

<https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-77-45>

УДК 004.9

ПРАЧИК Віктор

Херсонський національний технічний університет
<https://orcid.org/0000-0002-4820-6830>
e-mail: victorprachyk@gmail.com

ЛЯШЕНКО Олена

Херсонський національний технічний університет
<https://orcid.org/0000-0002-5429-8389>
e-mail: olenakntu@gmail.com

РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

В роботі наведено результати розроблення ІТ моніторингу НС природного характеру. Описано види моніторингових досліджень, які виконуються в межах ІТ з метою запобігання (зниження ризику виникнення), а також зменшення матеріальних втрат від НС (пом'якшення наслідків), зокрема моніторинг стану небезпечних природних явищ та процесів, моніторинг джерел НС, моніторинг довкілля (екологічний моніторинг), моніторинг пожеж у геосистемах природного характеру. Описано режими проведення моніторингових досліджень: до виникнення НС у режимі повсякденного функціонування, у момент загрози виникнення НС у режимі підвищеної готовності, після виникнення НС у режимі НС.

Описано інформаційні процеси в межах ІТ моніторингу НС. ІТ складається із взаємопов'язаних інформаційних процесів - комплексу процедур збору та реєстрації супутникової інформації, підготовки інформаційних масивів, обробки, накопичення і зберігання даних, передачі даних від джерел виникнення до місця обробки, а результатів - до споживачів інформації для прийняття управлінських рішень. Визначено ролі користувачів ІТ моніторингу НС: Керівник робіт з ліквідації наслідків НС, Керівник ОРС ЦЗ, Командир відділення ОРС ЦЗ, Начальник пожежно-рятувального підрозділу та його заступники. Призначення ролей користувачів дозволяє контролювати дії, які кожен користувач може виконувати в межах ІТ моніторингу НС, оптимізуючи робочий процес. Побудовано діаграму використання для ролі «Командир аварійно-рятувального відділення ОРС ЦЗ». Розроблено БД ІТ моніторингу НС за допомогою MySQL Workbench - графічного інструменту для роботи з серверами та базами даних MySQL. Побудовано структурно-логічну схему БД. Оперативне розв'язання завдань моніторингу НС в геосистемах природного характеру (лісових пожеж) здійснюється за матеріалами мультиспектральних космічних зйомок, отриманих із супутника Landsat 8. Landsat 8 отримує дані, використовуючи два різних сенсори - Operational Land Imager (OLI) та Thermal Infrared Sensor (TIRS), які збирають дані в дев'яти короткохвильових діапазонах та двох довгохвильових теплових діапазонах.

Для виявлення контуру лісової пожежі було застосовано метод сегментації шляхом виділення кордонів об'єктів. Наведено приклади сегментації лісових пожеж.

Ключові слова: моніторинг пожеж, інформаційна технологія, супутник Landsat 8, сегментація зображень.

PRACHIK Vitor, LIASHENKO Olena

Kherson National Technical University

DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR EMERGENCY MONITORING USING COMPUTER VISION METHODS

The paper presents the results of IT monitoring of natural emergencies. The types of monitoring studies that are carried out within IT in order to prevent (reduce the risk of occurrence), as well as reduce material losses from emergencies (mitigation), in particular monitoring of the state of natural hazards and processes, monitoring of emergency sources, environmental monitoring, monitoring of fires in geosystems of a natural nature are described. The modes of conducting monitoring studies are described: before the occurrence of an emergency in the mode of daily functioning, at the time of the threat of an emergency in high alert mode, after the occurrence of an emergency in the emergency mode. Information processes within IT emergency monitoring are described. IT consists of interrelated information processes - a set of procedures for collecting and registering satellite information, preparing information arrays, processing, accumulating and storing data, transferring data from sources of occurrence to the place of processing, and results - to consumers of information for making management decisions. The roles of users of IT monitoring of emergencies are defined: Head of emergency response, Head of the State Emergency Service, Commander of the State Emergency Service, Head of the fire and rescue unit and his deputies. Assigning user roles allows you to control the actions that each user can perform within IT emergency monitoring, optimizing the workflow. A use diagram was built for the role of "Commander of the emergency rescue department of the State Emergency Service". IT emergency monitoring database was developed using MySQL Workbench - a graphical tool for working with MySQL servers and databases. The structural and logical diagram of the database is constructed. Operational solution of emergency monitoring tasks in geosystems of a natural nature (forest fires) is carried out according to the materials of multispectral space surveys obtained from the Landsat 8 satellite. Landsat 8 takes data using two different sensors - the Operational Land Imager (OLI) and the Thermal Infrared Sensor (TIRS), which collect data in nine shortwave bands and two longwave thermal bands.

To identify the outline of a forest fire, a segmentation method was applied by highlighting the boundaries of objects. Examples of segmentation of forest fires are given.

Keywords: fire monitoring, information technology, Landsat 8 satellite, image segmentation.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Аналіз даних про виникнення природних надзвичайних ситуацій (НС), що відбулися за останні десятиліття, свідчить про те, що на території України характерним є виникнення великої кількості природних пожеж переважно у змішаних та хвойних лісових геосистемах Полісся, Лісостепу та Українських Карпат.

