

ПРОСТОРОВО-РОЗПОДІЛЕНА ДИНАМІЧНА ОЦІНКА РИЗИКУ ВІД ПРОЦЕСІВ РУЙНІВНОГО ХАРАКТЕРУ

УДК 004.94

DOI: <https://doi.org/10.35546/2313-0687.2019.26.100-109>

Марина Жарікова,

доктор технічних наук, професор кафедри програмних засобів і технологій,
Херсонський національний технічний університет, місто Херсон, Україна,

E-mail: marina.jarikova@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6144-480X

Богдан Сакович,

аспірант кафедри програмних засобів і технологій,
Херсонський національний технічний університет, місто Херсон, Україна,

E-mail: 3674150@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8863-0343

Радій Назаренко,

аспірант кафедри програмних засобів і технологій,
Херсонський національний технічний університет, місто Херсон, Україна,

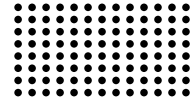
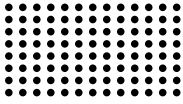
E-mail: radiy1218@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1887-7471

Анотація. Мета статті полягає в докладному висвітленні проблеми аналізу та оцінки ризиків від руйнівних процесів та стихійних лих, оскільки нині все частіше відбуваються різні природні катаклізми на кшталт землетрусів, повеней, пожеж, посух, зсувів ґрунту, оскільки зростає необхідність у масових наукових дослідженнях, що вирішуються шляхом застосування новітніх технологій, таких як машинне навчання, аналіз даних та глибоке навчання. Необхідно проаналізувати наявні методи та алгоритми аналізу ризиків і загроз та їх доцільність застосування у визначеній місцевості.

Методи дослідження. Головними методами даного дослідження виступають методи якісної та кількісної оцінки й відповідно аналізу ризиків.

Основні результати дослідження. У ході проведення даного дослідження розроблено концепцію ризику, що заснована на трьох стадіях: потенційного ризику, джерело якого описується небезпекою, ризику загроз від активного сценарію процесу руйнівного характеру (ПРХ), який ще не охоплює цільовий (цінний) об'єкт (ЦО), та ризику руйнувань від активного сценарію, котрий вже охоплює ЦО та викликає зміну його цінності, що, на відміну від існуючих концепцій ризику, дозволяє описувати динаміку ризику, якого зазнає цінний об'єкт від певного сценарію ПРХ, в системах реального часу. Існуючу модель ризику, яка враховує ймовірність процесу руйнівного характеру, його інтенсивність та ефект, розширено за допомогою додаткової компоненти – загрози, що є прогностичною просторово-часовою складовою ризику та дозволяє в будь-який момент спрогнозувати можливість втрат та оцінити ризик для конкретних ЦО в умовах розвитку ПРХ у системах реального часу.

Наукова новизна. Запропонована модель представлення ризику як динамічного, просторово-розповсюдженого процесу.



Практична значимість. Створення моделей та алгоритмів для проведення аналізу певних територій з метою подальшого вдосконалення виявлення ризиків.

Ключові слова: *аналіз, ризик, небезпека, процес руйнівного характеру, цільовий (цінний) об'єкт, алгоритм, модель, оцінка, дослідження.*

Постановка проблеми. Необхідно розглянути доцільні методи та засади для дослідження просторово-розподіленої динамічної оцінки ризиків від руйнівних процесів, що здійснюється за допомогою інтелектуального аналізу певних елементів та об'єктів на наявність потенційних ризиків. Проаналізувати сучасні технології аналізу даних з метою визначення в дослідницьких даних потрібної інформації. На основі отриманих результатів підбити підсумки щодо їхньої подальшої ефективної оцінки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наразі у науці існують різноманітні методи й способи досліджень та оцінки ризиків від виникнення надзвичайних ситуацій та підтримки прийняття своєчасних рішень, залежно від розташування місця потенційного ризику та умов, якими воно характеризується. Наприклад, в [1] наведено кількісну та напівкількісну оцінку пожежної небезпеки, ризику виникнення землетрусу, виверження вулканів, зсувів ґрунту, обвалів скель, потужних вітрів (ураганів), повеней тощо.

Багато вчених, дослідників та науковців зі всього світу проводять дослідження, аналізуючи різні ступені ризику та вірогідності загроз. Одні з найвідоміших – це Sven Fuchs, Joern Birkmann та Thomas Glade, що досліджують оцінку вразливості внаслідок природного ризику [2, 3]; Philip J. Ward, Veit Blauhut, Nadia Bloemendaal займаються вивченням ризиків природних небезпек у світовому масштабі; в свою чергу Johann Goldammer, Ioannis Mitsopoulos, Giorgos Mallinis та Martine Woolf [4, 5, 6] працюють над визначенням оцінки небезпеки та ризику лісових пожеж. Значних успіхів у аналізі ризиків досягли також C.J. van Westen, Stefan Greiving, D. Alkema, M.C.J. Damen, N. Kerle та N.C. Kingma [7, 8, 9]. Їхнє дослідження стосується процедур збору, аналізу та оцінки просторової інформації для оцінки ризиків від природних та техногенних небезпек (таких як геологічна небезпека, гідрометеорологічна небезпека, екологічна небезпека та технологічна небезпека).

Залежно від цілі, аналіз ризику може бути якісний або кількісний. Якісний аналіз ризику доречний у тому

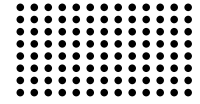
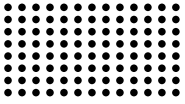
випадку, коли ймовірності та наслідки визначаються виключно якісно. Останній, в свою чергу, дає чисельні оцінки для ймовірностей та наслідків, подекуди разом із пов'язаними з ними невизначеностями [10].

