Національний університет цивільного захисту України
Державної служби України з надзвичайних ситуацій

Національний університет цивільного захисту України
Державної служби України з надзвичайних ситуацій

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

Рашкевич Ніна Владиславна

УДК 621.03.9

ДИСЕРТАЦІЯ
ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ПОЛІГОНІ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ З ЛІКВІДАЦІЙНИМ ЕНЕРГОЄМНИМ ТЕХНОЛОГІЧНИМ УСТАТКУВАННЯМ

263 – цивільна безпека
26 – цивільна безпека

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. _____ Н.В. Рашкевич

Науковий керівник Колосков Володимир Юрійович, кандидат технічних наук, доцент

Харків – 2021

АНОТАЦІЯ

Рашкевич Н. В. Попередження надзвичайних ситуацій на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 – цивільна безпека (26 – цивільна безпека). Національний університет цивільного захисту України, Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Харків, 2021.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-практичної задачі у сфері цивільної безпеки – розробці методики попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням, в інтересах недопущення переростання надзвичайної ситуації з об'єктового на більш високі рівні поширення небезпеки, реалізація якої дозволить захистити від ураження цивільних осіб та фахівців підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення наступних **задач**:

1. Провести аналіз сучасного стану попередження надзвичайних ситуацій на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням.

2. Розробити математичну модель попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням та розробити на її основі відповідну методику.

3. Перевірити достовірність розробленої математичної моделі попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням та розробленої на її

основі відповідної методики.

4. Запропонувати пропозиції щодо реалізації розробленої методики попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням.

Для розв'язання поставлених задач комплексно використовувалися теоретичні та експериментальні **методи досліджень**: аналізу та синтезу, узагальнення, математичного моделювання, теорії ймовірностей, теорії прийняття рішень, математичної статистики, польові та лабораторні методи спостереження та виміру.

В якості **об'єкта дослідження** обрано процес попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням.

Предметом дослідження є параметри процесу попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням, які обумовлені фізичними властивостями звалищних ґрунтів, технологічними показниками показники ліквідаційного енергоємного технологічного устаткування.

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, зазначено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету і завдання наукового дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, розкрито наукову новизну отриманих результатів і практичну цінність роботи, наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію та публікацію результатів дисертації, загальний її обсяг.

У **першому розділі** «Аналіз сучасного стану попередження надзвичайних ситуацій на полігонах твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням» проведений аналіз техногенної небезпеки полігонів твердих побутових з урахуванням сучасних тенденцій

розміщення на їх території ліквідаційного енергоємного технологічного устаткування, існуючих підходів до моделювання умов їх функціонування, та аналіз підходів до попередження надзвичайних ситуацій на зазначених об’єктах. Виконана постановка задачі наукового дослідження – розробка методики попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов’язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням, в інтересах недопущення переростання надзвичайної ситуації з об’єктового на більш високі рівні поширення небезпеки, реалізація якої дозволить захистити від ураження цивільних осіб та фахівців підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

У **другому розділі** «Розробка математичної моделі попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов’язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням та розробка на її основі відповідної методики» проаналізовані фізичні умови попередження надзвичайних ситуацій, знайдено рішення окремих задач з оцінки вологості, щільності, температури звалищних ґрунтів, та рівня небезпеки зсувного масиву звалищних ґрунтів у залежності від технологічних показників ліквідаційного енергоємного технологічного устаткування. Це дозволило визначити умови рішення окремих задач, які увійшли до загальної математичної моделі. Математична модель попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов’язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням уявляє собою систему з чотирьох аналітичних залежностей. Перша аналітична залежність описує залежність кількості загиблих осіб від фізичних властивостей звалищних ґрунтів, як-то вологість, щільність, температура, та технологічних показників ліквідаційного енергоємного технологічного устаткування. Друга описує залежність кількості постраждалих від фізичних властивостей звалищних ґрунтів, як-то вологість, щільність, температура, та технологічних показників

ліквідаційного енергоємного технологічного устаткування. Третя описує залежність кількості осіб з порушенням умов життєдіяльності від фізичних властивостей звалищних ґрунтів, як-то вологість, щільність, температура, та технологічних показників ліквідаційного енергоємного технологічного устаткування. Четверта дозволяє визначити умови відсутності постраждалих та жертв, як наслідків надзвичайної ситуації першого рівня пріоритетності, в залежності від варіації рішень окремих задач з оцінки фізичних властивостей звалищних ґрунтів, та небезпеки зсувного масиву з урахуванням технологічних показників ліквідаційного енергоємного технологічного устаткування. Умовою існування наведеної математичної моделі є набір початкових та граничних умов не переростання наслідків надзвичайної ситуації за межі об'єктового рівня поширення небезпеки з урахуванням отримання максимальної кількості метану у складі біогазу.