Боротьба з природними пожежами – процес складний і потребує значних людських та матеріальних ресурсів. Аналіз пожеж свідчить про те, що часто з різних причин не вдається ліквідувати лісову пожежу на початковій стадії її розвитку, і вона може набути ознак НС. Поширюючись на значні площі, такі пожежі становлять серйозну загрозу життєдіяльності людини.

Так, до основних екологічних наслідків природних пожеж можна віднести такі:

- забруднення атмосферного повітря вуглекислим газом та продуктами піролізу лісових горючих матеріалів, вигорання кисню;
- перетворення видової різноманітності біоценозів, поява ризику повного зникнення рідкісних порід дерев;
- зміна складу ґрунту та його водного режиму;
- скорочення кормової бази, що спричиняє масову міграцію та зменшення чисельності диких тварин;
- погіршення санітарного стану лісів, зниження їх стійкості до пошкоджень шкідниками та хворобами.

Головну роль у процесі попередження природних пожеж відіграє моніторинг, оскільки спостереження, збирання, аналіз та оцінка якісних та кількісних параметрів стану лісових геосистем, небезпечних процесів, що відбуваються в них, а також потенційних джерел природних пожеж дозволить розробляти та реалізовувати заходи, спрямовані на збереження біорізноманіття та генофонду лісових біоценозів, зниження матеріальних втрат, локалізацію зон природних пожеж, припинення дії характерних небезпечних чинників.

Основною сферою практичного застосування моніторингу є інформаційне обслуговування органів управління за умов виникнення природних пожеж.

Таким чином, розроблення новітніх моделей, методів та інформаційної технології моніторингу НС в геосистемах природного характеру є актуальною науково-прикладною задачею.

Аналіз досліджень та публікацій

В роботі [1] описано процес розроблення автоматизованої системи моніторингу надзвичайних ситуацій у лісових екосистемах. Розглянуто актуальність розробки такого класу систем. Проведено аналіз існуючих методів та засобів контролю надзвичайних ситуацій в лісових екосистемах, приведено структурну схему системи з урахуванням інформаційних потоків. Розглянуто концептуальну модель системи, розроблено блок-схеми алгоритмів роботи системи, приведено діаграму прецедентів, розроблено діаграму потоків даних та діаграму класів системи. Приведено схему бази даних та основні компоненти системи. Розроблено інтерфейс користувача автоматизованої системи моніторингу надзвичайних ситуацій у лісових екосистемах.

В роботі [2] розглянуті особливості функціонування ситуаційних центрів на різних стадіях розвитку надзвичайних ситуацій та особливості обґрунтування експертами антикризових рішень щодо функціонування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, органів управління та сил цивільного захисту для забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності населення та території держави. Показано, що ефективність функціонування системи ситуаційних центрів залежить від науково-технічного рівня реалізації в державі системи цивільного захисту, системи моніторингу надзвичайних ситуацій, системи передачі даних про надзвичайні ситуації та системи захисту інформації, що циркулює у процесі функціонування єдиної державної системи цивільного захисту.

В роботі [3] наведено методика прогнозування наслідків хімічної аварії на ПНО з використанням ГІС підсистемою моніторингу техногенної безпеки регіону. Реалізація методики показана на прикладі умовної аварії з викидом аміаку на АОЗТ «Холодопром» м. Харків.

В роботі [4] описано процес розроблення інформаційної системи моніторингу природних катастроф з використанням об'єктно-орієнтованої методології та технології Java SE 11. Розроблено БД інформаційної системи за допомогою системи керування реляційними базами даних Microsoft SQL Server. Розроблено архітектуру та графічний інтерфейс інформаційної системи, наведено приклади використання інформаційної системи. Розроблена інформаційна система здійснює прогнозування місця, часу, можливостей виникнення нових осередків небезпеки, оцінку ризику для населення, а також підготовку управлінських рішень щодо локалізації та ліквідації природних катастроф.

В роботі [5] описано використання інформаційної технології в умовах виникнення НС та ліквідації

їх наслідків. Метою інформаційної технології є підтримка процесів прийняття рішень на етапах підготовки, запобігання та планування системи захисту від НС. Основою інформаційної технології є географічна інформаційна підсистема, яка забезпечує вирішення таких важливих завдань: розробку геоінформаційної основи – цифрових карт для роботи з просторовою інформацією; реалізацію картометричних операцій, що дозволяють вимірювати відстані між об'єктами, визначати площі та периметри об'єктів; інтеграцію картографічних об'єктів та атрибутивної інформації.

Формулювання цілей статті

Метою роботи є: розроблення інформаційної технології моніторингу НС в геосистемах природного характеру. Система показників та структура інформаційних потоків ІТ моніторингу НС заснована на даних моніторингу стану небезпечних природних явищ та процесів, моніторингу джерел НС, моніторингу довкілля (екологічному моніторингу), моніторингу пожеж у геосистемах природного характеру.

Виклад основного матеріалу

Моніторинг НС є системою спостережень та контролю за розвитком небезпечних стихійних природних явищ і процесів, а також факторами, що викликають їх формування та розвиток.

