлейф продуктів горіння ТРП для різних моментів часу: 1 – промисловий корпус №2

За результатами проведеного розрахункового експерименту була встановлена залежність зміни концентрації  $HCl$  (рис. 7) біля будівлі промислового корпусу №2 (рис. 6) на території ПХЗ. Також за допомогою розроблених моделей визначена залежність зміни концентрації  $HCl$  всередині промислового корпусу №2 з плином часу (рис. 8).

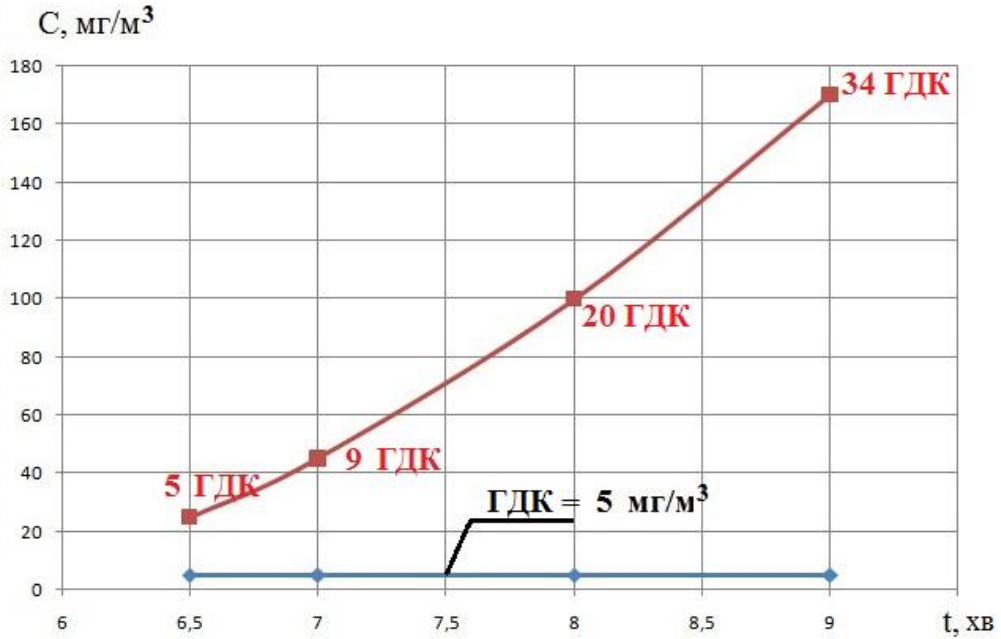


Рис. 7. Зміна концентрації  $HCl$  біля промислового корпусу №2 з плином часу (рівень  $z=12m$ )