На основі математичної моделі розроблено методику попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням, реалізація якої передбачає виконання груп робіт до та після факту переміщення зсувного масиву, а саме: пов'язаних з проектуванням та будівництвом об'єкту; пов'язаних з експлуатацією об'єкту; пов'язаних з локалізацією та ліквідацією негативних наслідків зсуву; пов'язаних з усуненням небезпеки подальшого зсуву та стабілізацією роботи об'єкту.

У **третьому розділі** «Перевірка достовірності розробленої математичної моделі попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням та розробленої на її основі відповідної методики» описано розроблену лабораторну установку та методику проведення експериментальних досліджень впливу фізичних властивостей звалищних ґрунтів на стійкість схилів, а також, з використанням зазначених установки та методики, проведено натурні експериментальні

дослідження, результати яких співпадають з результатами імітаційних, входять в довірчий інтервал, розрахований з ймовірністю 95 % за критерієм Стьюдента, що підтверджує достовірність розробленої математичної моделі попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням та розробленої на її основі відповідної методики.

У **четвертому розділі** «Пропозиції щодо реалізації розробленої методики попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням» розглянуті умови ефективної реалізації розробленої методики попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням. До пропозиції відноситься: по-перше, виявлення прихованих осередків та шляхів поширення техногенної небезпеки на полігонах твердих побутових відходів шляхом застосування дистанційних методів та засобів спостереження за станом атмосферного повітря, звалищних ґрунтів, що дозволить за рахунок поінформованості забезпечити безпечні умови функціонування аварійно-рятувальних підрозділів під час попередження надзвичайних ситуацій безпосередньо на об'єкті їх виникнення. По-друге, ведення аналізу стану атмосферного повітря, як основного джерела перенесення небезпечних речовин, з метою своєчасної реалізації комплексних санітарно-гігієнічних превентивних заходів, що дозволить зменшити наслідки впливу надзвичайних ситуацій за межами об'єкту їх виникнення на довкілля та населення, які мешкають у зоні можливого ураження.

Практичне значення отриманих результатів дисертаційного дослідження полягає у застосуванні розроблених математичної моделі та методики в підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій місцевого та регіонального рівня підпорядкованості. Основні результати

дослідження використані в рамках пілотного впровадження в Ізюмському районному відділі Головного управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Харківській області (акт впровадження від 01.09.2020 року) та у комунальному підприємстві «Благоустрій міста Ізюм» (акт впровадження від 09.09.2020 року) в рамках удосконалення системи підтримки прийняття рішення керівником робіт з попередження та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням.

Таким чином, в дисертації вирішено актуальну науково-практичну задачу у сфері цивільної безпеки – розроблено методику попередження надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення, пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням, в інтересах недопущення переростання надзвичайної ситуації з об'єктового на більш високі рівні поширення небезпеки, реалізація якої дозволить захистити від ураження цивільних осіб та фахівців підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій

Ключові слова: попередження надзвичайної ситуації, полігон твердих побутових відходів, ліквідаційне енергоємне технологічне устаткуванням, зсув, звалищні ґрунти.

Список публікацій здобувача за темою дисертації

Наукові праці, у яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Монографія:

1. **Рашкевич Н.,** Гончаренко Ю., Вовчук Т. Розділ. 3.9. Попередження надзвичайних ситуацій на потенційно-небезпечних об'єктах з надлишковим енергоємним технологічним устаткуванням в контексті вирішення проблеми підвищення безпеки та якості життя в сучасному світі // Improving living

standards: current opportunities and limitations. Monograph. Editors: Wojciech Duczmal, Iryna Ostopolets. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020. P. 369–379. ISBN 978-83-66567-21-4.

Особисто здобувачем проведено польових та лабораторних досліджень з визначення фізико-механічних властивостей звалищних ґрунтів та їх впливу на стійкість схилів, та оброблено їх результати.

Статті у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз:

2. Vambol S., Vambol V., Bogdanov I., Suchikova Y., **Rashkevich N.** Research of the influence of decomposition of wastes of polymers with nano-inclusions on the atmosphere. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2017. 6/10 (90). P. 57–64. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.118213. (Видання включено до категорії «А» Переліку фахових видань України та міжнародної наукометричної бази Scopus)

Особисто здобувачем проведено обробку результатів експериментів по визначенню концентрації токсичних речовин, які виділяються при термічному розкладанні синтетичних полімерних матеріалів та обґрунтовано можливість проведення високоточної ідентифікації газоподібних речовин в атмосфері з метою виявлення прихованої небезпеки в тілі полігону твердих побутових відходів.

3. **Rashkevich N.**, Goncharenko I., Anishenko L., Pisnya L., Petrukhin S., Serikova E. Biogas from the municspal solid waste polygon. *Scientific Journal «ScienceRise».* № 9 (50) 2018. P. 39–42. DOI: 10.15587/2313-8416.2018.143412. (Видання включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus та Ulrich's Periodicals)

Особисто здобувачем проведено аналіз існуючих математичних моделей переміщення небезпечних речовин над полігоном твердих побутових відходів, сформульовані висновки щодо залежності швидкості та радіуса переміщення нагрітого утворення різної плавучості та запропоновано практичну цінність моделі у сфері цивільної безпеки з метою ефективного впровадження розробленої методики попередження надзвичайних ситуацій –

зменшення негативних наслідків впливу за межами об'єкту їх виникнення на довкілля та населення.

