

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Інформаційних систем

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

(підпис)

Чумаченко С.М.

(прізвище та ініціали)

«_____» _____ 2021 г.

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Інформаційні управляючі системи та
технології
на тему: Експертно-моделююча система щодо підтримки прийняття рішень під
час проведення пошуково-рятувальних операцій під час надзвичайних ситуацій в
гірсько-лісистій місцевості Закарпаття

Рецензент _____ (прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Здобувач _____
(підпис)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Інформаційних систем

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Інформаційні управляючі системи та технології
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Інформаційних систем

Чумаченко С. М.
“ ” 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Мушка Андрій Олексійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Експертно-моделююча система щодо підтримки прийняття рішень під час проведення пошуково-рятувальних операцій під час надзвичайних ситуацій в гірсько-лісистій місцевості Закарпаття
керівник роботи Дівізінюк Михайло Михайлович, доктор фізико-математичних наук, професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “18” 11 2020 року №953-кс

2. Строк подання здобувачем роботи

3. Вихідні дані до роботи Інформація про роботу пошуково-рятувальних сил під час надзвичайних ситуацій в гірській місцевості

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Розділ 1. Аналіз наслідків надзвичайних ситуацій природного характеру в гірській місцевості, які викликані гідрологічними і метеорологічними явищами
Розділ 2. Методика оцінки процесу управління ризиками надзвичайних ситуацій, системний аналіз та постановка задачі на проектування системи
Розділ 3. Розробка системи та аналіз отриманих результатів

5. Перелік графічного матеріалу Структурно-логічні моделі, схеми бази знань, блок-схеми алгоритмів, зображення інтерфейсу користувача

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3	Чумаченко С. М., доктор технічних наук, завідувач кафедри	19.11.2020	20.01.2021

7. Дата видачі завдання 19 листопада 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Оформлення першого розділу кваліфікаційної роботи	25.11.2020	виконано
2	Створення інформаційної системи	15.12.2020	виконано
3	Оформлення другого розділу кваліфікаційної роботи	27.12.2020	виконано
4	Оформлення третього розділу кваліфікаційної роботи	15.01.2021	виконано

Здобувач

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Мушка А.О.

(прізвище та ініціали)

Дівізінюк М.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі вирішено *актуальне науково-прикладне завдання* щодо розробки інформаційної системи для підвищення ефективності організації пошуково-рятувальних робіт та інформування населення щодо надзвичайних ситуацій в гірсько-лісистій місцевості Закарпаття за рахунок розробки експертно-моделюючої системи.

Об'єктом дослідження є процеси авіаційного пошуку і рятування.

Предметом дослідження є моделі, алгоритми та засоби для інтелектуальної підтримки прийняття рішень щодо організації авіаційного пошуку і рятування в окремому регіоні гірсько-лісистій місцевості України.

Метою дослідження є підвищення рівня організації пошуку і рятування в складних умовах надзвичайної ситуації за рахунок розробки експертно-моделюючої системи у сфері цивільного захисту.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що *вперше* було розроблено експертно-моделюючу систему у сфері авіаційного пошуку і рятування та *удосконалено* інформаційні процеси підтримки прийняття рішень під час ліквідації надзвичайних ситуацій в окремому регіоні гірської місцевості України з використанням краудсорсингових підходів для пошуково-рятувальних служб. *Подальший розвиток отримала ідея* створення експертно-моделюючої системи, що дозволяє моделювати інциденти щодо надзвичайних ситуацій, а також залучати відповідні додаткові сили і засоби для оперативного реагування під час пошуку і рятування потерпілих.

Практична значимість одержаних результатів полягає в тому, що розроблена і доведена до практичної реалізації архітектура, топологія та методика побудови експертно-моделюючої системи щодо підтримки прийняття

рішень під час проведення пошуково-рятувальних операцій в умовах надзвичайних ситуацій в гірсько-лісистій місцевості Закарпаття.

Апробація результатів магістерської роботи пройшла на VII Міжнародній науково-технічній Internet-конференції, присвяченій сучасним методам, інформаційному, програмному та технічному забезпеченню систем керування організаційно технічними та технологічними комплексами, яка проходила 26 листопада 2020 р. (Київ, Україна).

До складу кваліфікаційної роботи входить: анотація, вступ, основна частина (3 розділи), висновки, список використаних джерел та додатки. Робота містить 98 сторінок, 2 таблиці, 31 рисунок, 4 додатки, 161 літературне джерело.

Ключові слова: експертно-моделююча система, пошук і рятування, надзвичайна ситуація.

ANNOTATION

In the qualifying work resolved *actual applied research task* of information system development to increase performance of search and rescue operations and informing civilians about emergency situations in mountain and/or forest terrain via development of expert-modeling system.

Object of research is aviation search and rescue processes.

Subject of research is models, algorithms, and tools for intellectual support of decision making of organization air search and rescue in separate region of mountain and/or forest Ukrainian territory.

