

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ЦЕНТР ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ
«ДЕРЖАВНИЙ ОКЕАНАРІУМ»
МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Ткаченко Василь Володимирович

УДК 004.89:519.8

ДИСЕРТАЦІЯ

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ
РІШЕНЬ ПРИ ВИНИКНЕННІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ТРАНСКОРДОННОГО ХАРАКТЕРУ**

05.13.06 – інформаційні технології
12 – інформаційні технології

Подається на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

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

Науковий керівник
Чередніченко Ольга Юріївна,
кандидат технічних наук, доцент

Харків – 2018

АНОТАЦІЯ

Ткаченко В. В. Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень при виникненні надзвичайних ситуацій транскордонного характеру. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології (122 – комп'ютерні науки). – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2018.

Об'єктом дослідження є процеси підтримки прийняття рішень при виникненні надзвичайних ситуацій транскордонного характеру

Предметом дослідження є моделі та засоби побудови інформаційної технології підтримки прийняття рішень при виникненні надзвичайних ситуацій транскордонного характеру.

Дисертацію присвячено вирішенню актуальної науково-практичної задачі створення інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень при виникненні НС транскордонного характеру шляхом розробки комплексу моделей збору та ідентифікації інформації для підтримки прийняття рішень в умовах неповної інформації в режимі реального часу.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовані мета та задачі дослідження, охарактеризовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено інформацію про впровадження результатів роботи, їх апробацію та публікації.

У першому розділі проведено аналіз сучасного стану наукових досліджень в області екологічного моніторингу та технологій оцінки ризику виникнення НС. Число та якість існуючих моделей та методів визначення основних параметрів ризику, а також програмних засобів, що дозволяють проводити оцінку цих параметрів, росте, як і кількість організацій, які працюють в галузі екологічної безпеки. Представлені в науковій літературі методи містять в основному окремі методики, часто базуються на

недостатньо апробованих даних та не розглядають узагальнену постановку завдання.

Система, яка здатна виконувати завдання моніторингу стану навколишнього середовища повинна мати відповідне програмне, апаратне та інформаційне забезпечення. Існує глобальна проблема контролювання показників навколишнього середовища на трансграничних територіях, адже забезпечення повної інформації та чіткого плану координації дій у разі виникнення надзвичайної ситуації є неможливим. Для оцінки викидів та ідентифікації найбільш шкідливих речовин зроблено упор на збір даних з використанням електронних вимірювальних пристроїв дистанційного спостереження в режимі реального часу. На місцях роботи служб з ліквідування НС використовуються різноманітні персональні пристрої, які збирають актуальну інформацію про поточний стан навколишнього середовища. Зібрана інформація повинна бути швидко та безперебійно передана в командні центри для координації діяльності та забезпечення комунікації між різними географічно відокремленими підрозділами.

Другий розділ присвячено теоретичній основі ідентифікації виникнення НС транскордонного характеру та аналізу типових задач прийняття рішень в умовах виникнення НС. Введено необхідні поняття алгебри предикатів, яка є перевіреним математичним інструментарієм для запису відношень, виявлених на просторі ознак. Розроблено метод збору та ідентифікації інформації для підтримки прийняття рішень шляхом формалізації інтелектуальних процесів сприйняття екологічної інформації.

В сучасних умовах збільшується ризик виникнення НС, які характеризуються значною екологічною та економічною шкодою. В ході ліквідації НС виникає необхідність у повній, достовірній та своєчасній інформації. Збір даних здійснюється за допомогою датчиків та приладів або за допомогою введення даних через інтерфейс користувача. Вирішення завдань організації обробки екологічної інформації дозволяє знизити ризики та невизначеність при

прийнятті рішень посадовими особами. Джерелами вихідної інформації є прилади, програмні системи та дозори, ці дані мають різний формат та канали передачі даних. У зв'язку з цим, особливістю їхньої обробки є необхідність узгодження неоднорідних даних та їхня візуалізація в режимі реального часу. В роботі розроблено метод збору та ідентифікації інформації для підтримки прийняття рішень в умовах виникнення НС за рахунок формалізації інтелектуальних процесів сприйняття екологічної інформації на основі використання апарату алгебри скінченних предикатів.