4. **Рашкевич Н. В.** Аналіз техногенної небезпеки технологій поводження з твердими побутовими відходами. *Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: технічні науки та архітектура*. 2019. Т. 6. № 152 (2019). С. 58–66. DOI: 10.33042/2522-1809-2019-6-152-58-66. (Видання включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus)

5. **Рашкевич Н. В.** Формування математичного апарату методики попередження надзвичайної ситуації на полігоні твердих побутових відходів з технологічним устаткуванням. *Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: технічні науки та архітектура*. 2020. Т. 1. № 154 (2020). С. 100–107. DOI: 10.33042/2522-1809-2020-1-154-100-107. (Видання включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus)

6. **Рашкевич Н. В.** Розробка керуючого алгоритму методики попередження надзвичайних ситуацій на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням. *Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: технічні науки та архітектура*. 2020. Т. 3. № 156 (2020). С. 188–194. DOI: 10.33042/2522-1809-2020-3-156-188-194. (Видання включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus)

7. Дівізінюк М., Мірненко В., **Рашкевич Н.**, Шевченко О. Розробка лабораторно-експериментальної установки для перевірки достовірності математичної моделі та розробленої на її основі методики попередження надзвичайних ситуацій на полігонах твердих побутових відходів з технологічним ліквідаційним енергоємним устаткуванням. *Social Development and Security*. 2020. Vol. 10. № 5. С. 15–27. DOI: 10.33445/sds.2020.10.5.2. (Видання включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus та Ulrich's Periodicals)

Особисто здобувачем розроблено лабораторну установку, яка дозволяє провести експериментальні дослідження впливу фізичних властивостей звалищних ґрунтів на стійкість схилів, та відповідну методику проведення досліджень.

Статті у наукових фахових виданнях України:

8. **Рашкевич Н. В.,** Черепньов І. А., Ковальов І. О. Спосіб виявлення пожеж на території полігону твердих побутових відходів. *Інженерія природокористування*. 2019. № 3 (13). С. 102–109. DOI: 10.37700/enm.2019.3(13).102-109.

Особисто здобувачем запропоновано спосіб виявлення пожеж на території полігону твердих побутових відходів.

Патенти:

9. Патент на корисну модель № 128973 U, Україна, МПК (2018.01) A62C 3/02, G01V 3/16 (2006/01), G01V 8/00. Спосіб виявлення пожеж на полігонах твердих побутових відходів / Вамболь С. О., Вамболь В. В., Резніченко Г. М., Кондратенко О. М., Колосков В. Ю., **Рашкевич Н. В.**; власник: НУЦЗ України. - № 201805655; завл. 21.05.2018; опубл. 10.10.2018, Бюл. № 19.

Особисто здобувачем проведено аналіз патентної бази щодо наявних способів виявлення пожеж на полігонах твердих побутових відходів та запропоновано використовувати блок мікрохвильової радіометрії для визначення межі, глибини та температури зони горіння, виявлення пустот і прогарів.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

10. Рашкевич А. С., **Рашкевич Н. В.,** Вамболь В. В. Исследование особенностей лазерного метода для контроля атмосферного воздуха в зоне чрезвычайных ситуацій. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Проблемы гражданской защиты: управление, предупреждение, аварийно спасательные и специальные работы», 17 березня 2017 р., Республіка Казахстан, м. Кокшетау: РДУ «КТІ КНС МВС Республіки Казахстан». С. 245–248 (форма участі – заочна).

Особисто здобувачем проведено аналіз можливості організації дистанційного моніторингу атмосферного повітря в районах виникнення надзвичайних ситуацій за допомогою лазерного комплексу.

11. **Рашкевич Н. В.** Виявлення ознак небезпеки під час експлуатації полігонів твердих побутових відходів. Збірник матеріалів Міжнародної наукової інтернет-конференції «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення» (Випуск 24), 15 листопада 2017 р., м. Тернопіль. С. 84–87.

12. **Рашкевич Н. В.** Обґрунтування підвищення техногенно-екологічної безпеки полігонів твердих побутових відходів. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту», 28–29 березня 2018 р., м. Харків: НУЦЗ України. С. 360 (форма участі – очна).

13. Колосков В. Ю., **Рашкевич Н. В.** Ідентифікація небезпеки місць видалення твердих побутових відходів. Збірник матеріалів 21 Всеукраїнської науково-практичної конференції «Розвиток цивільного захисту в сучасних безпекових умовах», 8 жовтня 2019 р., м. Київ: УкрНДІЦЗ. С. 130–132 (форма участі – заочна).

Особисто здобувачем розглянуто та проаналізовано можливі надзвичайні ситуації на полігоні твердих побутових відходів.

14. **Рашкевич Н. В**. Актуальність питання попередження надзвичайної ситуації на комунікації або технологічному устаткованні полігону твердих побутових відходів. Збірник матеріалів Сьомої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми інформатизації», 13–15 листопада 2019 р., м. Черкаси – Баку – Бельсько-Бяла – Харків. С. 77 (форма участі – заочна).