В межах системи моніторингу НС з метою запобігання (зниження ризику виникнення), а також зменшення матеріальних втрат від НС (пом'якшення наслідків) здійснюються [4,6]:

1. Моніторинг стану небезпечних природних явищ та процесів. Передбачає проведення систематичних спостережень та контролю за розвитком небезпечних та стихійних природних явищ, та процесів, факторами, що викликають їх формування та розвиток, аналіз, зберігання та передачу інформації щодо виявлення тенденцій їх зміни з метою розробки комплексу заходів щодо запобігання природним НС та ліквідації їх наслідків.

2. Моніторинг джерел НС. Передбачає проведення систематичних спостережень за потенційними джерелами НС з метою аналізу оперативної інформації про якісні та кількісні параметри їх стану. Якісний аналіз НС полягає у визначенні основних характеристик уражаючих факторів НС, а також загальних заходів, які можуть бути вжиті для ліквідації НС. Кількісний аналіз несе кількісну інформацію про НС та виконується на всіх етапах життєвого циклу НС. За допомогою кількісного аналізу НС здійснюється визначення ризику впливу уражаючих факторів і оцінка їх стійкості.

3. Моніторинг довкілля (екологічний моніторинг). Передбачає проведення систематичних спостережень та контролю з метою оцінки стану навколишнього середовища, аналізу процесів, що відбуваються та своєчасне виявлення тенденцій їх зміни. Об'єктами моніторингу довкілля є атмосферне повітря, водні ресурси, рослинний світ та тваринний світ.

4. Моніторинг пожеж у геосистемах. Передбачає проведення систематичних спостережень, контролю, збору, аналізу, зберігання та передачі інформації про пожежну небезпеку в природних геосистемах (умов погоди, стану горючих матеріалів, інших пожежонебезпечних факторів), з метою своєчасного планування та здійснення заходів щодо запобігання виникненню та ліквідації пожеж, а також їх наслідків.

В роботі буде розглянуто моніторинг НС у геосистемах природного характеру, зокрема моніторинг лісових пожеж.

Вирізняють такі режими проведення моніторингових досліджень [6]:

– до виникнення НС – у режимі повсякденного функціонування. При цьому головною метою є прогнозування місця, часу, уражаючих факторів і оцінка ризиків для населення;

– у момент загрози виникнення НС – у режимі підвищеної готовності. Головною метою є своєчасне визначення місця, часу, уражаючих факторів та прогнозування можливих наслідків;

– після виникнення НС – у режимі НС. Головною метою є прогнозування місця, часу, можливості виникнення нових осередків небезпеки, оцінка ризику для населення, підготовка управлінських рішень щодо локалізації та ліквідації НС.

Аналітичну підтримку моніторингових досліджень забезпечує інформаційна технологія (ІТ) моніторингу НС.

ІТ моніторингу НС складається із взаємопов'язаних інформаційних процесів - комплексу процедур збору та реєстрації супутникової інформації, підготовки інформаційних масивів, обробки, накопичення і зберігання даних, передачі даних від джерел виникнення до місця обробки, а результатів - до споживачів інформації для прийняття управлінських рішень (рис.1).

ІТ моніторингу НС базується на нейромережеских моделях та методах розпізнавання супутникових знімків високої роздільної здатності, методах комп'ютерного зору та дозволяє здійснювати оцінку та запобігати можливим ризикам виникнення та розповсюдження пожеж в геосистемах природного характеру.

ІТ моніторингу НС призначено для використання багатьма користувачами. Таким чином, було визначено такі основні ролі користувачів [6]:

1. Керівник робіт з ліквідації наслідків НС. Призначається для безпосереднього управління аварійно-рятувальними та іншими невідкладними роботами під час виникнення НС.
2. Керівник Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (ОРС ЦЗ).
3. Командир відділення ОРС ЦЗ. Забезпечує участь відділення (у межах його тактико-технічних можливостей) у проведенні аварійно-рятувальних (пожежно-рятувальних) робіт у районі виникнення НС.
4. Начальник пожежно-рятувального підрозділу та його заступники.

Призначення ролей користувачів дозволяє контролювати дії, які кожен користувач може виконувати в ІТ, оптимізуючи робочий процес.

На рис. 2 подано приклад діаграми варіантів використання для ролі «Командир аварійно-рятувального відділення ОРС ЦЗ».