Метод кількісного оцінювання ризику є найкращим для оцінки декількох альтернатив для зменшення ризику шляхом порівняльного аналізу ризику до та після впровадження з подальшим аналізом витрат та переваг, а аналіз дерева подій є найкращим підходом для аналізу складних ланцюгів подій та пов'язаних з ними ймовірностей [1].

Якісні методи оцінки ризику корисні як початковий процес скринінгу для виявлення небезпек та ризиків. Вони також застосовуються, коли передбачуваний рівень ризику не виправдовує часу та зусиль для збору величезного обсягу даних, необхідних для кількісної оцінки ризиків та тоді, коли можливість отримання числових даних обмежена. Матричний ризиковий підхід часто є найбільш практичним підходом як основа для просторового планування, де ефект методів зменшення ризику може розглядатися як зміна класів у межах матриці ризику. Підсумок на основі показників найкращий в тому випадку, коли не вистачає даних для проведення кількісного аналізу, а також як подальший аналіз кількісного аналізу, оскільки він дозволяє враховувати інші аспекти, а не лише фізичні пошкодження [1].

Аналіз ризику вимагає повторюваної процедури, яку необхідно проводити для кожного сценарію небезпеки (різні типи небезпеки та періоди повернення) у поєднанні з елементами ризику, а згодом і для кожної можливої альтернативи. Це вимагає використання автоматизованих процедур з використанням географічних інформаційних систем (ГІС).

Оцінка ризиків може здійснюватися за допомогою звичайних систем ГІС, хоча доцільніше використовувати конкретні програмні засоби. Найкращою ініціативою щодо загальнодоступних оцінок збитків до цього часу є HAZUS, розроблена Федеральним агентством із надзвичайних ситуацій (FEMA) разом з Національним інститутом будівельних наук. Перша версія HAZUS була



випущена ще в 1997 році як програмний інструмент під ArcGIS з орієнтацією на сейсмічну оцінку збитків та була поширена на втрати в 2004 році, включаючи також втрати від повеней та вітрів. Кілька інших країн адаптували методологію HAZUS до власної ситуації, таким чином ставши основою для розробки кількох інших програмних засобів для оцінки збитків [1].

Щодо автономних програмних модулів для оцінки ризиків з різними небезпеками, які не працюють як складова існуючих ГІС, то є додаток ймовірнісних оцінок ризику CAPRA за підтримки Світового банку. Його методика зосереджена на розробці ймовірнісних модулів оцінки небезпеки для землетрусів, ураганів, потужних опадів, вулканічних небезпек та ризиків лих, спричинених ними, таких як цунамі, повені, шторми, зсуви тощо.

Ще одна розробка стосується веб-модулів з відкритим кодом для оцінки ризиків із різними небезпеками. Інструмент, який наразі розробляється в рамках Глобальної ініціативи землетрусів (GEM), під назвою OpenQuake, найімовірніше, стане стандартом для оцінки втрат землетрусу, оскільки також планується розширити його на інструмент оцінки ризику, що має багато небезпек [1].

Мета дослідження. Проаналізувати всі можливі та наявні ризики на потенційно небезпечній місцевості (території) для максимально точних результатів, що стануть у нагоді при евакуюванні населення, ліквідації та запобіганні подальшому поширенню загрози і створенню вразливостей.

Аналіз та класифікація даних певної загрози (ризик) допоможуть краще висвітлити наявні методи і шляхи усунення та запобігання небезпеки, вчасному реагуванню та ухваленню правильних рішень.

Результати досліджень. Ризик в контексті даної роботи є оцінкою відношення між сценаріями ПРХ F_j – джерелами ризику, та вразливими ЦО $o_i \in O^{*j}$ – приймачами ризику, а його оцінка використовується для діагностики ситуації у природно-техногенній системі (ПТС) в умовах процесу руйнівного характеру.

Ризик від одного джерела для певного ЦО є *індивідуальним*. Індивідуальний ризик оцінюється для певного ЦО $o_i \in O^*$ і характеризує можливість для об'єкта зазнати втрат від ПРХ F_j з джерелом u_j .

Джерело, а отже і пов'язаний з ним сценарій, може бути потенційним і мати небезпеку μ_j , яка характеризує можливість виникнення в даній точці ПРХ F_j . Ризик від потенційного джерела назовемо *потенційним*.

При наявності декількох джерел ризику для певного ЦО створюються *мультизагрози* і *мультиризик*.

При виникненні процесу руйнівного характеру F_j , тобто при реалізації сценарію F_j , виділяється множина вразливих ЦО $O^{*j} \in O^*$, для яких існує можливість бути охопленими цим процесом. Поняття небезпеки при цьому втрачає сенс, а для кожного вразливого об'єкту $o_i \in O^{*j}$ в процесі розвитку ПРХ визначається динамічна характеристика – загроза ζ_{ji} , яка характеризується просторовою та часовою віддаленістю ЦО o_i від контуру ПРХ F_j , а також потенціалом ПРХ F_j , який визначається інтенсивністю ПРХ S_j і площею, охопленою ПРХ F_j (рисунок 1). Збиток, який понесе об'єкт o_i в результаті ПРХ F_j , залежить від потенціалу ПРХ F_j . Ризик від активного сценарію для вразливого об'єкта, ще не охопленого цим сценарієм, назовемо *ризиком загрози*.