15. **Рашкевич Н. В.** Техногенная опасность на полигонах твердых бытовых отходов с технологическим оборудованием. Постановка задач исследования. Збірник матеріалів ІІІ Міжнародної заочної науково-практичної конференції «Безопасность человека и общества: совершенствование системы реагирования и управления защитой от чрезвычайных ситуаций», 29 листопада 2019 р., Республіка Білорусь, м. Мінськ: Університет цивільного захисту МНС Республіки Білорусь. С. 71–73 (форма участі – заочна).

16. **Рашкевич Н. В.** Надзвичайні ситуації на полігоні твердих побутових відходів з технологічним устаткуванням. Збірник матеріалів XV Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності», 26–27 березня 2020 р., м. Львів. С. 471–473 (форма участі – заочна).

17. **Рашкевич Н. В.** Граничные условия предупреждения чрезвычайной ситуации на полигоне твердых бытовых отходов с технологическим оборудованием. Збірник матеріалів XIV Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Обеспечение безопасности: проблемы и перспективы», 8–9 квітня 2020 р., Республіка Білорусь, м. Мінськ: Університет цивільного захисту МНС Республіки Білорусь. С. 126–127 (форма участі – заочна).

18. **Рашкевич Н. В.** Розробка математичної основи попередження надзвичайної ситуації на полігоні твердих побутових відходів з технологічним устаткуванням. Збірник матеріалів Десятої міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління», 9–10 квітня 2020 р., м. Баку – Харків – Жиліна. С. 68 (форма участі – заочна).

19. **Рашкевич Н. В.,** Колосков В. Ю. Техногенна небезпека полігонів твердих побутових відходів з технологічним устаткуванням. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту», 15–16 квітня 2020 р., м. Харків: НУЦЗ України. С. 8 (форма участі – очна).

Особисто здобувачем розглянуто умови облаштування ділянки складування твердих побутових відходів, технологій збору біогазу та виділені фактори виникнення техногенної небезпеки.

20. **Рашкевич Н. В.** Разработка лабораторной установки по проверке достоверности математического аппарата методики предупреждения чрезвычайных ситуаций на полигоне твердых бытовых отходов с технологической установкой. Збірник матеріалів VI Міжнародної заочної науково-практичної конференції

«Технологии ликвидации чрезвычайных ситуаций», 20 травня 2020 р., Республіка Білорусь, м. Мінськ: Університет цивільного захисту МНС Республіки Білорусь. С. 181–182 (форма участі – заочна).

21. **Рашкевич Н. В.** Попередження надзвичайних ситуацій на полігоні твердих побутових відходів з технологічним ліквідаційним енергоємним устаткуванням. Збірник матеріалів ІІ Всеукраїнської наукової конференції присвяченої 100 річчю університету «Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України», 18–19 вересня 2020 р., м. Миколаїв. С. 25–29 (форма участі – заочна).

22. **Рашкевич Н. В.** Виділення природоохоронних заходів направлених на попередження надзвичайних ситуацій пов’язаних зі зсувом звалищних ґрунтів. Збірник матеріалів XVII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки», 06–08 жовтня 2020 р., м. Кременчук. С. 86–88 (форма участі – заочна).

23. **Рашкевич Н. В.** Стійкість схилу масиву відходів на полігоні твердих побутових відходів в задачах забезпечення цивільної безпеки. Збірник матеріалів XIII Науково-технічної конференції «Сучасний стан та проблемні питання страхового фонду документації, перспективи розвитку та взаємодії», 29–30 жовтня 2020 р., м. Харків. С. 66–67 (форма участі – заочна).

24. **Рашкевич Н. В.** Одна з умов ефективної реалізації процесу попередження надзвичайних ситуацій на полігонах твердих побутових відходів. Збірник матеріалів І Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції студентів та молодих науковців «Актуальні питання охорони праці у контексті сталого розвитку та європейської інтеграції України», 09–11 листопада 2020 р., м. Харків. С. 190–192.

25. **Рашкевич Н. В.** Роботи з попередження надзвичайних ситуацій на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням. Збірник матеріалів XII Міжнародної науково-методичної конференції «Безпека людини у сучасних умовах», 03–04 грудня 2020 р., м. Харків. С. 25–29 (форма участі – заочна).

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

26. Вамболь В. В. Рашкевич А. С., **Рашкевич Н. В.** Анализ особенностей экологического мониторинга атмосферного воздуха в зоне чрезвычайных ситуаций техногенного характера. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. 2016. № 49 (1221). С. 85–89.

Особисто здобувачем проведено аналіз можливості організації дистанційного моніторингу атмосферного повітря в районах виникнення надзвичайних ситуацій за допомогою лазерного комплексу.

27. Vambol V., **Rashkevich N.** Analysis of methods of identification of ecologically danger substances in atmospheric air. *Техногенно-екологічна безпека: наук.-техн. журнал.* 2017. Вип. 2. С. 74–78. DOI: 10.5281/zenodo.1182894.