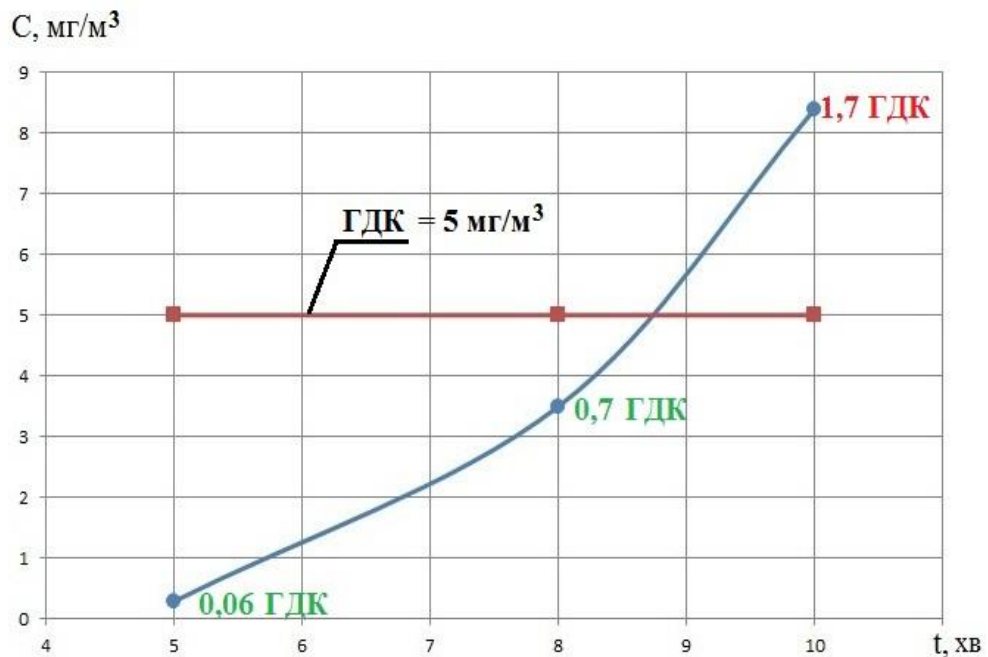


Рис. 8. Зміна концентрації  $HCl$  всередині промислового корпусу №2 з плином часу

Моделювання показало, що при виникненні екстремальних ситуацій буде мати місце токсичне ураження працівників ПХЗ, як в робочих зонах в відкритій місцевості, так і всередині промислових будівель.

На рисунку 9 показано забруднення робочих зон біля будівлі при емісії продуктів горіння ТРП із вагона.

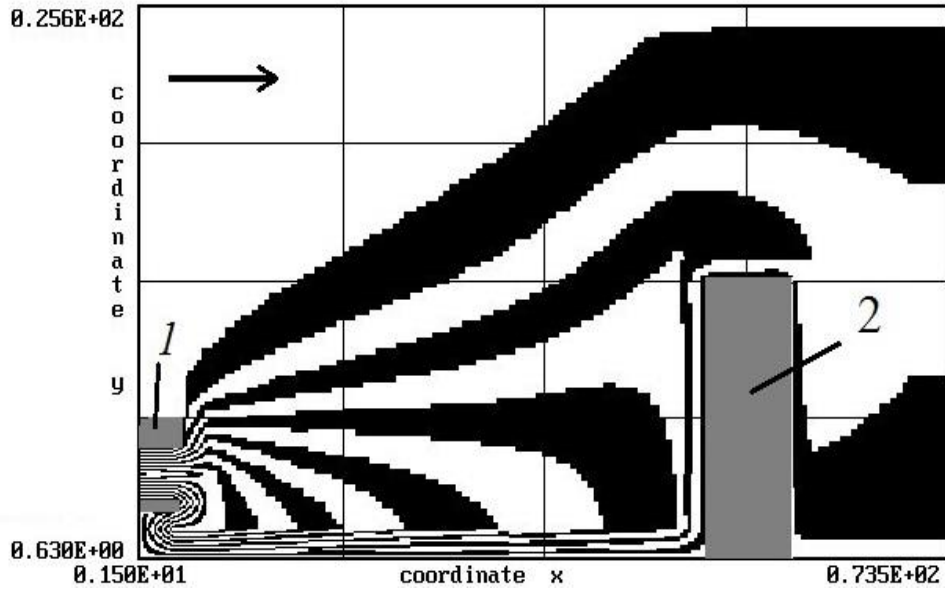


Рис. 9. Забруднення робочої зони біля будинку:  
1 – залізничний вагон, 2 – будівля

Для оцінки ризику ураження персоналу, що знаходиться біля будівлі була визначена динаміка зміни концентрації  $HCl$  за будівлю (рис. 10).