У третьому розділі розглянуто базові засади створення інформаційної технології підтримки прийняття рішень при виникненні НС транскордонного характеру; проведено аналіз джерел та потоків екологічної інформації, яка використовується в процесі прийняття рішень при організації взаємодії та ліквідації наслідків виникнення НС; розроблено модель оцінки екологічної ситуації на основі обробки моніторингових даних системи екологічної безпеки, що забезпечило скорочення часу на збір та обробку даних в умовах виникнення НС транскордонного характеру.

Базою для вирішення задачі моніторингу стану навколишнього середовища є концептуальна модель, яка формалізує відношення між джерелами даних, методами та засобами збору даних та показниками стану навколишнього середовища. Оцінка загального стану екологічної безпеки визначається на основі певних показників, які входять до складу моделі оцінювання.

На практиці, при виникненні НС створюється штаб з ліквідації наслідків, як координаційний центр, якому підпорядковуються різні структурні підрозділи, які приймають участь у ліквідації наслідків НС. Це перш за все, підрозділи ДСНС, ЗСУ, МВС, ДПС, Державної спеціальної служби транспорту, лікувальні установи та ін. При цьому, виникає необхідність у побудові нової інформаційної інфраструктури та забезпечення збору оперативних даних. В процесі прийняття рішень при виникненні НС виділено наступні етапи: моніторинг стану навколишнього середовища; оперативне розгортання

інформаційної інфраструктури; забезпечення збору та обробки даних для прийняття оперативних рішень. В роботі проведено аналіз потоків даних інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень. Виділено основні функції обробки екологічної інформації, зокрема ідентифікація проблемної ситуації та розгортання оперативної інформаційної інфраструктури. Вирішення поставлених завдань ґрунтується на моделі активізації знань, яку запропоновано використовувати як інтелектуальне ядро онтологічної системи.

Запропонована модель оцінювання стану навколишнього середовища дозволяє визначити зміни рівня екологічної безпеки за рахунок застосування інтервальної шкали логітів, що є основою для аналізу проблемної ситуації та подальшого визначення НС. Моніторинг навколишнього середовища в умовах виникнення НС надає екологічну інформацію для прийняття рішень щодо організації взаємодії підрозділів та ліквідації наслідків.

Четвертий розділ присвячено вирішенню задачі розробки компонентів інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень при виникненні надзвичайних ситуацій транскордонного характеру. Розглянуто питання забезпечення інтеоперабельності компонентів за рахунок створення концептуальних моделей приладів та зовнішніх підсистем.

Мережу моніторингу складають рознесені в просторі прилади, які працюють в одному і тому ж частотному діапазоні, і комутуюче устаткування, що дозволяє визначати поточне місце розташування рухомих абонентів і забезпечувати безперервність зв'язку при переміщенні із зони дії одного приймача в зону дії іншого. Визначено, що використовуваний стандарт зв'язку повинен надавати користувачам широкий діапазон послуг і можливість застосовувати різноманітне устаткування для передачі мовних повідомлень і даних, аварійних сигналів і сигналів виклику; підключатися до телефонних мереж загального користування, мереж передачі даних і цифрових мереж з інтеграцією служб. Шляхом виявлення загальних елементів на всіх пристро-

ях збору параметрів навколишнього середовища запропоновано мову для опису пристроїв, яка є необхідною умовою для підтримки функціональних можливостей пристрою та комунікації з системою прийняття рішень в НС.

Розроблено еталонну модель інтероперабельності компонентів інформаційної системи в умовах виникнення НС. Інтероперабельність забезпечується при проектуванні на трьох рівнях: організаційному, семантичному та технічному. Основну увагу в роботі зосереджено на семантичному рівні. Запропоновано концептуальну модель зовнішнього компоненту інформаційної системи. Виділено два типи зовнішніх компонентів, які забезпечують моніторинг екологічної ситуації та координацію дій при виникненні та ліквідації наслідків НС, для яких розроблено онтологічне представлення у вигляді мета-моделі пристрою та узагальненої моделі програмного компоненту. Мета-модель пристрою є адаптацією інформаційної об'єктно-орієнтованої моделі предметної області. Об'єкти всередині моделі містять атрибути і методи, які описують властивості і функціональні можливості компоненту пристрою, що моделюється. Коли набір об'єктів обрано і організовано для опису конкретного пристрою, ці об'єкти формують інформаційну базу даних цього пристрою. Подібно до інформаційної моделі, мета-модель пристрою організована у вигляді ієрархії функціональних можливостей пристрою.