Особисто здобувачем проведено аналіз методів ідентифікації небезпечних речовин в атмосферному повітрі та визначені переваги лазерного моніторингу.

28. **Рашкевич Н. В.** Аналіз наукових досліджень в сфері лазерного зондування повітряного басейну. *Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського*. Вип. 5/2017 (106). С. 115–121.

29. **Рашкевич Н. В.,** Цитлішвілі К. О. Дослідження небезпеки продуктів розкладання в місцях депонування твердих побутових відходів. *Вісник КрНУ ім. Михайла Остроградського.* Вип. №3/2018(110). С. 97–102. DOI: 10.30929/1995-0519.2018.3.97-102.

Особисто здобувачем проведено експериментальні дослідження з визначення хімічного складу проб атмосферного повітря в зоні впливу типового полігону твердих побутових відходів та основних показників хімічного складу фільтраційних вод з дренажної канави.

ABSTRACT

N. Rashkevich. Emergencies prevention at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment. Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for a Doctor of Philosophy in specialty 263 – «Civil Safety» (26 – «Civil Safety»). National University of Civil Defence of Ukraine, State Emergency Service of Ukraine, Kharkiv, 2021.

The dissertation is devoted to solve the important scientific and practical issue in the civil safety field – to develop the methodology of emergencies prevention cascade type of dissemination concerned with landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment, aim to emergency prevention of escalating from the object to higher levels of danger. The implementation of the issue will protect civilians and specialists of State Emergency Service of Ukraine.

For achieving the set purpose the following scientific **tasks** have been put forward:

1. To analyze the current state of emergencies prevention at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment.

2. To develop the mathematical model of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment and develop the appropriate method based on it.

3. To check the validity of the developed mathematical model of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation of energy-intensive technological equipment and developed appropriate method based on it.

4. To propose the suggestions for implementation of the developed method of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment.

For solving the set tasks the follow theoretical and experimental **research methods** have been used, such as analysis and synthesis, generalization,

mathematical modeling, probability theory, decision theory, mathematical statistics, field and laboratory methods of observation and measurement.

The **object of the research** is the process of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment.

The **subject of the research** is the characteristics of the process of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment that which are due to the physical properties of landfill soils, technological indicators of liquidation energy-intensive technological equipment.

The relevance of the chosen topic, the connection of research with scientific programs, plans, topics have been substantiated in the **research introduction**. It also has been formulated the purpose and objectives of research, defined the object, subject and methods of research, revealed the scientific novelty of the results and practical value of research, provided data on personal contribution of the applicant, approbation and publication of dissertation results, total volume.

In the **first section** « Analysis of the current state of emergencies prevention at solid waste landfills with liquidation energy-intensive technological equipment» it has been analyzed the technogenic hazards of solid waste landfills, taking into account current trends of the liquidation energy-intensive technological equipment location on that territories, approaches to modeling landfill conditions and approaches to emergencies prevention at these facilities. The follow task of scientific research to develop the methodology of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment has been performed for the emergencies prevention from escalating from the object to higher levels of danger, the implementation of which will protect civilians and specialists of State Emergency Service of Ukraine.

In the **second section** «Development of a mathematical model of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment and development of

appropriate methods based on it» the author has analyzed the physical conditions of emergencies prevention, has found solutions to certain issues for assessing humidity, density, temperature of landfills soils, and the level of danger of landslides depending on the technological parameters of liquidation-intensive technological equipment. This allowed to determine the conditions for solving particular problems that have been included in the general mathematical model. The mathematical model of emergencies prevention is the system of four analytical dependencies. The first analytical dependence describes the number of dead persons on the characteristics of the physical properties of landfill soils, such as humidity, density, temperature, and technological indicators of liquidation energy-intensive technological equipment. The second one describes the number of victims of the physical properties of landfill soils, such as humidity, density, temperature, and technological indicators of liquidation energy-intensive technological equipment. The third one describes the number of people with violations of living conditions from the characteristics of the physical properties of landfill soils, such as humidity, density, temperature, and technological indicators of liquidation energy-intensive technological equipment. The fourth analytical dependence allows to determine the conditions of absence of injured persons and victims as a consequence of the emergency situation of the first level of priority, depending on the variation of solutions of particular problems to assess the physical properties of landfills soils, and landslide hazards taking into account technological indicators of liquidation energy-intensive technological equipment. The condition for the mathematical model existence is the set of initial and boundary conditions, including the maximum amount of methane in the biogas and non-growth of the consequences of the emergency outside the object level of danger.

The method of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment based on a mathematical model has been developed in the research. The method realization provides the groups of works before and after the fact of moving the landslide: related to the design and construction of the object; concerned with the facility operation; related with the localization and liquidation of the negative

consequences of the landslide; related with the elimination of the further landslides risk and stabilization of the facility.