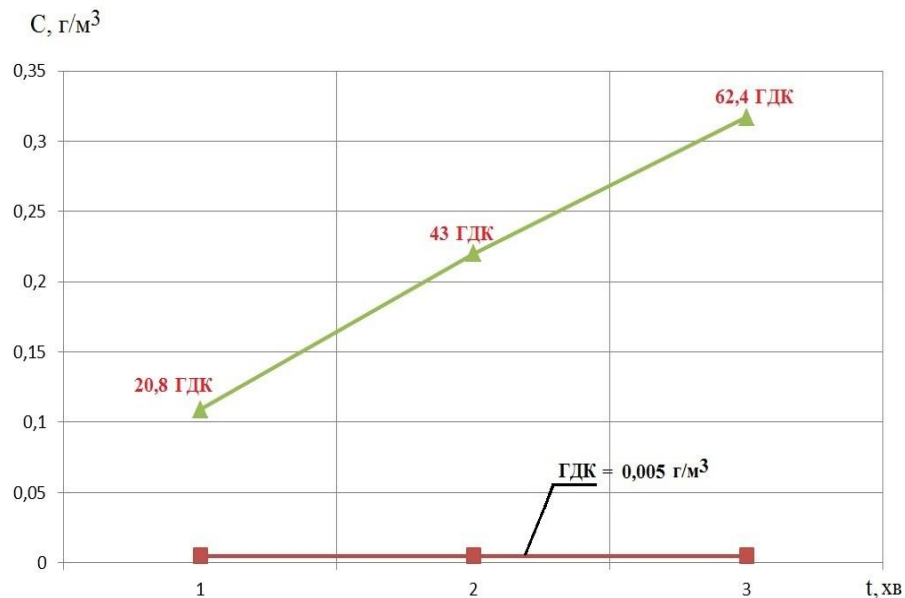


Рис. 10. Концентрація  $HCl$  за будівлю

Тобто, при екстремальній ситуації відбудеться токсичне ураження персоналу в робочих зонах на території промислового майданчика, що науково обґрунтовує необхідність розробки заходів, спрямованих на зниження небезпеки при виникненні екстремальних ситуацій при транспортуванні ТРП.

У п'ятому розділі розглядається розробка заходів, спрямованих на зниження небезпеки при виникненні екстремальних ситуацій, пов'язаних з викидом продуктів горіння ТРП.

В першій частині п'ятого розділу запропоновано використання нейтралізуючого розчину для зниження концентрації небезпечної речовини у робочих зонах. Показана схема мобільної установки на базі залізничного вагону (рис. 11), яка пропонується для подачі нейтралізуючого розчину в хмару продуктів горіння ТРП. Далі ця ідея закладена в основу нейтралізації хмари продуктів горіння у випадку виникнення екстремальних ситуацій при транспортуванні ТРП.

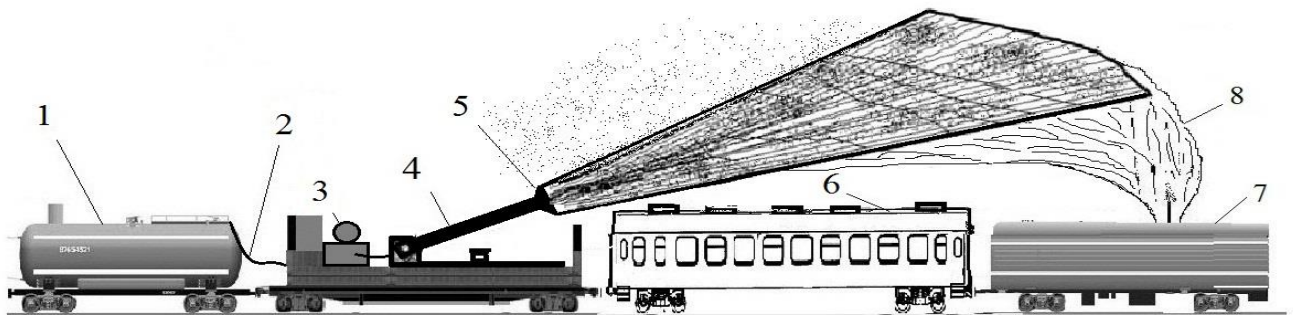


Рис. 11. Схема подачі нейтралізатора в струмінь продуктів горіння ТРП при русі потягу: 1 – ємність з реагентом; 2 – трубопровід; 3 – насосна установка; 4 – підйомні щогли з напірними трубопроводами; 5 – насадок; 6 – вагон (буфер); 7 – залізничний вагон з палаючим ТРП; 8 – шлейф продуктів горіння ТРП

При такому способі організовується швидка подача нейтралізуючого розчину до шлейфу продуктів горіння. Тим самим відбувається вплив реагенту на шлейф та мінімізується негативний вплив шлейфу на забруднення робочих зон.

Проведена оцінка ефективності застосування нейтралізатора для захисту забруднення робочих зон при емісії продуктів горіння ТРП. Приведені результати фізичного експерименту по моделюванню процесу взаємодії струменю реагенту з шлейфом продуктів горіння ТРП.

Наведені результати обчислювального експерименту, які показують, що використання запропонованої мобільної установки, яка здійснює подачу реагенту в шлейф продуктів горіння ТРП, дозволяє підвищити рівень промислової безпеки у разі екстремальних ситуацій в будівлях з ТРП або при його транспортуванні.