В розділі наведено аналіз запропонованого підходу до обробки даних в системі підтримки прийняття рішень при виникненні НС транскордонного характеру. Розглянуто переваги розробленого методу обробки екологічної інформації на основі створення системи ознак та максимізації їх інформаційного змісту, з точки зору обсягу та часу обробки даних моніторингу. Таким чином, розроблені моделі та методи було апробовано на змодельованих ситуаціях виникнення НС транскордонного характеру, що дозволило провести апробацію компонентів інформаційної технології.

Ключові слова: інформаційна технологія, інтероперабельність, онтологія, модель оцінки екологічної ситуації, система підтримки прийняття рі-

шень, моніторинг навколишнього середовища.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:

1. Ткаченко В. В. Оцінка впливу техногенних аварій та катастроф у транскордонному контексті / В. В. Ткаченко, А. Л. Цикало // Холодильна техніка і технологія. – Одеса : ОДАХ, 2007. – №6 (110). – С. 22–25.
2. Ткаченко В. В. Моделювання розсіювання небезпечних домішок в атмосфері при аварійних ситуаціях. / В. В. Ткаченко, А. Л. Цикало // Холодильна техніка і технологія. – Одеса : ОДАХ, 2009. – № 2 (118). – С. 51–54.
3. Ткаченко В. В. Підвищення ефективності ведення радіаційної, хімічної, біологічної розвідки за рахунок застосування безпілотних літальних апаратів / В. П. Коробка, О. М. Журавський, В. В. Ткаченко // Наука і оборона. – Київ : Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського, 2013. – № 2. – С. 29–34.
4. Ткаченко В. В. Визначення математичного інструментарію для ідентифікації та оцінки ризику техногенних аварій. / Ю. А. Гусак, В. В. Ткаченко // Системи обробки інформації. – Харків : ХНУПС, 2016. – Вип. 4 (141). – С. 152–159.
5. Ткаченко В. В. Інформаційна підтримка прийняття управлінських рішень в галузі забезпечення екологічної безпеки / В. В. Ткаченко, А.С. Парталян // Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса). – Одеса : ВА, 2017. – Вип. 1(7). – С. 92–98.
6. Ткаченко В. В. Характеристика екологічного ризику на основі узагальненої моделі процесних знань. / В. В. Ткаченко // Системи обробки інформації. – Харків : ХНУПС, 2017. – Вип. 2 (148). – С. 200–205.
7. Ткаченко В. В. Дослідження профілів користувачів соціальних мереж / О. Ю. Чередніченко, В. В. Ткаченко, М. А. Вовк, О. О. Масихнович //

Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – Харків : ХУПС, 2018. – № 2 (56). – С. 113–119.

8. Ткаченко В. В. Підхід до збору інформації щодо екологічної обстановки при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного характеру / В. В. Ткаченко, О. Ю. Чередніченко, М. А. Вовк, С. І. Єршова // Проблеми інформаційних технологій. – Херсон : ХНТУ, 2018. – № 1 (023). – С. 219–226.

9. Tkachenko V. The Concept of Device Meta-Model for Real-Time Communication in the Transboundary Environment Monitoring System / V. Tkachenko, O. Cherednichenko, M. Godlevskyi // Problems of Infocommunications. Science and Technology : proceeding of the International Scientific and Practical Conference. – Kharkiv : NURE, 2018. – P. 64 – 71.