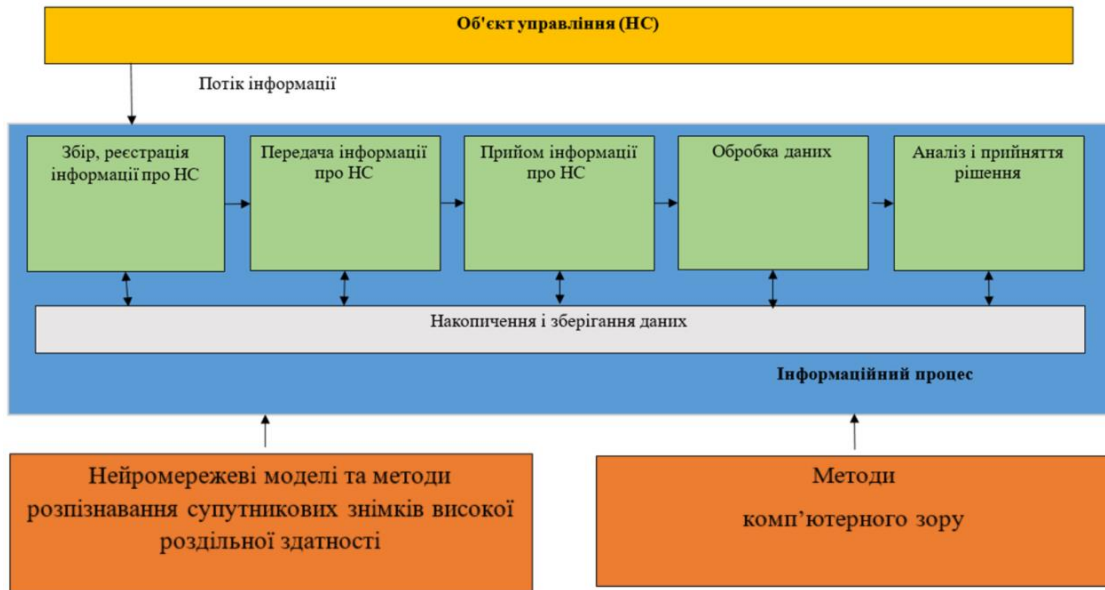


Рис.1. ІТ моніторингу НС

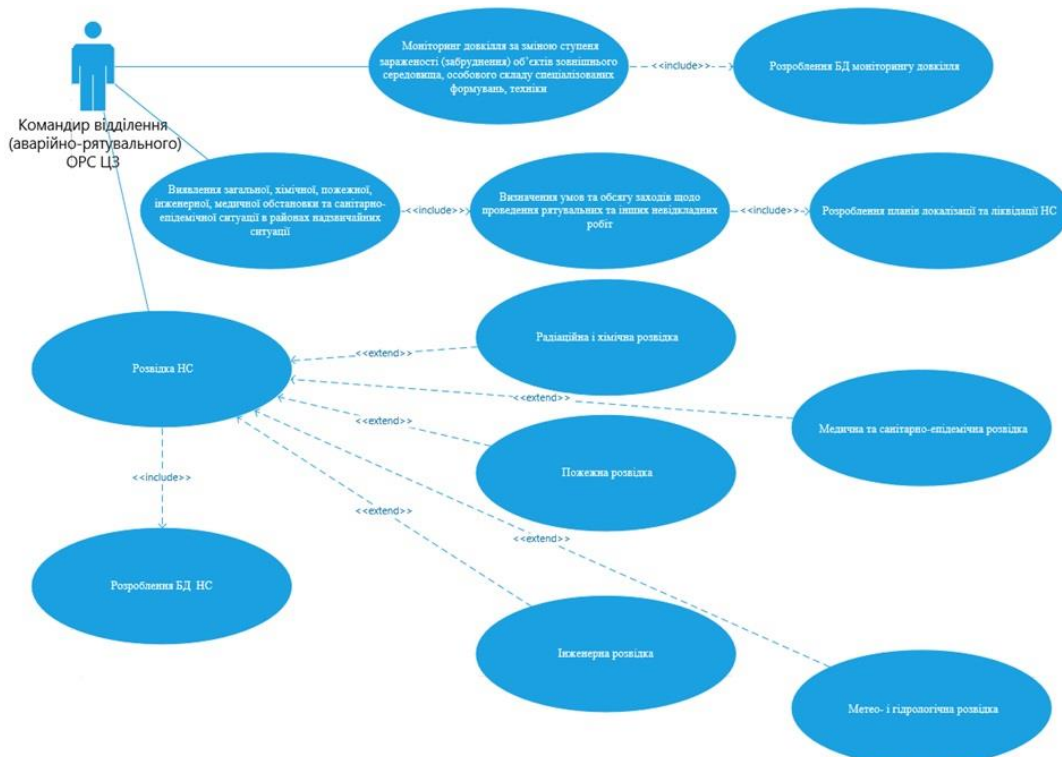


Рис.2. Приклад діаграми варіантів використання для ролі «Командир аварійно-рятувального відділення ОРС ЦЗ»

Командир відділення (аварійно-рятувального) ОРС ЦЗ здійснює:

- забезпечення моніторингу довкілля за зміною ступеня зараженості (забруднення) об'єктів зовнішнього середовища, особового складу спеціалізованих формувань, техніки, що ведуть рятувальні роботи, радіоактивними, хімічними речовинами, біологічними патогенними агентами в районах надзвичайних ситуацій на територіях, які до них прилягають;
- виявлення загальної, хімічної, пожежної, інженерної, медичної обстановки та санітарно-епідемічної ситуації в районах надзвичайних ситуації для визначення умов та обсягу заходів щодо проведення рятувальних та інших невідкладних робіт;
- установлення місць перебування людей, які постраждали при надзвичайній ситуації, визначення засобів порятунку;
- контроль за обстановкою і санітарно-епідеміологічним станом районів, розміщенням відселеного з небезпечних зон населення;
- організація розвідки НС: радіаційної і хімічної розвідки, пожежної розвідки, інженерної розвідки, медичної та санітарно-епідемічної розвідки, ветеринарно-санітарної та фітосанітарної розвідки; метео- і гідрологічної розвідки.