У четвертій частині п'ятого розділу запропонований засіб зниження уразливості вагона, в якому знаходиться ТРП, при пострілі з автомату. Запропоновано використовувати шар бронекераміки, який не дозволяє кулі з автомату досягнути корпусу ТРП в вагоні. Наведені математичні моделі на базі яких виконано розрахунок потрібної товщини шару бронекераміки. Застосування бронекераміки дозволяє уникнути установки додаткових сталевих пластин всередині вагона для захисту ТРП при пострілі з автомату.

У додатку наводяться матеріали щодо впровадження результатів дисертаційної роботи.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На основі проведеного аналізу методів оцінки забруднення повітря при емісії токсичних речовин на хімічно небезпечних об'єктах встановлено, що існуюча нормативна методика прогнозу при аварійних ситуаціях на хімічно небезпечних об'єктах не відповідає сучасним вимогам, так як не враховує важливих фізичних параметрів, які впливають на забруднення робочої зони, що не дозволяє оцінити небезпеку та прийняти попередні засоби захисту працюючих від уражаючих факторів.

2. Проведені дослідження з моделюванням забруднення атмосферного повітря при виникненні екстремальних ситуацій з загорянням ТРП та встановлено закономірності, які показують перевищення значення прогнозованої концентрації над гранично допустимою концентрацією небезпечної речовини в робочих зонах, при викиді продуктів горіння ТРП.

3. Розроблено комплекс чисельних моделей класу «diagnostic models», які дозволили вперше науково обґрунтовано оцінити рівень промислової безпеки в різних масштабах при екстремальних ситуаціях в сховищі ТРП.

4. Розроблена інформаційно-моделююча система для прогнозу наслідків екстремальних ситуацій, що супроводжуються емісією хімічно небезпечних речовин, яка дозволяє в режимі реального часу прогнозувати рівень безпеки на об'єктах ПХЗ шляхом порівняння санітарно-гігієнічних нормативів з результатами розрахунків по забрудненню повітряного середовища робочих зон.

5. На основі розроблених чисельних моделей виконана оцінка ефективності застосування захисного валу біля сховища з ТРП і показана можливість локального підвищення рівня промислової безпеки за рахунок застосування додаткового екрану біля сховища.

6. Запропоновано спосіб зниження безпеки при викиді продуктів горіння ТРП, який заснований на методі нейтралізації. Застосування даного способу в разі екстремальних ситуацій з ТРП, дозволяє істотно підвищити рівень промислової безпеки на ПХЗ.

7. Запропонований спосіб захисту вагона від кульового пробивання, який дозволяє істотно зменшити вразливість вагона при екстремальних ситуаціях – теракту, що сприяє підвищенню рівня безпеки при транспортуванні ТРП. Даний спосіб є економічним і не вимагає істотних змін в конструкції вагона.

8. Створений комплекс чисельних моделей, який дозволяє підвищити якість прогнозованої інформації по оцінці рівня безпеки при розробці ПЛАСа для хімічно небезпечних об'єктів.

9. Розроблені чисельні моделі і отримані в дисертаційній роботі результати досліджень використовуються в Головному управлінні Державної служби з надзвичайних ситуацій в Дніпропетровській області та в навчальному процесі Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за спеціальністю «Водопостачання та каналізація», а також кафедри опалення, вентиляції та якості повітряного середовища ДВНЗ «ПДАБА» при читанні навчальних дисциплін і при виконанні дипломних і магістерських робіт.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Монографія:*

1. Берлов А. В. Моделирование нестационарных процессов аварийного загрязнения атмосферы : [монография] / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов, П. Б. Машихина. – Днепропетровск : «Акцент ПП», 2014. – 127 с.

### *Статті у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз:*

2. Берлов А. В. 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.

3. 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.

### *Статті у наукових фахових виданнях України:*

4. Берлов А. В. Прогнозирование загрязнения приземного слоя атмосферы при горении твердого ракетного топлива в хранилище / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов // Зб. наук. пр. Нац. гірничого ун-ту. – Дніпропетровськ : Вид-во НГУ, 2013. – № 42. – С. 160–167.

