

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора,
завідувача кафедри екології та безпеки життєдіяльності
Національного транспортного університету
Хрутьби Вікторії Олександрівни
на дисертаційну роботу Іванова Олексія Володимировича
на тему

«МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЗОН РИЗИКУ ПОТЕНЦІЙНО
НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки
галузь знань 12 – Інформаційні технології

Актуальність обраної теми.

Автор роботи доводить, що важливим аспектом екологічної безпеки мегаполісів є їх техногенна безпека, яка в свою чергу визначається станом потенційно небезпечних об'єктів (ПНО), таких як автозаправні станції (АЗС) та комплекси, підприємства хімічної та біологічної промисловості, атомні та теплові станції тощо. В роботі в якості дослідженого ПНО обрано АЗС і це пов'язано зі значним збільшенням автомобільного парку в великих містах України, та як наслідок, кількості АЗС. Тому існує запит практики на отримання оперативного публічного попередження про зони та рівень техногенного ризику від АЗС, особливо розташованих на території мегаполісів.

В роботі проаналізовано існуючі методики, методичні рекомендації і комп'ютерні системи для визначення техногенного ризику від ПНО в цілому і АЗС зокрема. Показано, що вони є спеціалізованими, орієнтованими на відповідний тип ПНО, спрямованими на вузьке коло спеціалістів, їх використання потребує ліцензування та не надає можливості отримати оперативне рішення про рівень небезпеки, розмір та вигляд зон техногенного ризику.

З іншого боку при вирішенні задач екологічного моніторингу для надання оперативної та наочної візуальної інформації широко використовують популярні сьогодні геоінформаційні системи (ГІС). Однак їх використання для аналізу та візуалізації зон техногенного ризику від ПНО обмежується відсутністю



відповідних моделей та методів. Саме розробці моделей та методів аналізу та візуалізації зон техногенного ризику АЗС в геоінформаційних системах з метою зниження часу на визначення сценарію розвитку аварії на потенційно небезпечному об'єкті присвячена ця робота.

Тому я вважаю, що тематика дисертаційної роботи Іванова Олексія Володимировича є вельми актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

При вирішенні поставлених у дисертаційній роботі задач, створенні наукових положень, висновків та рекомендацій, здобувачем застосовані дані, які одержані з літературних джерел, з результатів аналізу сучасного стану та перспектив підвищення екологічної безпеки мегаполісів за рахунок оперативного визначення сценарію розвитку аварії на потенційно небезпечному об'єкті, так і сучасного стану та перспектив розвитку розробок пов'язаних зі створенням моделей та методів аналізу і візуалізації зон техногенного ризику АЗС в геоінформаційних системах. Тому створенні наукові положення, висновки та рекомендації можна вважати достатньо обґрунтованими.

Крім того, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується результатами моделювань, даними експериментальних досліджень та практичними результатами, які підтверджуються наведеними актом, довідками практичних випробувань та результатами впровадження із позитивним ефектом.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, отриманих у дисертації, підтверджена результатами теоретичних та експериментальних досліджень, коректним застосуванням математичного апарату, сучасних методів наукового моделювання, а також впровадженням запропонованих рішень при розробці моделей та методів аналізу та візуалізації зон техногенного ризику потенційно небезпечних об'єктів (наприклад АЗС) в ГІС.

Наукова новизна наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Дисертаційна робота вирішує актуальну науково-практичну задачу зниження часу на визначення сценарію розвитку аварії на потенційно небезпечному об'єкті за рахунок розробки моделей та методів аналізу та візуалізації зон техногенного ризику АЗС в геоінформаційних системах. А саме:

1. *Вперше* розроблено модель геоданих автозаправної станції як потенційно небезпечного об'єкта, яка містить атрибутивну (тематичну та часову) та просторову складову геоданих, що дозволяє створити базу геоданих в спеціалізованій ГІС.

2. *Отримали подальший розвиток* моделі зон техногенного ризику від ударної хвилі, пожежі нафтопродуктів і «вогняної кулі» з урахуванням розробленої моделі геоданих АЗС, що дозволяє створити базу геоданих та методи визначення та візуалізації зон техногенного ризику на її основі.

3. *Отримав подальший розвиток* метод візуалізації геоданих зон техногенного ризику (ударна хвиля, пожежа нафтопродуктів і «вогняна куля»), що дозволило побудувати зони ризику на мапі мегаполісу засобами ГІС та скоротити час визначення сценарію розвитку аварії на потенційно небезпечному об'єкті.

4. *Удосконалено* метод визначення зон техногенного ризику при розвитку небезпечної ситуації на АЗС на основі розроблених моделей геоданих (ударна хвиля, пожежа нафтопродуктів і «вогняна куля»), що дозволило скоротити час на визначення сценарію розвитку аварії на потенційно небезпечному об'єкті.