The **third section** «Validation of the developed mathematical model of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment and development of appropriate methods based on it» describes the developed laboratory setup and methods of experimental studies of the influence of the physical properties of the landfills soils on the slopes stability to landslide. Furthermore, using these installation and methods, the field experimental studies has been conducted, the results of which coincide with simulation results with a probability of 95% by Student's criterion. This confirms the reliability of the developed mathematical model of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment and developed the appropriate methods based on it.

The **fourth section** «The proposals for developed method implementation of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment» considers the conditions for effective implementation of the developed method of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment. The proposals are follow: first, to identify hidden foci and ways of technogenic hazards spreading on landfills, which are based on the use of remote methods and monitoring means of air and landfills state, to ensure safe operation of emergency rescue units during the warning emergency directly at the object of their occurrence; secondly, conducting the atmospheric air analysis as the main source of hazardous substances transfer that allow allow at the expense of operational comprehensive sanitary and hygienic preventive measures to prevent the defeat of civilians living in the area of possible damage.

The **practical significance of the dissertation research results** of the is in the application of the developed mathematical model and method in the divisions of

the State Emergency Service of Ukraine of local and regional level of subordination. The main outcomes of the study were used in the pilot implementation in the Izyum district office of the Main Department of the State Emergency Service of Ukraine in Kharkiv region (act of implementation from 01.09.2020) and in the municipal enterprise «Improvement of the Izyum» (act of implementation from 09.09.2020) as part of the improvement of the decision support system by the head of prevention and elimination of the emergencies consequences at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment.

The applicant has solved the important scientific and practical issue in the civil safety field – has developed the method of emergencies prevention cascade type of dissemination related to landslide at solid waste landfill with liquidation energy-intensive technological equipment, in the interests of emergency prevention from escalating from the object to higher levels of danger, the implementation of which will protect civilians and specialists of State Emergency Service of Ukraine.

Keywords: emergency prevention, solid waste landfill, liquidation energy-intensive technological equipment, landslide, landfill soils.

List of publications of degree-seeker

Publications in which the main scientific results of the dissertation are published:

Monograph:

1. **Rashkevich N.,** Honcharenko Yu., Vovchuk T. Part. 3.9. Prevention of emergency situations on potentially hazardous objects with excess energy intensive equipment in the context of solving the problem of increasing safety and quality of life in the modern world // Improving living standards: current opportunities and limitations. Monograph. Editors: Wojciech Duczmal, Iryna Ostopolets. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. 2020. P. 369–379.

The applicant personally has conducted and processed the results of field and

laboratory studies to determine the physical and mechanical properties of landfill soils and their impact on the stability of slopes to landslides.

Articles in the scientific professional editions of Ukraine, which are part of international scientometric bases:

2. Vambol S., Vambol V., Bogdanov I., Suchikova Y., **Rashkevich N.** Research of the influence of decomposition of wastes of polymers with nano inclusions on the atmosphere. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. 6/10 (90). 57–64.

The applicant personally has processed the results of experiments to determine the concentration of toxic substances released during thermal decomposition of synthetic polymeric materials and substantiated the possibility of high-precision identification of gaseous substances in the atmosphere to identify the hidden danger in the solid waste landfill.

3. **Rashkevich N.**, Goncharenko I., Anishenko L. et al. Biogas from the municspal solid waste polygon. Scientific Journal «ScienceRise». 9(50)2018. 39–42.

The applicant personally has analyzed the existing mathematical models of movement of hazardous substances over the landfill, has formulated conclusions on the dependence of speed and radius of movement of heated buoyancy and has proposed the practical value of the model in civil safety to effective implementation the developed methodology to prevent emergencies decreasing the negative consequences of impact on the environment outside the object of their origin.

4. **Rashkevich N**. Analysis of technogenic danger of solid waste management technologies. Komunal′ne hospodarstvo mist. 2019. 6, 152. 58–66.

5. **Rashkevich N.** Formation of mathematical apparatu for the methodology of emergency prevention on solid waste landfill with technological equipment. Komunal′ne hospodarstvo mist. 2020. 1, 154. 100–107.

6. **Rashkevich N.** Development of the control algorithm of the methodology of emergency prevention on landfill with liquidation energy-intensive technological equipment. Komunal′ne hospodarstvo mist. 2020. 3, 156, 188–194.

7. Divizinyuk M., Mirnenko V., **Rashkevich N.,** Shevchenko O. Development of a laboratory-experimental installation for verification of the mathematical model and the methodology developed on its basis for the prevention of emergencies on landfills with liquidation energy-intensive technological equipment. Social Development and Security. 2020. 10, 5. 15–27.

The applicant personally has developed the laboratory installation that allows to provide experimental researches of the influence of the physical properties of landfill soils on the stability of slopes to landslides, and the appropriate research method.

Articles in scientific professional publications of Ukraine:

8. **Rashkevich N.**, Cherepnev I., Kovalev I. Method of fire detecting at a municipal solid waste landfill. Engineering of nature management. 2019. 3(13). 102–109.

The applicant personally has proposed the method of detecting fires on the territory of the landfill for solid waste.