При охопленні ЦО сценарієм поняття загрози втрачає сенс, а об'єкт починає відчувати негативний вплив сценарію, виражений у вигляді зменшення його цінності. Такий ризик називається *ризиком руйнувань* (рисунок 2).

Відповідно до вищесказаного, в кожен момент часу певний сценарій F_j може бути потенційним або активним. Джерело потенційного сценарію описується небезпекою, при цьому загрози для ЦО (ще) не існує, а існує потенційний ризик. Активний сценарій є матеріалізованою небезпекою у вигляді ПРХ, який поширюється від джерела, і може викликати ризик загрози або руйнувань для певного вразливого ЦО. Сценарій, який ще не охоплює вразливий ЦО, викликає для нього загрозу і, відповідно, ризик загрози. Сценарій, який охоплює ЦО, викликає зміну (як правило, зменшення) цінності для ЦО і є ризиком руйнувань.

Таким чином, динаміка індивідуального ризику для певного ЦО в загальному випадку проходить три стадії:

- 1) потенційний ризик;
- 2) ризик загрози;
- 3) ризик руйнувань.

Задачею підтримки прийняття рішень є не допустити або мінімізувати вплив останньої стадії ризику.

Індивідуальний ризик ПРХ для певного ЦО складається з наступних компонентів:

- 1) небезпека виникнення ПРХ певного типу та інтенсивності;
- 2) інтенсивність ПРХ;
- 3) загроза;
- 4) потенційний збиток для ЦО [11, 12].

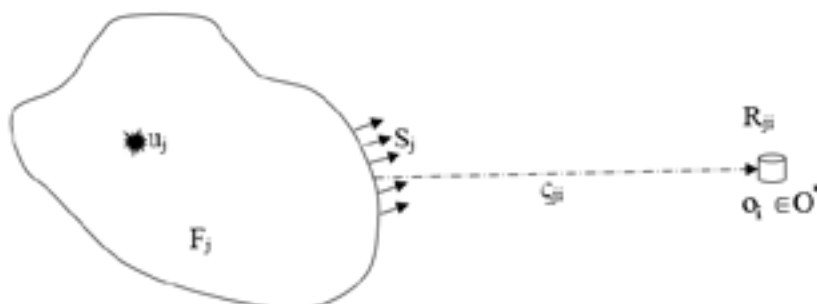


Рис. 1 – Схематичне зображення компонентів індивідуального ризику для цінного об'єкта, що знаходиться під впливом ризику загрози

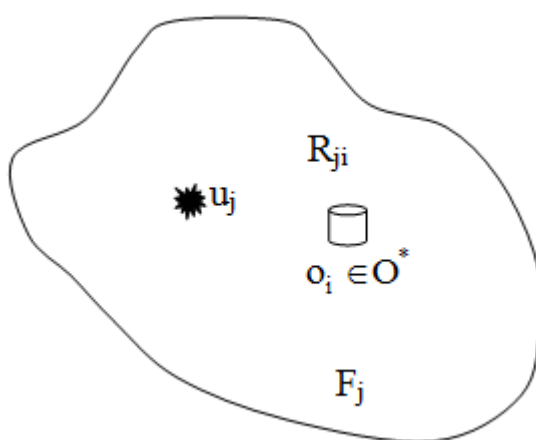


Рис. 2 – Схематичне зображення компонентів індивідуального ризику для цінного об'єкта при охопленні об'єкта сценарієм

Небезпека μ – компонент ризику, який описує потенційну можливість виникнення ПРХ певного типу і інтенсивності на певній ділянці території в певний момент часу. Небезпека стає активною (матеріалізується) в той момент, коли на даній ділянці території виникає ПРХ. Після виникнення ПРХ для даної ділянки місцевості поняття небезпеки втрачає сенс. Оцінка небезпеки дозволяє визначити ділянки території, де виникнення ПРХ певного типу і інтенсивності найбільш ймовірно в певний момент часу. Небезпека не пов'язана з цінністю об'єктів, а визначає тимчасову і просторову ймовірність виникнення ПРХ.

Небезпека має наступні характеристики:

- 1) є оцінкою потенційного джерела ПРХ певного типу і інтенсивності на певній ділянці території в певний момент часу;
- 2) виражена у вигляді можливості (ймовірності);
- 3) час її існування – до моменту виникнення ПРХ.

Матеріалізована небезпека для певного джерела означає, що пов'язаний з даним джерелом сценарій

став активним і створює загрозу для вразливих об'єктів або викликає процес зміни цінності (руйнує об'єкт). Загроза ζ_{ji} для об'єкта o_i від ПРХ F_j виникає в разі, коли цей об'єкт можливо буде охоплений цим ПРХ. Об'єкти, для яких достовірно відомо той факт, що вони не будуть охоплені певним ПРХ, є невразливими, і загрози для них не існує [4, 5, 6].

Тож загроза – це динамічний компонент ризику, який описує просторово-часове відношення між контуром ПРХ та вразливим ЦО; виникає в момент матеріалізації небезпеки і втрачає сенс в момент охоплення ЦО ПРХ.

Характеристики загрози:

- 1) є оцінкою просторово-часового відношення між ПРХ і ЦО;
- 2) час її існування – від моменту виникнення ПРХ до моменту охоплення ним ЦО.

У момент виникнення такої загрози для ЦО, яка вимагає застосування керуючих впливів для її зниження, виникає надзвичайна ситуація природного характеру (НСПХ).