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, відсутність порушення академічної доброчесності

Основні положення і практичні результати дисертаційної роботи доповідалися та одержали схвалення на таких конференціях: Міжнародна конференція «Horyzonty nauki 2017. Forum prac dyplomowych» (м. Краків, 2017 р.); V, VI та VIII Українсько-німецька конференція «Інформатика. Культура. Техніка»

(м. Одеса, 2017, 2018 та 2021 рр.); VIII Міжнародна наукова конференція студентів та молодих вчених «Сучасні інформаційні технології 2018» (м. Одеса, 2018 р.) та на VIII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні управляючі системи і технології» (м. Одеса, 2019 р.).

Основні результати дисертаційної роботи викладено в 11 публікаціях, з них: 3 статті у наукових фахових журналах України з технічних наук, 2 статті в закордонному журналі (в країні, яка входить до ЄС), 6 публікацій у працях і матеріалах наукових конференцій.

Таким чином, вимоги «Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії», затвердженого КМУ № 167 від 06.03.2019 р. зі змінами, згідно постанови КМУ № 979 від 21.10.2020 р. та №609 від 09.06.2021 р. до кількості публікацій виконано.

Публікація автором результатів дослідження у рецензованих виданнях, які передбачають попередню перевірку матеріалів на відсутність запозичень, є одним із елементів підтвердження відсутності порушень академічної доброчесності. В цілому у дисертаційній роботі порушень академічної доброчесності не виявлено.

Аналіз змісту та форми дисертаційної роботи.

Робота написана на достатньому мовно-стилістичному рівні.

У вступі обґрунтовано актуальність вирішення завдання зниження часу на визначення сценарію розвитку несприятливої події (аварії) на потенційно небезпечному об'єкті (в якості якого було обрано АЗС) за рахунок розробки моделі та методів аналізу та візуалізації зон їх ризику в геоінформаційних системах. Визначено предмет і об'єкт дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів

У першому розділі дисертаційної роботи проаналізовано методи визначення сценарію розвитку аварії на потенційно небезпечному об'єкті та показано, що при прогнозуванні аварійних ситуацій та визначенні зон ризику використовуються різні фізичні моделі в залежності від характеру діяльності ПНО та пов'язаних з нею видів техногенних ризиків. В зв'язку зі значним збільшенням

кількості АЗС в містах України актуальним є отримання оперативного публічного попередження про зони та рівень техногенного ризику від АЗС.

Проаналізовано наявний функціонал геоінформаційних систем, таких як: GoogleMaps, Google Earth, OpenStreetMap, QGIS, ArcGIS та gvSIG та показана його обмеженість щодо аналізу та візуалізації зон техногенного ризику АЗС.

Показано, що для зниження часу на визначення сценарію розвитку аварії на потенційно небезпечному об'єкті, необхідно розробити моделі та методи аналізу та візуалізації зон техногенного ризику АЗС, що адаптовані для використання в геоінформаційних системах.

На основі проведеного огляду сучасного стану даної задачі сформульовано мету і завдання дослідження.

У другому розділі дисертаційної роботи розроблено моделі геоданих автозаправної станції як потенційно небезпечного об'єкта та зон техногенного ризику від ударної хвилі, пожежі нафтопродуктів і «вогняної кулі».

До складу розробленої моделі геоданих автозаправної станції входять: атрибутивні данні, що складаються із тематичних статичних та часових динамічних даних про АЗС; просторові данні; геодані зон техногенного ризику, які виникають від ударної хвилі, пожежі нафтопродуктів і «вогняної кулі».

На основі моделі геоданих АЗС розроблено моделі зон техногенного ризику від ударної хвилі, пожежі нафтопродуктів і «вогняної кулі», які містять вхідні, довідкові, розрахункові та вихідні складові геодані. Структура та параметри довідкової та розрахункової складових залежать від сценарію розвитку аварії на ПНО. В дисертації наведено таблиці зі структурою геоданих всіх складових моделі для всіх трьох розглянутих сценаріїв розвитку аварії на АЗС.

На основі розроблених моделей геоданих АЗС та зон техногенного ризику від аварій на неї створено базу геоданих в спеціалізованій ГІС та метод визначення зон техногенного ризику.

У третьому розділі дисертаційної роботи розроблено методи визначення та візуалізації геоданих зон техногенного ризику при розвитку небезпечної ситуації (аварії) за заданим сценарієм.