Patents:

9. Patent 128973 U, Ukraine, МПК (2018.01) A62C 3/02, G01V 3/16 (2006/01), G01V 8/00. Method of detecting fires at landfills / Vambol S., Vambol V., Reznichenko A., Kondratenko O., Koloskov V. Yu., **Rashkevich N**.; patent holder: National University of Civil Defence of Ukraine. № 201805655; at 10.10.2018.

The applicant personally has analyzed the patent base for available methods of detecting fires at solid waste landfills and has proposed to use the microwave radiometry unit to determine the boundary, depth and temperature of the combustion zone, detection of voids and burns.

Conference materials and abstracts:

10. Rashkevich O., **Rashkevich N.,** Vambol V. Yssledovanye osobennostey lazernoho metoda dlya kontrolya atmosfernoho vozdukha v zone chrezvychaynykh sytuatsyy. Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi

«Problemy grazhdanskoy zashchity: upravleniye, preduprezhdeniye, avariyno spasatel'nyye i spetsial'nyye raboty», 17 March 2017, Respublika Kazakhstan, m. Kokshetau. 245–248. (Form of participation – extramural).

The applicant personally has analyzed the possibility of organizing remote of environmental monitoring of atmospheric air in areas of emergency with the help of the laser complex.

11. **Rashkevich N.** Vyyavlennya oznak nebezpeky pid chas ekspluatatsiyi polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv. Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoyi naukovoyi internet-konferentsiyi «Informatsiyne suspil′stvo: tekhnolohichni, ekonomichni ta tekhnichni aspekty stanovlennya» (Vypusk 24), 15 November 2017, m. Ternopil′, 84–87. (Form of participation – extramural).

12. **Rashkevich N.** Obgruntuvannya pidvyshchennya tekhnohenno-ekolohichnoyi bezpeky polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv. Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi molodykh uchenykh «Problemy ta perspektyvy zabezpechennya tsyvil′noho zakhystu», 28–29 March 2018, m. Kharkiv. 360. (Form of participation – intramural).

13. Koloskov V. Yu., **Rashkevich N.** Identyfikatsiya nebezpeky mists′ vydalennya tverdykh pobutovykh vidkhodiv. Zbirnyk materialiv 21 Vseukrayins′koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Rozvytok tsyvil′noho zakhystu v suchasnykh bezpekovykh umovakh», 8 October 2019, m. Kyyiv. 130–132. (Form of participation – extramural).

The applicant personally has considered possible emergencies at the solid waste landfill.

14. **Rashkevich N.** Aktual′nist′ pytannya poperedzhennya nadzvychaynoyi sytuatsiyi na komunikatsiyi abo tekhnolohichnomu ustatkovanni polihonu tverdykh pobutovykh vidkhodiv. Zbirnyk materialiv S′omoyi mizhnarodnoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Problemy informatyzatsiyi», 13–15 November 2019, m. Cherkasy–Baku–Bel′s′ko-Byala–Kharkiv. 77. (Form of participation – extramural).

15. **Rashkevich N.** Tekhnohennaya opasnost′ na polyhonakh tverdykh bytovykh otkhodov s tekhnolohycheskym oborudovanyem. Postanovka zadach

yssledovanyya. Zbirnyk materialiv III Mizhnarodnoyi zaochnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Bezopasnost′ cheloveka y obshchestva: sovershenstvovanye systemy reahyrovanyya y upravlenyya zashchytoy ot chrezvychaynykh sytuatsyy», 29 November 2019, Respublika Bilorus′, m. Mins′k. 71–73. (Form of participation – extramural).

16. **Rashkevich N.** Nadzvychayni sytuatsiyi na polihoni tverdykh pobutovykh vidkhodiv z tekhnolohichnym ustatkuvannyam. Zbirnyk materialiv XV Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi molodykh vchenykh, kursantiv ta studentiv «Problemy ta perspektyvy rozvytku systemy bezpeky zhyttyediyal′nosti», 26–27 March 2020, m. L′viv. 471–473. (Form of participation – extramural).

17. **Rashkevich N.** Hranychnye uslovyya preduprezhdenyya chrezvychaynoy sytuatsyy na polyhone tverdykh bytovykh otkhodov s tekhnolohycheskym oborudovanyem. Zbirnyk materialiv XIV Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi molodykh uchenykh «Obespechenye bezopasnosty: problemy y perspektyvy», 8–9 April 2020, Respublika Bilorus′, m. Mins′k. 126–127. (Form of participation – extramural).

18. **Rashkevich N.** Rozrobka matematychnoyi osnovy poperedzhennya nadzvychaynoyi sytuatsiyi na polihoni tverdykh pobutovykh vidkhodiv z tekhnolohichnym ustatkuvannyam. Zbirnyk materialiv Desyatoyi mizhnarodnoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Suchasni napryamy rozvytku informatsiyno-komunikatsiynykh tekhnolohiy ta zasobiv upravlinnya», 9–10 April 2020, m. Baku – Kharkiv – Zhylina. 68. (Form of participation – extramural).