Загроза створюється сценарієм процесу руйнівного характеру і подається у вигляді набору просторових зон, диференційованих за рівнями і розташованих навколо контуру ПРХ. Кожна зона визначає межі тієї частини природно-техногенної системи, де проявляється загроза певного рівня. Множину зон позначимо

$\{D_1, D_2, \dots, D_k\}$, де k – кількість зон загроз, упорядкованих в порядку зростання ступеня загрози (рисунок 3).

Таким чином, загроза є компонентом ризику, який відрізняє концепцію ризику, запропоновану в цьому дисертаційному дослідженні, від існуючих концепцій (рисунок 4).

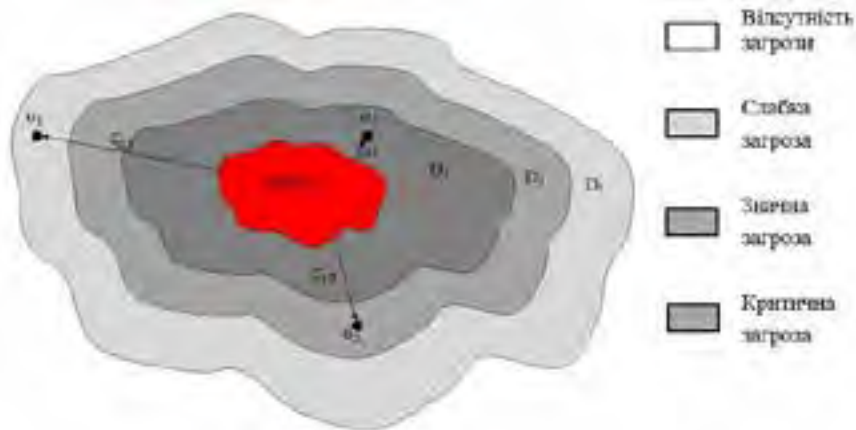


Рис. 3 – Зони загроз

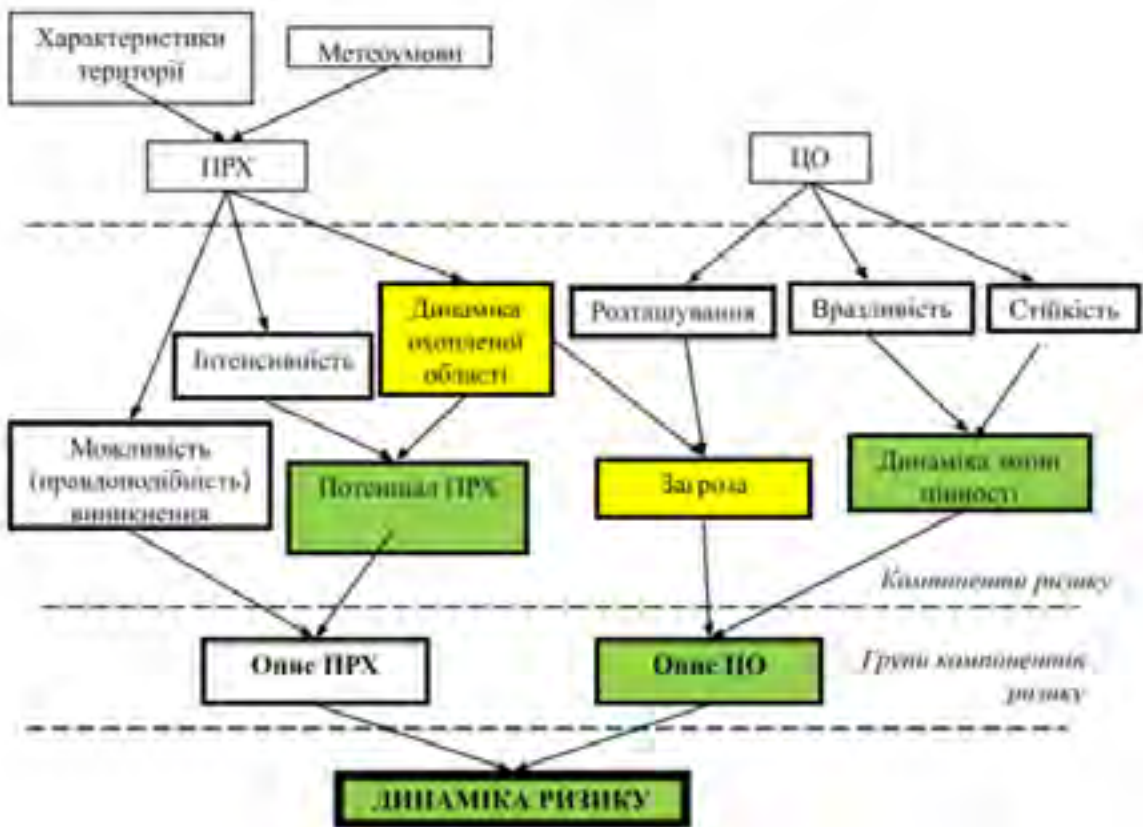


Рис. 4 – Взаємозв'язок компонентів ризику

Ризик R_{ji} – це інтегральна оцінка, яка характеризує потенційну можливість для об'єкта o_i зазнати збитків під час ПРХ F_j певного типу та інтенсивності. Загрози і ризики розглядаються для ЦО, які вимагають захисту при виникненні ПРХ. Для інших об'єктів їх розглядати немає необхідності, особливо в умовах ліміту часу.