Метод визначення геоданих зон техногенного ризику від ударної хвилі, пожежі нафтопродуктів і «вогняної кулі» за заданим сценарієм складається із дев'яти кроків, в результаті виконання яких, в залежності від динамічних часових даних про температуру навколишнього повітря, напрям та швидкість вітру, а також наповненості паливним резервуарів АЗС, сформовані вихідні геодані у вигляді радіусів зон ризику. В дисертації наведено таблиці із параметрами геоданих та представлено графіки залежностей для всіх трьох розглянутих сценаріїв розвитку аварії на АЗС.

Розроблений метод візуалізації геоданих зон техногенного ризику з врахуванням сценарію розвитку небезпечної ситуації на АЗС складається із двох кроків та дозволяє нанести на мапу мегаполісу зони техногенного ризику АЗС та проаналізувати взаємний зв'язок, норми протипожежних відстаней, до так званих, об'єктів «турботи» (підприємств, організацій тощо), селітебних зон тощо

У четвертому розділі розроблено підсистему аналізу та візуалізації геоданих зон техногенного ризику в QGIS. До складу підсистеми входять плагіни, які розроблено на мові Python з використанням API до OpenWeather. Побудовано базу геоданих з використанням СУБД PostGIS, яка реалізована у вигляді розширення до PostgreSQL, що значно розширює можливості обробки атрибутивних (тематичних статичних та часових динамічних даних), а також просторових або географічних даних. Проведені дослідження підтверджують одержані результати.

У висновках сформульовано основні результати дисертаційної роботи.

У додатках представлено довідки впровадження та додаткові матеріали.

Анотація дисертації коректно відображає її основні положення.

Зауваження до дисертаційної роботи.

В цілому дисертація і анотація до неї оформлені з дотриманням вимог нормативних документів на оформлення результатів науково-дослідних робіт. Однак необхідно зауважити наступне:

1. В першому розділі наведено класифікацію потенційно небезпечних об'єктів із занадто повним їх описом, не зважаючи на той факт, що далі досліджуються тільки АЗС.

2. Аналіз існуючих методик, методичних рекомендацій та комп'ютерних систем для визначення зон ризику ПНО навпаки потребує розширення, особливо стосовно АЗС.

3. Вважаю влучною сформовану таблицю 1.3 із підсумками порівняльного аналізу функціональних можливостей ГІС з відкритим кодом, але її розташування та шрифт із кеглем 6-8 не дозволяє зрозуміти наведену інформацію.

4. В розділі 2 на рис. 2.1 представлено «дерево подій» аварійної ситуації для кількісного аналізу аварії на АЗС, але надалі такий аналіз не проводиться та результати його не представлені.

5. Взагалі розділ 2 перевантажено описом спеціальних методик стосовно визначення рівнів пошкоджень та руйнувань (наприклад, табл. 2.2, 2.3, 27) які далі в моделюванні не використовуються.

6. В той же час для того, щоб оцінити повторюваність результатів, доцільно було б навести більше прикладів розрахунків сценаріїв розвитку аварій на АЗС та визначити і навести статистичні характеристики експериментів.

7. Зауваження до оформлення:

- робота містить незначні стилістичні та граматичні помилки а також лінгвістичні неточності;

- наведений в роботі список скорочень не є повним, що заважало повноцінному аналізу викладеного матеріалу.

Загальні висновки та оцінка дисертації

Перелічені зауваження не є принциповими і такими, що піддають сумніву результати дослідження та ніяким чином не зменшують наукову і практичну цінність роботи та позитивне враження від впровадження її результатів.

Дисертаційна робота, яка представлена на відгук, є закінченою кваліфікаційною науковою працею, яка містить раніше не захищені наукові

положення і одержані автором нові науково обґрунтовані результати в області моделей та методів аналізу та візуалізації зон техногенного ризику ПНО в ГІС.

В підсумку з оглядом на актуальність проблеми, вклад автора в теорію і практику аналізу і візуалізації зон техногенного ризику в ГІС, високий рівень виконаних досліджень та результати практичного впровадження вважаю, що дисертаційна робота «МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЗОН РИЗИКУ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ» відповідає вимогам Тимчасового Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженому Кабінетом Міністрів України, №167 від 06.03.2019 зі змінами згідно Постанови КМУ №979 від 21.10.2020 та №609 від 09.06.2021 року та чинним вимогам МОН України, а її автор Іванов Олексій Володимирович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю – 122 Комп'ютерні науки, галузь знань – 12 Інформаційні технології.

Офіційний опонент, доктор технічних наук,
професор, завідувачка кафедри екології
та безпеки життєдіяльності

Національного транспортного університету



В.О. Хрутьба

ПІДПИС ЗАВІРЯЮ
Вчений секретар Національного
Транспортного Університету
проф. Мельниченко О.І.