10. Tkachenko V. Information Technologies of Decision Support in Transboundary Emergencies [Electronic resource] / O. Cherednichenko, V. Tkachenko // Aviation in the XXI century – Safety in aviation and space technology : proceeding of the Eighth World Congress. – Kyiv: NAU, 2018. – P. 94 – 98. – URL: <http://conference.nau.edu.ua/index.php/Congress/Congress2018/schedConf/presentations>.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

11. Ткаченко В. В. Проблема транскордонного впливу техногенних аварій та катастроф / В. В. Ткаченко, А. Л. Цикало // Energy Challenges of the 21st Century: Science, Technology, Economy, Society : book of Abstracts Humboldt-Kolleg. – Odessa : Odessa State Academy of Refrigeration, 2007. – P. 87 – 89.

12. Ткаченко В. В. Проблема екологічної безпеки України у випадках техногенних аварій та катастроф за її межами / В. В. Ткаченко, А. Л. Цикало // Збірник наукових праць XII науково-методичної конференції «Людина та

навколишнє середовище – проблеми безперервної екологічної освіти в ВУ-Зах». – Одеса : ОДАХ, 2007. – С. 131–134.

13. Ткаченко В. В. Застосування ГІС-технологій для прогнозування та оцінки наслідків хімічних аварій і катастроф / В. В. Ткаченко // Геоінформаційні системи у військових задачах : Другий науково-технічний семінар 21-22 січня 2011 року. – Львів : АСВ, 2011. – С. 18–22.

14. Ткаченко В. В. Мобільні робототехнічні системи військового призначення. Проблеми та перспективи / В. В. Ткаченко, А. А. Нікітін // Новітні технології – для захисту повітряного простору : матеріали XII наукової конференції. – Харків : ХУПС, 2016. – С. 326–327.

15. Ткаченко В. В. Ідентифікація та оцінка ризику техногенних аварій у транскордонному аспекті / Ю. А. Гусак, В. В. Ткаченко // Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії : тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків : ХНЕУ, 2016. – С. 88.

16. Ткаченко В. В. Переваги процесної моделі представлення неявних знань / В. В. Ткаченко // Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії : тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків : ХНЕУ, 2017. – С. 83.

17. Ткаченко В. В. Підходи до ідентифікації факторів в системах екологічної безпеки / В. В. Ткаченко // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей XXV Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – Ч. 1. – С. 44.

18. Ткаченко В. В. Використання системи підтримки прийняття рішень для попередження виникнення надзвичайних ситуацій / В. В. Ткаченко, О. Ю. Чередніченко // Проблеми та перспективи розвитку ІТ-індустрії : тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків : ХНЕУ, 2018. – С. 54.

19. Ткаченко В. В. Розробка системи підтримки рішень при виникненні надзвичайних ситуацій транскордонного характеру / В. В. Ткаченко /

Інформаційні технології: наука, техніка, освіта, здоров'я : тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків : НТУ «ХПІ», 2018. – Ч. 1. – С. 35.

20. Ткаченко В. В. Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень при виникненні надзвичайних ситуацій транскордонного характеру / В. В. Ткаченко, О. Ю. Чередніченко // Інформаційні системи та технології : матеріали 7-ї Міжнародної науково-технічної конференції. – Харків : ХНУРЕ, 2018. – С. 309–312.

21. Ткаченко В. В. Методичні основи побудови системи підтримки прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях / В. В. Ткаченко, О. Ю. Чередніченко // Інформаційні технології: сучасний стан та перспективи / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Харків : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2018. – С. 149–163.

SUMMARY

Tkachenko V. V. Information technology of decision-making support in case of transboundary emergencies. – Qualifying scientific work as a manuscript.

The dissertation for the degree of a candidate in technical sciences (PhD), specialty 05.13.06 – information technologies (122 - computer science). – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, 2018.

The research object is the processes of decision support in case of transboundary emergencies.

The research subject is the models and means of constructing support decision-making information technology in case of transboundary emergencies.

The thesis is devoted to the solution of the actual scientific and practical task of creating an information technology for monitoring and information support in transboundary emergencies by developing a set of models for collecting and identifying information to support decision-making under conditions of incomplete information in real time.

The introduction substantiates the relevance of the thesis topic, formulates the purpose and objectives of the research, describes the scientific novelty, and shows the practical significance of the obtained results provides information on the results approbation, their testing, and publication.