Характеристики ризику:

- 1) є оцінкою можливого негативного впливу певного ПРХ на ЦО;
- 2) є функцією небезпеки, загрози, інтенсивності (потенціалу) ПРХ і потенційного збитку, який може понести ЦО;
- 3) у процесі динаміки проходить три стадії: потенційний ризик, ризик загроз і ризик руйнувань.

Стадії ризику. Рисунок 5 відображає часове співвідношення між компонентами індивідуального ризику. Стадія потенційного ризику характеризується небезпекою, що пов'язана з потенційним джерелом ПРХ та існує до моменту виникнення ПРХ. Ризик загроз характеризується загрозою, що описує взаємозв'язок між активним ПРХ та вразливим ЦО та існує з моменту виникнення ПРХ до моменту охоплення ЦО цим процесом. Ризик руйнувань характеризується зменшенням цінності ЦО, яка є динамічною характеристикою ЦО, що існує з моменту охоплення ЦО ПРХ до моменту повного руйнування ЦО. Динаміка зменшення цінності ЦО залежить від потенціалу ПРХ, а також вразливості та стійкості ЦО [14, 15].

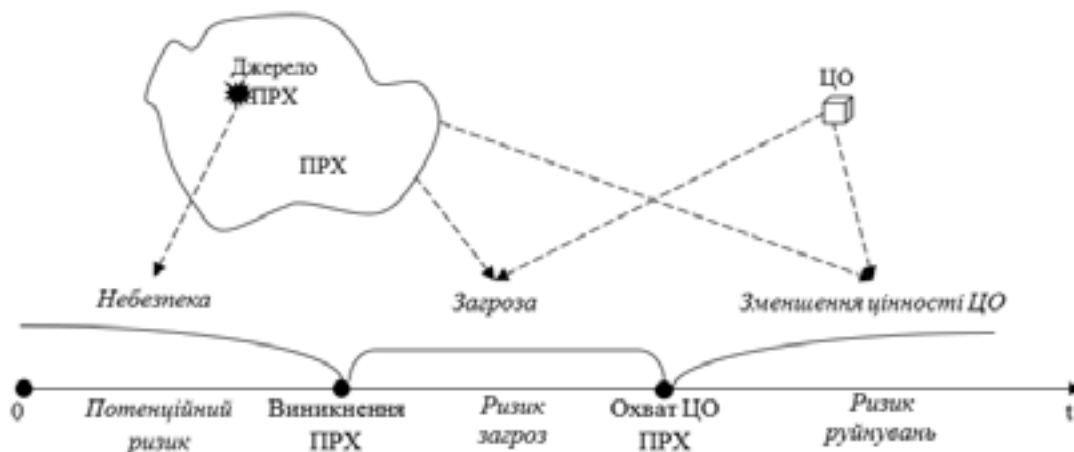


Рис. 5 – Часове співвідношення між компонентами ризику для джерела ПРХ і цінного об'єкта

При наявності декількох джерел, які потенційно впливають на певний ЦО, і (або) активних сценаріїв, що створюють для нього загрозу або руйнують, будемо говорити про мультиризик і пов'язані з ним мультинебезпеку та мультизагрозу (рисунок 6). На рисунку 6 відображено п'ять джерел сценаріїв (u_1, \dots, u_5), три з яких є активними (u_1, u_2, u_3), а два потенційними (u_4, u_5), і два цінних об'єкти (o_1 та o_2). Причому $o_1, o_2 \in \bigcap_{j=1}^5 O^{*j}$, тобто обидва ЦО належать множинам вразливих цінних об'єктів щодо визначених п'яти сценаріїв.

Три активних сценарії F_1, F_2 і F_3 з джерелами u_1, u_2 і u_3 відповідно, створюють загрози для об'єктів o_1 і o_2 , де ζ_{ji} – загроза, яка створюється j -м активним сценарієм i -му об'єкту. Потенційні джерела u_4 і u_5 створюють небезпеку виникнення активного сценарію μ_4 і μ_5 відповідно.

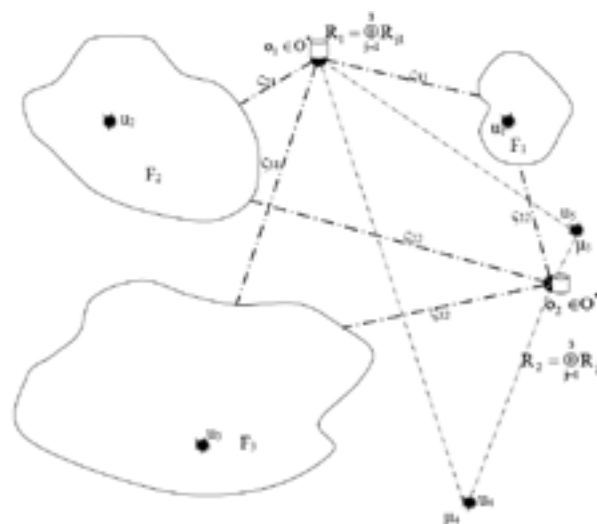


Рис. 6 – Схематичне зображення компонентів мультиризик

На рисунку 7 відображений взаємозв'язок компонентів ризику.

Небезпека характеризує потенційне джерело ПРХ і залежить від типу потенційного ПРХ і розташування джерела. Загроза залежить від розташування ЦО щодо кон-

туру ПРХ, а також від потенціалу ПРХ, який характеризує час, за який ПРХ досягне ЦО. На зміну цінності ЦО впливає потенціал ПРХ, а також рішення з боку ОПР. Збиток залежить від початкової цінності ЦО та від швидкості зміни цінності, яка, в свою чергу, залежить від типу ЦО [16, 17].