5. Берлов А. В. 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.

6. Берлов А. В. Расчет загрязнения приземного слоя атмосферы при горении твердого ракетного топлива / А. В. Берлов // Науковий вісник будівництва : зб. наук. пр. – Харків : Харківський нац. ун-т будівництва та архітектури, 2014. – № 1(75). – С. 185–189.

7. Берлов А. В. Численное моделирование загрязнения атмосферного воздуха при аварии на химически-опасном объекте / В. В. Беляева, А. В. Берлов // Зб. наук. пр. Нац. гірничого ун-ту. – Дніпропетровськ : Вид-во НГУ, 2015. – № 47. – С. 143–148.

8. Берлов А. В. 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.

9. Берлов А. В. 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.

### Тези доповідей:

10. Берлов 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.

11. Берлов А. В. 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.

12. Берлов А. В. 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.

13. Берлов А. В. 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, Республика Казахстан, Алматы, 9–11 октября 2013 г. / под. ред. М. К. Наурызбаева. – Алматы : Казак университеті, 2013. – С. 51–52.

14. Berlov A. V. 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.

15. 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.

16. Берлов А. В. 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.

17. 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.

## АНОТАЦІЯ

**Берлов О. В. Підвищення безпеки на об'єктах Павлоградського хімічного заводу при виникненні екстремальних ситуацій. – На правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці. – Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Дніпро, 2017.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної проблеми – підвищенню безпеки при виникненні екстремальних ситуацій за рахунок прогнозу і оцінки наслідків екстремальних ситуацій та вжиття заходів щодо захисту працівників на об'єктах потенційної небезпеки Павлоградського хімічного заводу.

У роботі одержані такі результати: розроблено комплекс чисельних моделей класу «diagnostic models» для прогнозу забруднення в робочій зоні і на прилеглий території при викиді продуктів загоряння ТРП, що дозволяють науково-обґрунтовано оцінити рівень промислової небезпеки при екстремальних ситуаціях на об'єктах Павлоградського хімічного заводу і забезпечити безпеку працівників; встановлено закономірності процесів розсіювання небезпечних токсичних речовин в робочій зоні і на території прилеглих об'єктів при виникненні екстремальних ситуацій, пов'язаних із викидом продуктів горіння ТРП; на основі побудованих чисельних моделей розроблено програмні коди для їх практичної реалізації; проведено експериментальні та теоретичні дослідження, які підтвердили адекватність розроблених чисельних моделей.

Вперше встановлено закономірності процесів розсіювання небезпечних токсичних речовин в робочій зоні і на території прилеглих об'єктів при виникненні екстремальних ситуацій, пов'язаних із загорянням ТРП.

Вперше наведено наукове і практичне обґрунтування зниження небезпеки при виникненні екстремальної ситуації при зберіганні ТРП і його згорянні, що дозволяє підвищити рівень промислової безпеки на ПХЗ.

Розроблено метод захисту повітря робочих зон на ПХЗ від забруднення в разі викиду продуктів горіння ТРП, який дозволяє істотно підвищити рівень промислової безпеки при виникненні екстремальних ситуацій.

Результати роботи впроваджені у Головному управлінні Державної служби з надзвичайних ситуацій в Дніпропетровській області для розробки заходів, щодо прогнозу і оцінки можливих наслідків екстремальних ситуацій та підвищення безпеки на об'єктах потенційної небезпеки Павлоградського хімічного заводу.

**Ключові слова:** підвищення безпеки, екстремальні ситуації, заходи захисту працівників, CFD модель, чисельне моделювання, робоче місце.

## АННОТАЦИЯ

**Берлов А. В. Повышение безопасности на объектах Павлоградского химического завода при возникновении экстремальных ситуаций. – На правах рукописи.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.01 – охрана труда. – Государственное высшее учебное

заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», Днепро, 2017.

Диссертационная работа посвящена решению актуальной проблемы – повышению безопасности при возникновении экстремальных ситуаций за счет прогноза и оценки последствий экстремальных ситуаций и принятия мер по защите работников на объектах потенциальной опасности Павлоградского химического завода.