19. **Rashkevich N.,** Koloskov V. Yu. Analiz tekhnohennoyi nebezpeky polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv z tekhnolohichnym ustatkuvannyam. Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi molodykh uchenykh «Problemy ta perspektyvy zabezpechennya tsyvil′noho zakhystu», 15–16 April 2020 r., m. Kharkiv. 7. (Form of participation – intramural).

The applicant personally has considered the conditions of arrangement of the solid waste storage area, biogas collection technologies and identified the factors of technogenic hazards.

20. **Rashkevich N.** Razrabotka laboratornoy ustanovky po proverke dostovernosty matematycheskoho apparata metodyky preduprezhdenyya chrezvychaynykh sytuatsyy na polyhone tverdykh bytovykh otkhodov s tekhnolohycheskoy ustanovkoy. Zbirnyk materialiv VI Mizhnarodnoyi zaochnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Tekhnolohyy lykvydatsyy chrezvychaynykh sytuatsyy», 20 May 2020, Respublika Bilorus′, m. Mins′k. 181–182. (Form of participation – extramural).

23. **Rashkevich N.** Stiykist′ skhylu masyvu vidkhodiv na polihoni tverdykh pobutovykh vidkhodiv v zadachakh zabezpechennya tsyvil′noyi bezpeky. Zbirnyk materialiv XIII Naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Suchasnyy stan ta problemni pytannya strakhovoho fondu dokumentatsiyi, perspektyvy rozvytku ta vzayemodiyi», 14-15 May 2020, m. Kharkiv. 66–67. (Form of participation – extramural).

21. **Rashkevich N.** Poperedzhennya nadzvychaynykh sytuatsiy na polihoni tverdykh pobutovykh vidkhodiv z tekhnolohichnym likvidatsiynym enerhoyemnym ustatkuvannyam. Zbirnyk materialiv II Vseukrayins′koyi naukovoyi konferentsiyi prysvyachenoyi 100 richchyu universytetu «Aktual′ni pytannya tekhnohennoyi ta tsyvil′noyi bezpeky Ukrayiny», 18–19 September 2020 r., m. Mykolayiv. 25–29. (Form of participation – extramural).

22. **Rashkevich N.** Vydilennya pyrodookhoronnykh zakhodiv napravlenykh na poperedzhennya nadzvychaynykh sytuatsiy pov″yazanykh zi zsuvom zvalyshchnykh hruntiv. Zbirnyk materialiv XVII Mizhnarodnoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi «Problemy ekolohichnoyi bezpeky», 06–08 October 2020 r., m. Kremenchuk. 86–88. (Form of participation – extramural).

24. **Rashkevich N.** Odna z umov efektyvnoyi realizatsiyi protsesu poperedzhennya nadzvychaynykh sytuatsiy na polihonakh tverdykh pobutovykh vidkhodiv. Zbirnyk materialiv I Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi studentiv ta molodykh naukovtsiv «Aktual′ni pytannya okhorony pratsi u konteksti staloho rozvytku ta yevropeys′koyi intehratsiyi Ukrayiny», 09–11 November 2020 r., m. Kharkiv. 190–192.

25. **Rashkevich N.** Roboty z poperedzhennya nadzvychaynykh sytuatsiy na

polihoni tverdykh pobutovykh vidkhodiv z likvidatsiynym enerhoyemnym tekhnolohichnym ustatkuvannyam. Zbirnyk materialiv KHII Mizhnarodnoyi naukovo-metodychnoyi konferentsiyi «Bezpeka lyudyny u suchasnykh umovakh», 03–04 December 2020 r., m. Kharkiv. 25–29 (Form of participation – extramural).

Scientific works, which additionally reflect the scientific results of the dissertation:

26. Vambol V., Rashkevich O., **Rashkevich N.** An analysis of features of the ecological monitoring of atmospheric air is in the zone of emergencies of technogenic character. Visnyk Natsional′noho tekhnichnoho universytetu «KHPI». 2016. 49(1221). 85–89.

The applicant personally has analyzed the possibility of organizing remote of environmental monitoring of atmospheric air in areas of emergency with the help of a laser complex.

27. Vambol V., **Rashkevich N.** Analysis of methods of identification of ecologically danger substances in atmospheric air. Naukovo-tekhnichnyy zhurnal «Tekhnohenno-ekolohichna bezpeka». 2017. 2. 74–78.

The applicant personally has analyzed the methods of identification of environmentally hazardous substances in the air and has identified the benefits of laser monitoring such as mobility and high accuracy.

28. **Rashkevich N.** Analysis of scientific researches in the field of laser diagnostic of atmosphere. Visnyk KrNU im. Mykhayla Ostrohrads′koho. 2017. 5/2017 (106). 115–121.

29. **Rashkevich N.,** Tsytlishvili K. Study of influences of dangerous products decomposition from municipal solid waste. Visnyk KrNU im. Mykhayla Ostrohrads′koho. 2018. 3/2018(110). 97–102.

The applicant personally has processed the results of experimental researches of the chemical composition of atmospheric air samples in the area of influence of the typical landfill for solid waste and the main indicators of the chemical composition of filtration water from the drainage ditch.