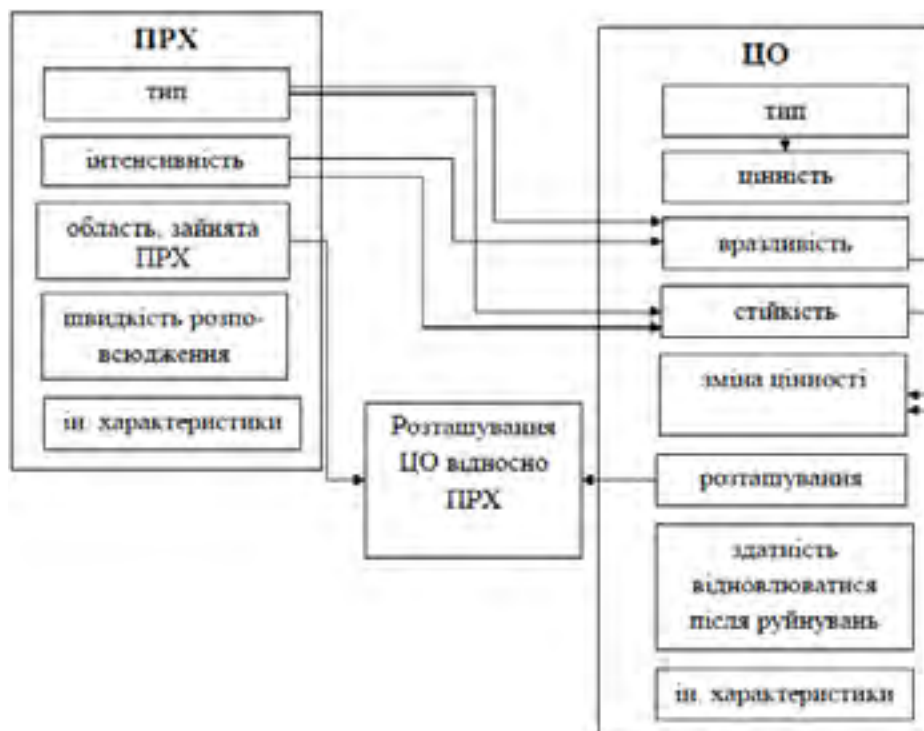


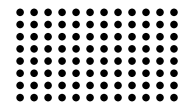
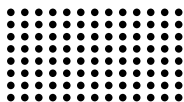
Рис. 7 – Взаємозв'язок компонентів ризику

Висновки. У результаті дослідження створено прототип ризику, що ґрунтується на трьох стадіях: потенційного ризику, джерело якого описується небезпекою, ризику загроз від активного сценарію процес руйнівного характеру, який ще не охоплює цільовий (цінний) об'єкт, та ризику руйнувань від активного сценарію, котрий охоплює ПРХ. Також розширено існуючу модель ризику, що враховує ймовірність ПРХ, його інтенсивність та ефект за

допомогою загрози (прогностична просторово-часова складова ризику) та дозволяє в будь-який момент спрогнозувати можливість втрат та оцінити ризик для конкретних об'єктів в умовах розвитку процесу руйнівного характеру в системах реального часу. Отримані результати можна використати при конструюванні моделей, алгоритмів та для проведення аналізу певних небезпечних ділянок та покращення виявлення ризиків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Cees J. van Westen, Stefan Greiving, Nicolas R. Dalezios (2017). Chapter 2: Multi-Hazard Risk Assessment And Decision Making. *Environmental Hazards Methodologies for Risk Assessment and Management*, IWA Publishing, 64 p.
2. Sven Fuchs, Thomas Glade (2016). Foreword. Vulnerability assessment in natural hazard risk—a dynamic perspective. *Springer Science+Business Media Dordrecht*, 5 p. DOI: 10.1007/s11069-016-2289-x.
3. Sven Fuchs, Joern Birkmann, Thomas Glade (2012). Vulnerability assessment in natural hazard and risk analysis: current approaches and future challenges. *Springer Science+Business Media B.V.*, 7 p. DOI: 10.1007/s11069-012-0352-9.
4. Goldammer J.G., Mueller-Dombois D. (2012). Fire in the Tropical Biota: Ecosystem Processes and Global Challenges, 496 p.