In the first section, an analysis of the current state of scientific research in the field of environmental monitoring and technologies for assessing the risk of emergencies occurrence. The number and quality of existing models and methods for identifying key risk parameters, as well as software tools that allow them to evaluate these parameters, are increasing, as does the number of organizations working in the field of environmental safety. The methods presented in the scientific literature mainly contain separate methods, often based on insufficiently tested data and do not provide the generalized statement of the problem.

A system that is capable of performing environmental monitoring tasks should have the appropriate software, hardware, and information support. There is a global problem of environmental monitoring in transboundary areas since full

information, and a clear coordination plan in case of an emergency is impossible. To assess emissions and identify the most harmful substances the data collection performed in real-time using electronic remote sensing measuring devices. At the working places of emergency services, various personal devices are used to collect current information about the current state of the environment. The information collected should be communicated quickly and unconditionally to the command centers for the coordination of activities and the provision of communication between different geographically separate subdivisions.

The second section is devoted to the theoretical basis of identifying transboundary emergencies and analyzing typical decision-making problems in the event of emergencies. The necessary notions of predicate algebra are introduced, which is a proven mathematical tool for recording relationships found on the space of attributes. A method for collecting and identifying information to support decision-making through the formalization of intellectual processes for the perception of environmental information has been developed.

Nowadays, there is an increased risk of emergencies that are characterized by significant environmental and economic damage. During the elimination of emergencies, there is a need for complete, accurate and timely information. Data collection is carried out using sensors and devices or by entering data through the user interface. Solving the tasks of environmental information processing can reduce risks and uncertainty in decision-making. The sources of the information are devices, software systems, and patches; these data have different formats and channels of data communication. Thus, the peculiarity of their processing is the need to reconcile heterogeneous data and their visualization in real time. The method of collecting and identifying information to support decision-making in the conditions of an emergency is developed. It works due to the formalization of intellectual processes of environmental information perception using the algebra of finite predicates.

The third chapter deals with the basic principles of the creation of information technology supporting decision-making in case of transboundary emergen-

cies. The analysis of sources and streams of environmental information, which is used in the decision-making process in the interaction process and during the elimination of the consequences of emergencies is performed. A model for assessing the environmental situation based on the processing of monitoring data of the environmental safety system has been developed. Due to the developed model, the time for collecting and processing data in the conditions of transboundary emergencies has reduced.

The task of monitoring the state of the environment is solved by constructing a conceptual model. This model formalizes the relationship between data sources, methods and means of data collection and environmental indicators. The assessment of the overall state of environmental safety is determined by certain indicators that are part of the model of evaluation.

In practice, in the event of emergencies, an emergency response headquarters is set up, as a focal point to which various structural units subject to the emergency response are subordinated. These are, first and foremost, the State Emergency Service, the Armed Forces of Ukraine, the Ministry of Internal Affairs (Ukraine), the State Border Guard Service of Ukraine, the State Special Transport Service, medical institutions, and others. At the same time, there is a need to build a new information infrastructure and ensure the collection of operational data. In the process of decision-making in the event of emergencies, the following stages are identified: monitoring of the environment state; operational deployment of information infrastructure; providing data collection and processing for making operational decisions. The paper analyzes data flows of the information-analytical system of decision support. The main functions of environmental information processing are identified, in particular, identification of the problem situation and deployment of operational information infrastructure. The solution of the set tasks is based on the model of knowledge activation, which is proposed to be used as the intellectual core of the ontological system.

The proposed model of environmental assessment allows determining changes in the level of environmental safety through the use of a logit interval

scale. The model is the basis for analyzing the problem situation and further defining the emergency. Environmental monitoring in case of emergencies provides environmental information for decision-making on the interaction organizing between departments and the elimination of the consequences.

The fourth section is devoted to developing components of the information-analytical system of decision support in case of transboundary emergencies. The issues of ensuring the components interoperability through the conceptual models of devices and external subsystems are considered.