Goal of research is increasing level of search and rescue organization in difficult conditions of emergency situations via developing expert-modeling system in the field of civil protection.

Scientific novelty of the obtained results is that for *the first time* was developed expert-modeling system in the field of air search and rescue and *improved* informational support processes in time of liquidation of emergency cases in separate region of mountainous terrain of Ukraine using crowdsourcing approaches for search-and-rescue emergency services.

Further development was given to idea of creating an expert-modeling system, which allows to simulate emergency incidents, and draw proper additional forces and vehicles in order to respond quickly while searching and rescuing casualties.

Practical value of obtained results is that developed and brought to practical implementation architecture, topology, and methodology of constructing an expert-modeling system of supporting of decision making during performing search-and-rescue operations in mountainous and/or forest terrain of Transcarpathia.

Approbation of master's thesis was published at the VII International Scientific and Technical Internet Conference dedicated to modern methods, software and hardware of organizational and technical systems of management, which was held on November 26, 2020 (Kyiv, Ukraine).

The qualification work includes annotation, entry, main part (3 sections), conclusions, list of used sources and applications.

Work includes 98 pages, 2 tables, 31 image, 4 applications, 161 literature sources.

Key words: expert-modelling system, search and rescue, emergency situation.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ В ГІРСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ, ЯКІ ВИКЛИКАНІ ГІДРОЛОГІЧНИМИ І МЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ ЯВИЩАМИ	9
1.1. Повені в розвинутих країнах світу	9
1.2. Наслідки катастрофічних гідрологічних і метеорологічних явищ в країнах Європейської спільноти	14
1.3. Наслідки повеней в країнах, які розвиваються.....	16
1.4. Наслідки гідрологічних і метеорологічних надзвичайних ситуацій в Україні.....	19
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ НА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ.....	22
2.1. Основні підходи до оцінки ефективності управління надзвичайною ситуацією, як складова частини процесу управління ризиками.....	22
2.2. Розроблення функціональної моделі існуючих бізнес-процесів «як є»	28
2.3. Аналіз існуючих аналогів розробки	31
2.4. Обґрунтування доцільності проектування й розробки системи	35
2.5. Концептуальна модель системи	36
2.6. Постановка задачі.....	37
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ТА АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ...	39
3.1. Прикладне програмне забезпечення розробки	39
3.2. Інформаційне забезпечення розробки	40
3.3. Алгоритмічне забезпечення розробки.....	42
3.4. Алгоритмізація функцій розробки	43
3.5. Інструкція користувача розробки.....	46
3.6. Інтеграція розробленої експертно-моделюючої системи в інформаційний простір Європейської спільноти.....	62
ВИСНОВОК	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66
ДОДАТКИ	80

ВСТУП

На жаль, в сучасному світі з використанням новітніх технологій неможливо запобігти процесам виникнення катастрофічних подій. Можливо лише з певною ймовірністю прогнозувати час їх прояву, готуватися до реагування на них з метою максимального зменшення їх руйнівних наслідків. Іншими словами, мінімізація наслідків надзвичайної ситуації - об'єктивна науково-практична задача, яка постійно виникає перед адміністративним керівництвом, вченими та практичними працівниками усіх ієрархічних рівнів ДСНС і держави.

Серед природних катастроф у гірській місцевості України найбільш підступними є гідрологічні та метеорологічні, котрі проявляються у вигляді повеней, підтоплення територій, зсувів, які призводять до руйнування осель, технічних споруд, інфраструктури, знищення матеріальних цінностей та найголовніше - до людських жертв.

Втім, на сьогодні у світі, немає жодної країни, яка б спромоглася підтримувати на належному рівні всі складові, що забезпечують її безпеку. Кожна держава ранжує критерії безпеки за своїми пріоритетами. Відповідно для вирішення задачі мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру необхідно застосовувати інформаційні технології в рамках існуючих в ДСНС сил та засобів з максимальною ефективністю.

Відповідно науково-прикладне завдання заключається в розробці інформаційної системи для підвищення ефективності організації пошуково-рятувальних робіт та інформування населення щодо надзвичайних ситуацій в гірсько-лісистій місцевості Закарпаття за рахунок розробки експертно-моделюючої системи.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ В ГІРСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ, ЯКІ ВИКЛИКАНІ ГІДРОЛОГІЧНИМИ І МЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ ЯВИЩАМИ

1.1. Повені в розвинутих країнах світу

Надзвичайні ситуації природного характеру досить поширене явище з яким людство стикається майже щоденно у різних куточках планети. Наявність розвинутою інфраструктури безпеки, яка є домінуючим фактором в провідних країнах світу, не завжди в змозі мінімізувати наслідки стихійних лих та катастрофічних подій природного характеру. Так в США щорічно проводиться прогнозно-аналітична робота яка стосується аналізу смертності у наслідок повеней [1,2], аналізу їх впливу на умови життєдіяльності населення [3,4], аналізу впливу повеней на стан довкілля та зміну рельєфу місцевості [5,6], аналізу мультиплікативної дії декількох небезпек природного характеру (смерчі, повені, селі) одночасно [7,8].