5. Dimitrios I. Myronidis, Dimitrios A. Emmanouloudis, Ioannis A. Mitsopoulos, Evangelos E. Riggos (2010). Soil Erosion Potential after Fire and Rehabilitation Treatments in Greece, *Environmental Modeling & Assessment* 15, pp. 239–250.
6. Ming Tu, Visar Berish, Martin Woolf, Jae-sun Seo, Yu Cao та ін. (2016). IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), DOI: 10.1109/ICASSP.2016.7472157
7. Westen van C.J., Asch van T.W.J. & R. Soeters (2006). Landslide hazard and risk zonation – is it still so difficult? *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 65, 67–184.
8. Greiving, S. (2006). Integrated risk assessment of multi-hazards: a new methodology. Natural and technological hazards and risks affecting the spatial development of European regions. *Geological Survey of Finland, Special Paper*, 42, pp. 75–82.
9. van Westen C.J., Damen M.C.J., Kerle N., Kingma N.C. (2011). RiskCity Case study: GIS for Multi-hazard risk assessment. United Nations University, ITC School on Disaster Geo-information Management (UNU-ITC DGIM).
10. Marvin Rausand (2011). Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications. *John Wiley & Sons, Inc.* Norwegian University of Science and Technology, 649 p.
11. Baranovskiy N.A. (2014). Web-oriented geoinformation system for forest fire danger prediction in typical forests of the Ukraine. In Baranovskiy N.V., Zharikova M.V., Bandariva T., Konechy M., Zlatanova S. (Eds.). *Thematic cartography for society. Lecture notes in geoinformation and cartography*. New York : Springer, pp. 13–22. DOI: 10.1007/978-3-319-08180-9_2
12. Sherstjuk V.G. (2017). Approximate model of spatially distributed Markov process for GIS-based decision support system. In V. Sherstjuk, M. Zharikova. *Proc. of IEEE 12th Int. Sc. and Tech. Conf. on Comp. Sciences and Inf. Technologies (CSIT)*, Lviv, pp. 300–304.
13. Sherstjuk V.G. (2017). Approximate Spatial Model Based on Fuzzy-Rough Topology for Real-Time Decision Support Systems. In V. Sherstjuk, M. Zharikova and I. Sokol. *2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*. Kyiv, Ukraine (May 29 – June 2, 2017), pp. 1037–1042.
14. Zharikova M.V. (2015). The plausible wildfire model in geoinformation decision support system for wildfire response. In M. Zharikova, V. Sherstjuk, N. Baranovskiy. *Water Resources, Forest, marine and ocean ecosystems*. Conference proceedings, vol. 2, Albena, Bulgaria, 2015, pp. 575–583. DOI: 10.5593/SGEM2015/B32/S14.077. 321
15. Zharikova M.V. (2016). Threat assessment method for intelligent disaster decision support system. M. Zharikova, V. Sherstjuk. *Advances in Int. Systems and Computing*. Springer, Vol. 512, pp. 81–99, 322.
16. Zhongqiang L. (2015). A three-level framework for multi-risk assessment. L. Zhongqiang et al. *Georisk*, Vol. 9, No. 2, pp. 59–74. <https://doi.org/10.1080/17499518.2015.1041989>

SPATIALLY DISTRIBUTED DYNAMIC ASSESSMENT OF RISK FROM DESTRUCTIVE PROCESSES

Marina Zharikova,

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Software and Technologies,
Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine,
e-mail: marina.jarikova@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6144-480X

Bohdan Sakovych,

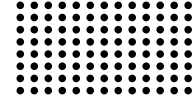
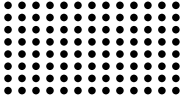
Postgraduate Student of the Department of Software and Technologies,
Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine,
e-mail: 3674150@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8863-0343

Radyi Nazarenko,

Postgraduate Student of the Department of Software and Technologies,
Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine,
e-mail: radiy1218@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1887-7471

Abstract. The purpose of this article is to cover in detail the problem of analysis and assessment of risk from destructive processes and natural disasters.

Nowadays, there are numerous natural disasters such as earthquakes, floods, tsunamis, droughts, landslides, etc. Furthermore, there is an increasing need for overall research, which must be conducted by using state-of-the-art technologies, such as big data, machine learning, data analysis and artificial intelligence. In this manner, it is necessary to inspect the present methods and algorithms for risk-and-threat analysis and their feasibility in a specific area.



Research methods. The primary methods of this study are the ones of qualitative and quantitative risk assessment and analysis, respectively.

Primary results. During this researching, the concept of risk was developed, based on three stages: potential risk, the source of which is described by the danger, the risk of threats from the active scenario of the destructive process (DPS), which does not yet cover the target (valuable) object and the risk of destruction from the active scenario, that covers the DPS and changes its value, which, unlike existing risk concepts allows to describe the dynamics of risk experienced by a valuable object from a particular DPS in real-time systems. The existing risk model, considering the probability of a destructive process, its intensity and effect, is expanded with an additional component – the threat, which is a prognostic spatiotemporal component of risk and allows predicting losses and assess the risk of a specific target value development of DPS in real-time systems.

Scientific novelty. There is a constant necessity for elaborate researching into environmental problems, including the risks of destructive processes, natural disasters and their classification. An improved risk search and detection algorithm are suggested. Moreover, modern methods and models have been established that reveal the essence of the problem entirely and indicate the possible solutions.

Practical significance. Modelling and designing algorithms for the analysis of certain areas to further improving both risk identification and interaction.

Keywords: risk, danger, hazard, analysis, algorithm, assessment, research.

ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РИСКА ОТ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШИТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА

Марина Жарикова,

Доктор технических наук, профессор кафедры программных средств и технологий,
Херсонский национальный технический университет, город Херсон, Украина,
e-mail: marina.jarikova@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6144-480X

Богдан Сакович,

аспирант кафедры программных средств и технологий,
Херсонский национальный технический университет, город Херсон, Украина,
e-mail: 3674150@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8863-0343

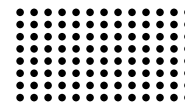
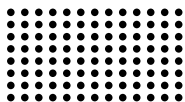
Радий Назаренко,

Аспирант кафедры программных средств и технологий,
Херсонский национальный технический университет, город Херсон, Украина,
e-mail: radiy1218@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1887-7471

Аннотация. Цель статьи состоит в детальном освещении проблемы анализа и оценки рисков от разрушительных процессов и стихийных бедствий, поскольку сейчас все чаще происходят различные природные катаклизмы, например: землетрясения, наводнения, пожары, засухи, оползни, и возрастает необходимость в массовых научных исследованиях передовых технологий, таких как машинное обучение, анализ данных и глубокое обучение. Необходимо проанализировать существующие методы и алгоритмы анализа рисков и опасностей, а также целесообразность их использования в обозначенной местности.