The monitoring network is made up of distributed devices. They work in the same frequency range, and switching equipment, which allows determining the current location of mobile subscribers and provide continuity of communication when moving from the zone of action of one receiver to another zone. It is determined that the communication standard used should provide users with a wide range of services and the ability to use a variety of equipment for the transmission of speech messages and data, alarms and call signals. Such a communication standard should be connected to public telephone networks, data networks, and digital services with services integration. By identifying common elements on all devices for collecting environmental parameters, a language is proposed for the device description. Language is a prerequisite for maintaining devices functionality and communicating with a decision-making system in emergencies.

The reference model of interoperability of information systems components supporting decision-making in the emergency is developed. Interoperability is provided at designing at three levels: organizational, semantic and technical. The study is focused on the semantic level. The conceptual model of the external component of the information system is proposed. Two types of external components provide monitoring of the ecological situation and coordination of actions in the occurrence and elimination of the emergencies consequences. For external components, an ontological representation in the form of a meta-model of the device and a generalized model of the software component is developed. The device meta-model is the adaptation of the information object-oriented domain model. Objects

inside the model contain attributes and methods that describe the properties and functionality of a simulated device component. When a set of objects is selected and organized to describe a particular device, these objects create the device information database. Like an information model, the device's metamodel is organized in the form of a functional facilities hierarchy of the device.

The section provides an analysis of the proposed approach to data processing in the decision support system in case of transboundary emergencies. The advantages of the developed method of processing of ecological information by creating a system of attributes in terms of the amount and time of data processing of monitoring are considered. Thus, the developed models and methods have been tested in modeled situations of transboundary emergencies, which allowed testing of components of information technology.

Keywords: information technology, interoperability, ontology, model of ecological situation assessment, decision support system, environmental monitoring.

REFERENCES

Scientific papers where the main results of the dissertation are published:

1. Tkachenko V. V. Otsinka vplyvu tekhnohennykh avariy ta katastrof u transkordonnomu konteksti / V. V. Tkachenko, A. L. Tsykalo // Kholodyl'na tekhnika i tekhnolohiya. – Odesa : ODAKH, 2007. - №6 (110). – S. 22–25.
2. Tkachenko V. V. Modelyuvannya rozv'yazku nebezpechnykh domivok v atmosferu pry avariynykh sytuatsiyakh. / V. V. Tkachenko, A. L. Tsykalo // Kholodyl'na tekhnika i tekhnolohiya. – Odesa : ODAKH, 2009. – № 2 (118). – S. 51–54.
3. Tkachenko V. V. Pidvysychennya efektyvnosti vedennykh radiatsiynoyi, khimichnoyi, biolohichnoyi rozv'yazky dlya zastosuvannya dozy bezplidnykh lital'nykh aparativ / V. P. Korobka, O. M. Zhuravs'kyi, V. V. Tkachenko // Nauka i oborona. – Kyiv : Natsional'nyy universytet zakhystu Ukrayiny im. I. Chernyakhovs'koho, 2013. – № 2. – S. 29–34.

4. Tkachenko V. V. Vyznachennya matematychnoho instrumentariyu dlya identyfikatsiyi parametriv. / Yu. A. Husak, V. V. Tkachenko // Systemy zakhystu informatsiyi. – Kharkiv : KHNUPS, 2016. – Vyp. 4 (141). – S. 152–159.

5. Tkachenko V. V. Informatsiyina pidtrymka pryynyattya upravlyns'kykh rishen' v haluzi zabezpechennya ekolohichnoyi bezpeky / V. V. Tkachenko, A.S. Partalyan // Zbirnyk naukovykh prats' Viys'kovoyi akademiyi (m. Odesa). – Odesa : VA, 2017. – Vyp. 1 (7). – S. 92–98.

6. Tkachenko V. V. Kharakterystyka ekolohichnoho ryzyku na osnovi uzahal'nenoyi modeli protsesyn znan'. / V. V. Tkachenko // Systemy obrobky informatsiyi. – Kharkiv : KHNUPS, 2017. – Vyp. 2 (148). – S. 200–205.

7. Tkachenko V. V. Doslidzhennya profiliv korystuvachiv sotsial'nykh merezh / O.Yu. Cherednichenko, V. V. Tkachenko, M. A. Vovk, O. O. Masykhnovych // Zbirnyk naukovykh prats' Kharkivs'koho natsional'noho universytetu Povitryanykh Syl. – Kharkiv : KHUPS, 2018. – № 2 (56). – S. 113–119.