Для проектування та розроблення бази даних ІТ моніторингу НС було обрано MySQL Workbench - графічний інструмент для роботи з серверами та базами даних MySQL. Структурну схему бази даних програмного забезпечення подано на рис.3.

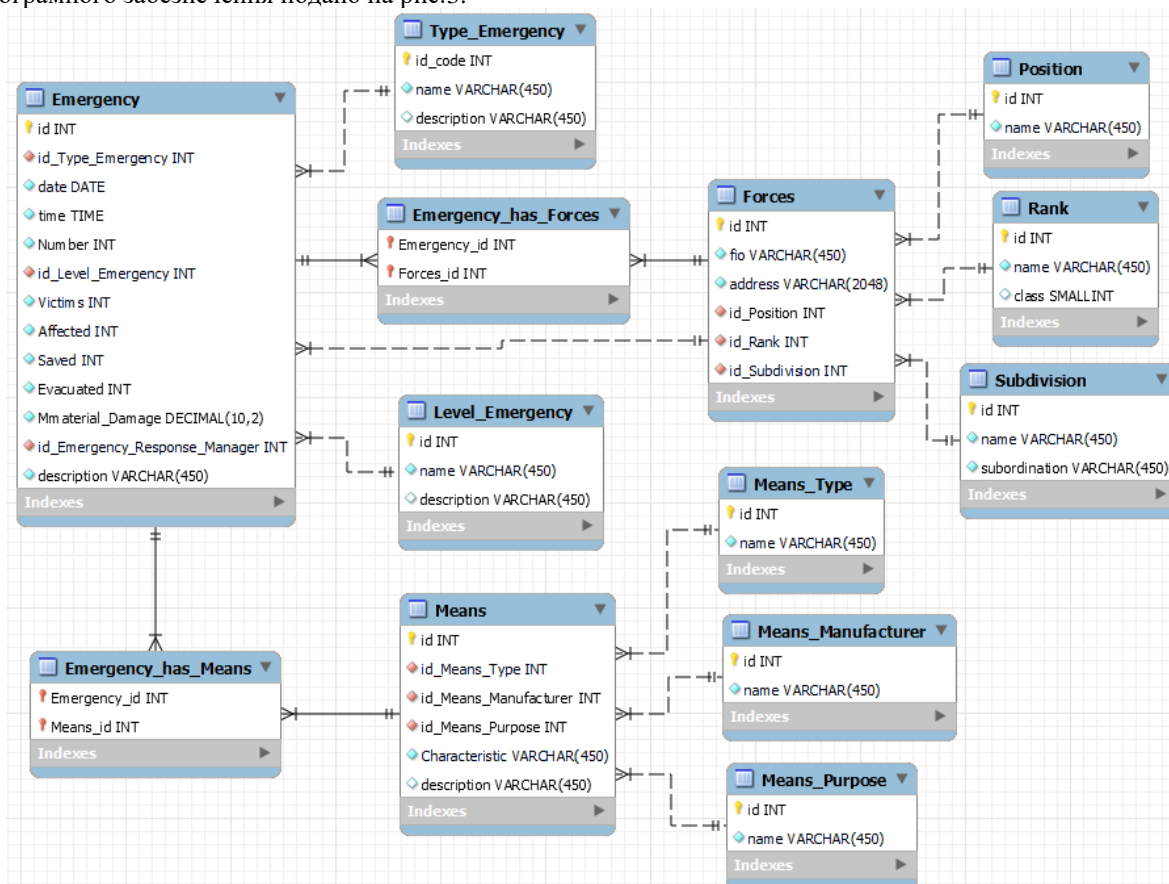


Рис.3. Структурно-логічна схема бази даних ІТ моніторингу НС

У БД виділено наступні сутності: Надзвичайна ситуація, Тип_Надзвичайної ситуації, Рівень_Надзвичайної ситуації, Сила, Посада, Категорія, Підпорядкованість, Засоби, Тип_Засобів, Виробник Засобів, Призначення_Засобів.

Перелічимо далі сутності зі зв'язком 1 до N:

1. Надзвичайна ситуація – Тип_Надзвичайної ситуації.
2. Надзвичайна ситуація – Рівень_Надзвичайної ситуації.
3. Сила – Посада.
4. Сила – Категорія.
5. Сила – Підпорядкованість.
6. Засоби – Тип_Засобів.
7. Засоби – Виробник_Засобів.

8. Засоби – Призначення_Засобів.

Сутності N до M:

1. Надзвичайна_ситуація – Сила.

2. Надзвичайна_ситуація – Засоби.