В работе получены следующие результаты: разработан комплекс численных моделей класса «diagnostic models» для прогноза загрязнения в рабочей зоне и на прилегающей территории при возгорании ТРП, позволяющие научно-обоснованно оценить уровень промышленной опасности при экстремальных ситуациях на Павлоградском химическом заводе и обеспечить безопасность работников; установлены закономерности процессов рассеяния опасных токсичных веществ в рабочей зоне и на территории прилегающих объектов при возникновении экстремальных ситуаций, связанных с возгоранием ТРП; на основе построенных численных моделей разработаны программные коды для их практической реализации; проведены экспериментальные и теоретические исследования, которые подтвердили адекватность разработанных численных моделей.

Впервые установлены закономерности процессов рассеяния опасных токсичных веществ в рабочей зоне и на территории прилегающих объектов при возникновении экстремальных ситуаций, связанных с возгоранием ТРТ.

Впервые представлено научное и практическое обоснование снижения опасности при возникновении экстремальной ситуации при хранении ТРТ и его сгорании, что позволяет повысить уровень промышленной безопасности на ПХЗ.

Разработан метод защиты воздуха рабочих зон на ПХЗ от загрязнения в случае выброса продуктов горения ТРТ, который позволяет существенно повысить уровень промышленной безопасности при возникновении экстремальных ситуаций.

Результаты работы внедрены в Главном управлении Государственной службы по чрезвычайным ситуациям в Днепропетровской области для разработки мероприятий по прогнозу и оценки возможных последствий экстремальных ситуаций и повышение безопасности на объектах потенциальной опасности Павлоградского химического завода.

**Ключевые слова:** повышение безопасности, экстремальная ситуация, меры защиты работников, CFD модель, численное моделирование, рабочее место.

## SUMMARY

**Berlov O. V. Increase of safety at objects of Pavlograd chemical plant in the case of extreme situations. – On the rights of the manuscript.**

The thesis for a Candidate degree in technical sciences on the specialty 05.26.01 – labor protection. – State Higher Education Establishment «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture» of Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro, 2017

The thesis is devoted to the actual problem – to increase security in the event of emergencies through the prediction and assessment of the consequences of extreme

situations and take measures to protect workers at the sites of potential danger Pavlograd chemical plant.

The thesis obtained the following results: The complex numerical models of class «diagnostic models» for the prediction of pollution at the workplace and in the surrounding area in fire propellant allowing science-based industrial assess the level of danger in an emergency situation at the sites of potential danger Pavlograd chemical plant and ensure the safety of workers; regularities of processes of dispersion of hazardous toxic substances at the workplace and in the surrounding objects in the event of emergencies related to burning solid propellant; built on the basis of numerical models developed software code for their implementation; experimental and theoretical studies that confirmed the adequacy of the developed numerical models.

First established patterns of scattering processes hazardous toxic substances at the workplace and in the surrounding objects in the event of emergencies related to fire propellant.

The first time the scientific and practical justification reduce danger in the event of emergency situation during storage propellant and its combustion, which can increase the level of industrial safety at the Pavlograd chemical plant.

Developed a way to protect the air of working zones at Pavlograd chemical plant from contamination if the release of combustion products propellant, which can significantly increase the level of industrial safety in case of emergencies.

Results introduced in the Department of Civil Service of Emergencies in Dnipropetrovsk region to develop measures to assess prognosis and possible consequences of extreme situations and increase safety at the sites of potential danger Pavlograd chemical plant.

**Keywords:** improve safety, extreme situation, measures to protect workers, CFD model, numerical simulation, workplace.

**БЕРЛОВ ОЛЕКСАНДР ВІКТОРОВИЧ**

**ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ  
НА ОБ'ЄКТАХ ПАВЛОГРАДСЬКОГО ХІМІЧНОГО ЗАВОДУ  
ПРИ ВИНИКНЕННІ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ**

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

---

Підписано до друку 22.05.2017 р. Формат 60x90/16  
Гарнітура Times. Друк ризографічний.  
Папір офсетний. 1,08 умов. друк. арк.  
Тираж 100 прим. Зам. № 5154

Друк ФОП «Федорченко О.О.»  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
№549781 від 27.03.2006 р.  
49000, м. Дніпро, вул. ім. М.В. Гоголя, 10/а  
тел.: (066) 369-21-55, (056) 713-57-25  
E-mail: Litograf.dp@gmail.com