8. Tkachenko V.V. V. Pidkhid do zboru informatsiyi shchodo ekolohichnoyi obstanovky pry zdiysnenni nadzvychaynykh sytuatsiy tekhnohennoho kharakteru / V. V. Tkachenko, O. Yu. Cherednichenko, M. A. Vovk, S. I. Yershova // Problemi informatsiynykh tekhnolohiy. – Kherson: KHNTU, 2018. – № 1 (023). – S. 219–226.

9. Tkachenko V. The Concept of Device Meta-Model for Real-Time Communication in the Transboundary Environment Monitoring System / V. Tkachenko, O. Cherednichenko, M. Godlevskyi // Problems of Infocommunications. Science and Technology : proceeding of the International Scientific and Practical Conference. – Kharkiv : NURE, 2018. – P. 64 – 71.

10. Tkachenko V. Information Technologies of Decision Support in Transboundary Emergencies [Electronic resource] / O. Cherednichenko, V. Tkachenko // Aviation in the XXI century – Safety in aviation and space technology : proceeding of the Eighth World Congress. – Kyiv : NAU, 2018. –

P. 94 – 98. – URL: <http://conference.nau.edu.ua/index.php/Congress/Congress2018/schedConf/presentations>.

Works of approbatory nature are published:

11. Tkachenko V. V. Problema transkordonnoho vplyvu tekhnohennykh avariy ta katastrof / V. V. Tkachenko, A. L. Tsykalo // Enerhetychni vyklyky XXI stolittya: nauka, tekhnolohiya, ekonomika, suspil'stvo : book of abstract Humbol'dt-Kolleh. – Odesa : Odes'ka derzhavna akademiya kholodu, 2007. – S. 87–89.

12. Tkachenko V. V. Problema ekolohichnoyi bezpeky Ukrayiny u vypadkakh tekhnohennykh avariy ta katastrof za yiyi mezhamy / V. V. Tkachenko, A. L. Tsykalo // Lyudyna ta navkolishnye seredovyshe - problemy bezperervnoyi ekolohichnoyi osvity v VUZakh : zbirnyk naukovykh prats' XII naukovo-metodychnoyi konferentsiyi. – Odesa : ODAKH, 2007. – S. 131–134.

13. Tkachenko V. V. Zastosuvannya HIS-tekhnolohiy dlya prohnozuvannya ta obliku khimichnykh avariy i katastrof / V. V. Tkachenko // Heoinformatsiyne systemy u viys'kovykh zadachakh : Druhyy naukovo-tekhnichnyy seminar 21-22 sichnya 2011 roku. – L'viv: ASV, 2011. – S. 18–22.

14. Tkachenko V. V. Mobil'ni robototekhnichni systemy viys'kovoho pryznachennya. Problemy ta perspektyvy / V. V. Tkachenko, A. A. Nikitin // Novitni tekhnolohiyi – dlya okhorony-ryanoho prostoru : materialy XII naukovoiy konferentsiyi. – Kharkiv : KHUPS, 2016. – S. 326–327.

15. Tkachenko V. V. Identyfikatsiya ta otsinka ryzyku tekhnohennykh avariy u transkordonnomu aspekti / Yu. A. Husak, V. V. Tkachenko // Problemy i personal'nyy rozvytok IT-industriyi : tezy dopovidey mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi. – Kharkiv : KHNEU, 2016. – S. 88.

16. Tkachenko V. V. Perevahy protsesnoyi modeli predstavleniya neyavnykh znan' / V. V. Tkachenko // Problemy i perspektyvy rozvytku IT-industriyi : tezy dopovidey mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi. – Kharkiv : KHNEU, 2017. – S. 83.

17. Tkachenko V. V. Pidkhody do idetyfikatsiyi faktoriv v systemakh ekolohichnoyi bezpeky. V. Tkachenko // Informatsiyi tekhnolohiyi: nauka, tekhnika, tekhnolohiya, osvita, zdorov'ya : tezy dopovidey XXV mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi. – Kharkiv : NTU «KHPI», 2017. – Ch. 1. – S. 44.