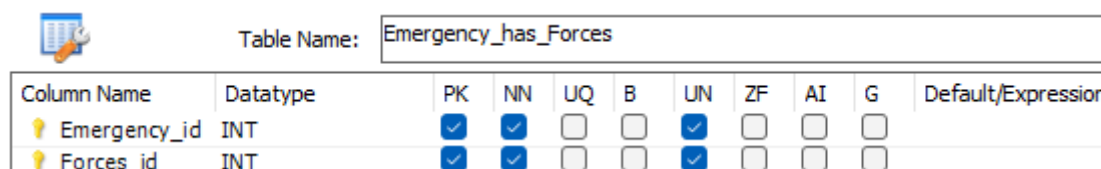
Сутності Надзвичайна_ситуація відповідає таблиця «Emergency». Сутності Тип_Надзвичайної_ситуації відповідає таблиця «Type_Emergency». Сутності Рівень_Надзвичайної_ситуації відповідає таблиця «Level_Emergency». Сутності Сила відповідає таблиця «Forces».

Для зв'язку сутності Сила та Надзвичайна ситуація було розроблено таблицю зв'язку «Emergency_has_Forces» яка містить 2 атрибути, що необхідні для отримання ступеня зв'язку N до M:

- Emergency_id: зовнішній ключ на таблицю «Emergency», а також ключове поле, що входить до первинного ключа, ціле значення, беззнакове поле, не може зберігати значення NULL;

- Forces_id: зовнішній ключ на таблицю «Forces», а також ключове поле, що входить до первинного ключа, ціле значення, беззнакове поле, не може зберігати значення NULL;

Приклад розроблення таблиці «Emergency_has_Forces» в середовищі розробки Workbench подано на рис.4.



Column Name	Datatype	PK	NN	UQ	B	UN	ZF	AI	G	Default/Expression
Emergency_id	INT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Forces_id	INT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Рис. 4. Таблиця «Emergency_has_Forces» в середовищі розробки Workbench

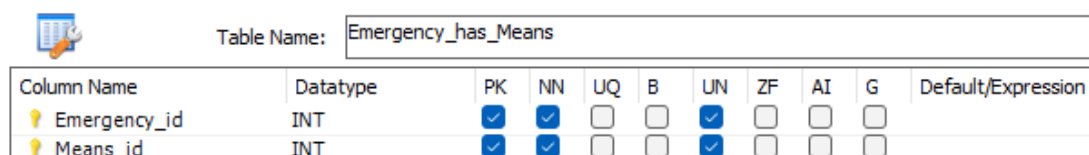
Сутності Посада відповідає таблиця «Position». Сутності Категорія відповідає таблиця «Rank». Сутності Підпорядкованість відповідає таблиця «Subdivision».

Сутності Засоби відповідає таблиця «Means». Для зв'язку сутності Засоби та Надзвичайна ситуація було побудовано таблицю зв'язку «Emergency_has_Means» яка містить 2 атрибути, що необхідні для отримання ступеня зв'язку N до M:

- Emergency_id: зовнішній ключ на таблицю «Emergency», а також ключове поле, що входить до первинного ключа, ціле значення, беззнакове поле, не може зберігати значення NULL;

- Means_id: зовнішній ключ на таблицю «Means», а також ключове поле, що входить до первинного ключа, ціле значення, беззнакове поле, не може зберігати значення NULL;

Приклад розроблення таблиці «Emergency_has_Means» в середовищі розробки Workbench подано на рис.5.



Column Name	Datatype	PK	NN	UQ	B	UN	ZF	AI	G	Default/Expression
Emergency_id	INT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Means_id	INT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Рис. 5. Таблиця «Emergency_has_Means» в середовищі розробки Workbench

Сутності Тип_Засобів відповідає таблиця «Means_Type». Сутності Виробник_Засобів відповідає таблиця «Means_Manufacturer». Сутності Призначення_Засобів відповідає таблиця «Means_Purpose».

Оперативне розв'язання завдань моніторингу НС в геосистемах природного характеру (лісових пожеж) здійснюється за матеріалами мультиспектральних космічних зйомок, отриманих із супутника Landsat 8. Landsat 8 отримує дані, використовуючи два різних сенсори - Operational Land Imager (OLI) та Thermal Infrared Sensor (TIRS), які збирають дані в дев'яти короткохвильових діапазонах та двох довгохвильових теплових діапазонах.

Для виявлення контуру лісової пожежі було застосовано метод сегментації шляхом виділення кордонів об'єктів. Таким чином, виявлення контуру лісової пожежі супроводжуються процедурами побудови кордонів об'єктів із відповідних послідовностей пікселів.

Одним із підходів з'єднання точок контуру є аналіз характеристик пікселів в околиці кожної точки (x, y) образу, який вже зазнав процедури виявлення контуру. Всі точки, що є подібними, з'єднуються, утворюючи кордон із пікселів, що володіють деякими властивостями [7].

При такому аналізі для встановлення подібності пікселів контуру необхідно визначити [7]:

1. Величину градієнта, необхідного для побудови контурного пікселя $G[f(x, y)]$;

2. Напрямок градієнта. Таким чином, піксель контуру з координатами (x', y') подібний до величині у визначеній раніше околиці (x, y) пікселю з координатами (x, y), якщо справедлива нерівність:

$$|G[f(x, y)] - G[f(x', y')]| \leq T, \quad (1)$$

де T – порогове значення.