Методы исследования. Основными методами исследования являются методы качественной и количественной оценки и, соответственно, анализа рисков.

Основные результаты исследований. В ходе проведения исследования разработано концепцию риска, базирующаяся на трех стадиях: потенциальный риск, источник которого описывается опасностью; риск угроз от активного сценария процесса разрушительного характера (ПРХ), еще не охватывающего целевой (ценный) объект (ЦО); риск разрушений от активного сценария, уже охватывающего ЦО и вызывающего изменение его ценности, что, в отличие от существующих концепций риска, позволяет описывать динамику риска, которому поддается ценный объект от



определенного сценария ПРХ, в системах реального времени. Существующую модель риска, которая учитывает вероятность процесса разрушительного характера, его интенсивность и эффект, расширено с помощью дополнительного компонента – угрозы, являющейся прогностической пространственно-временной составляющей риска и позволяющей в любой момент спрогнозировать возможность потерь и оценить риск для конкретных ЦО в условиях развития ПРХ в системах реального времени.

Научная новизна. Предложенная модель представления риска как динамического, пространственно-распространенного процесса.

Практическая значимость. Создание моделей и алгоритмов для проведения анализа отдельных территорий с целью дальнейшего усовершенствования определения рисков.

Ключевые слова: анализ, риск, опасность, процесс разрушительного характера. Целевой (ценный) объект, алгоритм, модель, оценка, исследование.

REFERENCES:

1. Cees J. van Westen and Stefan Greiving (2017). Chapter 2: Multi-Hazard Risk Assessment And Decision Making. In *Nicolas R. Dalezios, Environmental Hazards Methodologies for Risk Assessment and Management*, IWA Publishing, 64 p.
2. Sven Fuchs, Thomas Glade (2016). Foreword: Vulnerability assessment in natural hazard risk - a dynamic perspective. *Springer Science+Business Media Dordrecht*, 5 p. DOI: 10.1007/s11069-016-2289-x
3. Sven Fuchs, Joern Birkmann, Thomas Glade (2012). Vulnerability assessment in natural hazard and risk analysis: current approaches and future challenges. *Springer Science+Business Media B.V.*, 7 p. DOI: 10.1007/s11069-012-0352-9
4. Goldammer J. G., Mueller-Dombois D. (2012). Fire in the Tropical Biota: Ecosystem Processes and Global Challenges, 496 p.
5. Dimitrios I. Myronidis, Dimitrios A. Emmanouloudis, Ioannis A. Mitsopoulos, Evangelos E. Riggos (2010). *Soil Erosion Potential after Fire and Rehabilitation Treatments in Greece. Environmental Modeling & Assessment*, vol. 15, pp. 239–250.
6. Ming Tu, Visar Berish, Martin Woolf, Jae-sun Seo, Yu Cao et al. (2016). *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*. DOI: 10.1109/ICASSP.2016.7472157
7. C.J. van Westen, T.W.J. van Asch & R. Soeters (2006). Landslide hazard and risk zonation—why is it still so difficult? *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, volume 65, pp. 167–184.
8. Greiving S. (2006). Integrated risk assessment of multi-hazards: a new methodology. Natural and technological hazards and risks affecting the spatial development of European regions. *Geological Survey of Finland, Special Paper 42*, pp. 75–82.
9. C.J. van Westen, M.C.J. Damen, N. Kerle, N.C. Kingma (2011). RiskCity Case study: GIS for Multi-hazard risk assessment. United Nations University – ITC School on Disaster Geo-information Management (UNU-ITC DGIM).
10. Marvin Rausand (2011). Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications. John Wiley & Sons, Inc., Norwegian University of Science and Technology, 649 p.
11. Baranovskiy N.V. (2014). A web-oriented geoinformation system for forest fire danger prediction in typical forests of the Ukraine. In Baranovskiy N.V., Zharikova M.V., Bandariva T., Konechy M., Zlatanova S. (Eds.). *Thematic cartography for society. Lecture notes in geoinformation and cartography*. New York : Springer, pp 13–22. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08180-9_2
12. Sherstjuk V.G. (2017). Approximate model of spatially distributed Markov process for GIS-based decision support system. In V. Sherstjuk, M. Zharikova. *Proc. of IEEE 12th Int. Sc. and Tech. Conf. on Comp. Sciences and Inf. Technologies (CSIT)*, Lviv, 2017, pp. 300–304.
13. Sherstjuk V.G. (2017). Approximate Spatial Model Based on Fuzzy-Rough Topology for Real-Time Decision Support Systems. V. Sherstjuk, M. Zharikova and I. Sokol. *2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON) – Kyiv, Ukraine (May 29 – June 2, 2017)*, pp. 1037–1042.
14. Zharikova M.V. (2015). The plausible wildfire model in geoinformation decision support system for wildfire response. M. Zharikova, V. Sherstjuk, N. Baranovskiy. In *Water Resources, Forest, marine and ocean ecosystems*. Conference proceedings, vol. 2, Albena, Bulgaria, pp. 575–583. DOI: 10.5593/SGEM2015/B32/S14.077.321
15. Zharikova M.V. (2016). Threat assessment method for intelligent disaster decision support system. M. Zharikova, V. Sherstjuk. *Advances in Int. Systems and Computing*. Springer, vol. 512, pp. 81–99, 322.
16. Zhongqiang L (2015). A three-level framework for multi-risk assessment. *L. Zhongqiang et al. Georisk*, vol. 9, No. 2, pp. 59–74. <https://doi.org/10.1080/17499518.2015.1041989>