18. Tkachenko V. V. Vykorystannya systemy pidtrymky pryynyattya rishen' dlya poperedzhennya vynyknennya nadzvychaynykh sytuatsiy / V. V. Tkachenko, O. Yu. Cherednichenko // Problemy ta perspektyvy rozvytku IT-industriyi : tezy dopovidey mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi. – Kharkiv : KHNEU, 2018. – S. 54.

19. Tkachenko V. V. Rozrobka systemy pidtrymky rishen' pry vynyknenni nadzvychaynykh sytuatsiy transkordonnoho kharakteru / V. V. Tkachenko / Informatsiyi tekhnolohiyi: nauka, tekhnika, osvita, zdorov'ya : tezy dopovidi mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2018. – Ch. 1. – S. 35.

20. Tkachenko V. V. Informatsiyi tekhnolohiya pryynyattya rishen' pry vynyknenni nadzvychaynykh sytuatsiy transkordonnoho kharakteru / V. V. Tkachenko, O. Yu Cherednichenko // Informatsiyi systemy ta tekhnolohiyi : materialy 7-yi mizhnarodnjyi naukjvoyi konferentsiyi. – Kharkiv : KHNURE, 2018. – S. 309–312.

21. Tkachenko V. V. Metodychni osnovy pobudovy system pryynyattya rishen' u nadzvychaynykh sytuatsiyakh / V. V. Tkachenko, O.Yu. Cherednichenko // Informatsiyi tekhnolohiyi: suchasnyy stan ta perspektyvy / za red. V. S. Ponomarenka. – Kharkiv : TOV «DISA PLYUS», 2018. – S. 149–163.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень	4
Вступ.....	5
Розділ 1 Аналітичний огляд стану екологічного моніторингу та інформаційно-аналітичного забезпечення.....	12
1.1 Аналіз сучасного стану з питань забезпечення екологічної безпеки	12
1.2 Аналіз стану інформаційного забезпечення систем екологічного моніторингу транскордонних аварій.....	23
1.3 Обґрунтування вибору математичного інструментарію	29
1.4 Постановка задачі дослідження	40
Висновки до розділу 1	44
Розділ 2 Теоретичні основи ідентифікації та оцінки стану навколишнього середовища.....	45
2.1 Методологія моделювання стану навколишнього середовища та оцінки екологічної ситуації	45
2.2 Синтез узагальненої моделі підтримки прийняття рішень щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.....	52
2.3 Постановки типових задач прийняття рішень при ліквідації НС	58
Висновки до розділу 2	66
Розділ 3 Методичні основи побудови інформаційно-аналітичної підтримки в умовах виникнення надзвичайних ситуацій.....	68
3.1 Розробка методу відображення поточного стану екологічної системи в онтологічній системі	68
3.2 Розробка моделі обробки інформації в онтологічній системі	77
3.3 Розробка узагальненої моделі оцінки рівня екологічної безпеки	85
3.4 Застосування методів пошуку для визначення координат найбільшої концентрації шкідливих речовин	91
3.5 Аналіз джерел та потоків екологічної інформації, яка використовується в процесі прийняття рішень	97
Висновки до розділу 3	101

Розділ 4 Розробка компонентів інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень при виникненні надзвичайних ситуацій транскордонного характеру	103
4.1 Метамодель інтегрованості інформаційних систем.....	103
4.2 Екстракція та поповнення бази даних.....	113
4.3 Розробка компонентів інформаційно-аналітичної системи моніторингу стану навколишнього середовища при виникненні НС транскордонного характеру.....	120
4.3.1 Реалізація архітектури програмних компонентів	120
4.3.2 Реалізація моделі оцінювання рівня екологічної безпеки	126
4.3.3 Визначення оцінки каналу зв'язку в системі моніторингу	132
Висновки до розділу 4	140
Висновки	141
Список використаних джерел	143
Додаток А Документи впровадження	163
Додаток Б Список опублікованих праць за темою дисертації	172
Додаток В Класифікація існуючих систем моніторингу	175
Додаток Г Приклади приладів для визначення вмісту нафти	177
Додаток Д Вихідні дані розрахункових матриць.....	182