Напрямок градієнта встановлюється за кутом вектора градієнта:

$$\theta = \arctg \left[\frac{G_y}{G_x} \right] \quad (2)$$

де θ – кут (щодо осі x), вздовж якого швидкість зміни має найбільше значення. Тоді можна сказати, що кут пікселя контуру з координатами (x', y') в деякій околиці (x, y) подібний до кута пікселя з координатами (x, y) при виконанні наступної нерівності [7]:

$$|\theta - \theta'| < A, \quad (3)$$

де A - порогове значення кута.

Ґрунтуючись на цих припущеннях, було з'єднано точку в околиці (x, y) з пікселем, що має координати (x, y) , якщо задовольняються критерії за величиною та напрямом. Рухаючись від пікселя до пікселя і представляючи кожну точку, що приєднується як центр околиці, процес повторюється для кожної точки образу.

Для практичної реалізації завдання сегментації лісових пожеж в межах ІТ моніторингу НС було обрано бібліотеку алгоритмів комп'ютерного зору, обробки зображень та чисельних алгоритмів загального призначення з відкритим кодом OpenCV та мову програмування java.

Для виділення кордонів об'єктів було застосовано статичний метод Canny() із класу Imgproc бібліотеки OpenCV [8,9].

Формати методу [8]:

```
import org.opencv.imgproc.Imgproc;
public static void Canny(Mat image, Mat edges, double threshold1, double threshold2)
public static void Canny(Mat image, Mat edges, double threshold1, double threshold2, int
apertureSize, boolean L2gradient);
```

У параметрі image вказується вихідне зображення у відтінках сірого (8 біт, один канал). У матрицю, вказану в параметрі edges, буде записано результат операції у вигляді чорно-білого зображення. Параметр threshold1 задає мінімальне граничне значення, а параметр threshold2 - максимальне граничне значення. У apertureSize можна додатково вказати розмір ядра фільтра для методу Sobel() [8,9].

Після виділення кордонів об'єктів, було виконано пошук контурів. Для цього було використано статичний метод findContours() із класу Imgproc бібліотеки OpenCV [8].

Формати методу [8]:

```
import org.opencv.imgproc.Imgproc;
public static void findContours(Mat image, List<MatOfPoint> contours, Mat hierarchy, int mode,
int method)
public static void findContours(Mat image, List<MatOfPoint> contours, Mat hierarchy, int mode,
int method, Point offset);
```

У першому параметрі вказується вихідне чорно-біле зображення (8 біт, один канал). Будь-яке значення більше 1 вважається 1, а нульові значення так і залишаються нульовими. У другому параметрі вказується посилання на список, до якого додаватимуться знайдені контури. Параметр hierarchy визначає посилання на матрицю, в яку буде записана інформація про рівень вкладеності контуру. Ця матриця матиме стільки ж елементів, що й список із знайденими контурами. Якщо контур не є вкладеним, значення буде негативним [8,9].

Параметр mode визначає режим пошуку контурів. В роботі було застосовано такі константи з класу Imgproc [8]:

–RETR_EXTERNAL - знаходження лише крайніх зовнішніх контурів. Формат: public static final int RETR_EXTERNAL;

–RETR_LIST - знаходження контурів без встановлення ієрархії. Формат: public static final int RETR_LIST;

–RETR_CCOMP - знаходження всіх контурів та організація їх у дворівневу структуру. Формат: public static final int RETR_CCOMP;

–RETR_TREE - знаходження всіх контурів та організація повної ієрархії вкладених контурів. Формат: public static final int RETR_TREE.

Приклад супутникового знімку Landsat 8 подано на рис.6. Присутність вогнища горіння визначається наявністю у видимій частині спектра на супутниковому знімку основної ознаки лісових пожеж - димового шлейфу.



Рис.6. Приклад супутникового знімку Landsat 8. Виявлення пожежі в лісовому фонді Херсонської області

Приклад сегментації зображення за допомогою методу Сanny() подано на рис.7.



Рис.7. Приклад сегментації зображення за допомогою методу Сanny(). Виявлення контуру лісової пожежі

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Результатами, які можна кваліфікувати як такі, що дістали подальшого розвитку або поглиблення, є:

1. Розроблення ІТ моніторингу НС, яка дозволяє здійснювати моніторинг природного, техногенного та соціального середовища, а також прогнозування процесів виникнення та розвитку НС. Система показників та структура інформаційних потоків ІТ моніторингу НС заснована на даних моніторингу стану небезпечних природних явищ та процесів, моніторингу джерел НС, моніторингу довкілля (екологічному моніторингу), моніторингу пожеж у геосистемах природного характеру.

2. Розроблення моделі розпізнавання лісових пожеж на супутникових зображеннях на основі методів комп'ютерного зору, включаючи виявлення джерел вогню та диму.

3. Подальший розвиток методу сегментації зображень, що полягає у виділенні на зображенні областей, кожна з яких відповідає певній ознаці та супроводжуються процедурами побудови кордонів об'єктів із відповідних послідовностей пікселів.

В подальшому планується розроблення моделі сегментації лісових пожеж на основі згорткових нейронних мереж, які забезпечать високу стійкість до спотворень об'єктів, наявності шумів, зсувів та зміни ракурсу зйомки.

Література

1. Ковівчак Я.В. Розробка автоматизованої системи моніторингу надзвичайних ситуацій у лісових екосистемах/ Я.В. Ковівчак, В.І. Дубук, А.Я.Дмитришин//Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. –2022. –№47. – С.26-34.
2. Тютюнник В. В. Особливості функціонування системи ситуаційних центрів на різних стадіях розвитку надзвичайних ситуацій / В. В. Тютюнник, О. А. Ященко, І. В. Рубан та ін. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2022. – № 1 (43). – С. 41-52.
3. Попов В.М. Прогнозування наслідків можливої надзвичайної ситуації при формуванні програми розвитку територіальної системи техногенної безпеки/ В.М. Попов, І.А. Чуб //Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2015. – №22. – С.99-105.
4. Прачик В.В. Розроблення інформаційної системи моніторингу природних катастроф з використанням об'єктно-орієнтованої методології та технології Java SE 11. / В.В. Прачик, О.М. Ляшенко// «Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки» . – 2021. –№4 32 (71) . – С. 150-156.
5. Biswajit Mukhopadhyay. Use of Information Technology in Emergency and Disaster Management./ Biswajit Mukhopadhyay, Buddhadev Bhattacharjee// American Journal of Environmental Protection. – 2015. – №4(2) . – С. 101-104.
6. Liashenko O. Development of information technology for monitoring of forest ecosystems under conditions of wildfires/O. Liashenko, D. Kyrychuk, N. Holovina, V. Prachyk, S. Bunkus// International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management. – 2022. – № 22(3.2). – С. 307–314.
7. Кветний Р.Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обробки: навчальний посібник за заг. ред. Р.Н. Кветного/ Р.Н. Кветний, І.В. Богач, О.Р. Бойко, О.Ю. Софіна, О.М. Шушура. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.
8. Daniel Lélis Baggio. OpenCV 3.0 Computer Vision With Java: Create Multiplatform Computer Vision Desktop and Web Applications Using the Combination of Opencv and Java/ Daniel Lélis Baggio. – Packt Pub Ltd, 2015. – 147 с.
9. Gary Bradski. Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library/ Gary Bradski, Adrian Kaehler. – O'Reilly Media, 2008. –555 с.

References

1. Kovivchak YA.V. Rozrobka avtomatizovanoi sistemi monitoringu nadzvichajnih situacij u lisovih ekosistemah/ YA.V. Kovivchak, V.I. Dubuk, A.YA.Dmitrishin//Komp'yuterno-integrovani tekhnologii: osvita, nauka, virobniectvo. –2022. –№47. – S.26-34.
2. Tyutyunik V. V. Osoblivosti funkcionuvannya sistemi situacijnih centriv na riznih stadiyah rozvitku nadzvichajnih situacij / V. V. Tyutyunik, O. A. YAshchenko, I. V. Ruban ta in. // Suchasni informacijni tekhnologii u sferi bezpeki ta obroni. – 2022. – № 1 (43). – S. 41-52.
3. Popov V.M. Prognozuvannya naslidkiv mozhливої nadzvichajnoi situacii pri formuvanni programi rozvitku teritorial'noi sistemi tekhnogennoi bezpeki/ V.M. Popov, I.A. CHub //Problemi nadzvichajnih situacij. – 2015. – №22. – S.99-105.
4. Prachik V.V. Rozroblennya informacijnoi sistemi monitoringu prirodnih katastrof z vikoristannyam ob'ektno-orientovanoi metodologii ta tekhnologii Java SE 11. / V.V. Prachik, O.M. Lyashenko// «Vcheni zapiski Tavrijs'kogo nacional'nogo universitetu imeni V.I. Vernads'kogo. Seriya: Tekhnichni nauki» . – 2021. –№4 32 (71) . – S. 150-156.
5. Biswajit Mukhopadhyay. Use of Information Technology in Emergency and Disaster Management./ Biswajit Mukhopadhyay, Buddhadev Bhattacharjee// American Journal of Environmental Protection. – 2015. – №4(2) . – S. 101-104.
6. Liashenko O. Development of information technology for monitoring of forest ecosystems under conditions of wildfires/O. Liashenko, D. Kyrychuk, N. Holovina, V. Prachyk, S. Bunkus// International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management. – 2022. – № 22(3.2). – S. 307–314.
7. Kvetnij R.N. Komp'yuterne modelyuvannya sistem ta procesiv. Metodi obrobki: navchal'nij posibnik za zag. red. R.N. Kvetnogo/ R.N. Kvetnij, I.V. Bogach, O.R. Bojko, O.YU. Sofina, O.M. SHushura. – Vinnicya: VNTU, 2012. – 193 s.
8. Daniel Lélis Baggio. OpenCV 3.0 Computer Vision With Java: Create Multiplatform Computer Vision Desktop and Web Applications Using the Combination of Opencv and Java/ Daniel Lélis Baggio. – Packt Pub Ltd, 2015. – 147 с.
9. Gary Bradski. Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library/ Gary Bradski, Adrian Kaehler. – O'Reilly Media, 2008. –555 с.