На базі отриманих даних комплексного аналізу розробляються математичні моделі які враховують кліматичні зміни [9], трансграничне поширення катастрофічних подій [10] та результатом застосування яких є отримання системи попередження про повені унаслідок торнадо [11], формування індексу ризику від повеней (FHRFI) для окремих районів місцевості [12], формування національних оглядів наявної небезпеки [13].

Незважаючи на широке залучення наукової спільноти та значних фінансових ресурсів, повені з надзвичайно високим рівнем загиблих продовжують виникати на території країни.

Так в червні 2020 року в окрузі Сент-Круа в західній Вісконсині був оголошений надзвичайний стан через велику повень [14]. Території, що зазнали значних затоплень, - це муніципалітети Кіннікіннік, Приємна долина, річка Раш, Ео-Галле, Воррен, Хаммонд, Болдуін, Спрингфілд, Ерін Прері, Смарагд, Гленвуд, Цилон та Ліс. Того ж місяця сильна злива та штормовий сплеск

спричинили затоплення в прибережних районах Луїзіани, Алабами, Міссісіпі та Флориди [15]. У травні 2020 року проливний дощ призвів до обвалу греблі Еденвілл. Незабаром вода пролилася на греблю Санфорд і далі затопила річку Тіттабавассі та навколишню територію. Довелося евакуювати понад 10 000 жителів Еденвілла, Санфорда та Мідленд-Сіті [16]. Підсумовуючи цей період року Центр прогнозування клімату NOAA констатував великі та помірні повені в 23 штатах США. Найбільш значний руйнівний повенів відзначається прогнозується для частин Північної Дакоти, Південної Дакоти та Міннесоти [17]. Втім і ніші регіони США потерпають від масштабних повеней. Так щонайменше 8 людей загинули, десятки були евакуйовані або врятовані після повені, що відбулася в деяких районах Огайо та Індіани, США, після сильних дощів [18]. Дещо подібне відбулося і у 2017 році [19]. Бурі та сильний дощ на початку 2020 року на північному заході США спонукали губернаторів штатів Вашингтон та Орегон оголосити стан надзвичайної ситуації [20]. Повені закрили дороги та призвели до евакуації в обох штатах. Мешканці, захоплені в будинках у віддалених районах округу Уматілла, були евакуйовані вертольотами Національної гвардії. Також вертольоти Національної гвардії США були задіяні і під час масштабних повеней на Алясці [21].

В деяких регіонах на штаті Нового Орлеану, постійна небезпека повеней вимагає прийняття не тривіальних заходів, як-то системи примусового дренажу. Цей підхід також є основною причиною осідання ґрунту в регіоні і зменшує значення водних шляхів та водних об'єктів району як суспільних надбань [22]. І це лише протягом 2020 року.

Не менш руйнівними за наслідками були і попередні роки. Так весняні повені [23] важко вразили сільські громади штатів Індіана, Іллінойс, Мічиган та Міссурі у 2013 році. Йдеться принаймні про трьох загиблих та десятки постраждалих. Того ж року декілька днів сильного дощу принесли повені до

частин Боулдера та північних округів Джефферсон, штат Колорадо [24], що в свою чергу стало причиною евакуації понад 1500 постраждалих.

Близько 1200 сімей довелося евакуювати із своїх будинків у Монровії, Азусі та Глендорі внаслідок повені, яка була викликана стоком з гір Сан-Габріель у 2014 році [25]. У липні 2014 року округ Бей зазнав серйозної шкоди від повені. У цей час було затоплено 600 будинків. Повені знову були наслідком рясних опадів [26]. Цього року у наслідок руйнівних прибережних повеней зазнало значних збитків місто Нью-Йорк. Що стало своєрідним анти рекордом з початку спостережень (1844 року) [27]. Сильні опади, шторми та смерчі вразили кілька штатів на півдні у 2014 році. Найсильніше постраждали Алабама та Міссісіпі. Кількість загиблих сягнула 2 чоловік понад 1700 чоловік було евакуювало [28].

Прикладом постійного негативного втручання стихійних лих, що призводять до катастрофічних повеней можна вважати штат Луїзіана. Лише у 2014 році (за звітом FEMA) керівництво штату використало 812 мільйонів доларів для зменшення наслідків катастроф, у наслідок ураганів Катріна та Ріта (2005), Густав (2008) та Айке (2008), а також менш катастрофічних повеней в період між 2009 та 2011 роками [29, 30].

У 2015 році повені залишили 1 чоловіка загиблим та викликали необхідність застосування понад 20 аварійно-рятувальних вертольотів після великої кількості опадів на південному сході Техасу [31]. Цього ж року сталася історична повень в Техасі та Оклахомі - загинули щонайменше 23 людей, дев'ять людей пропали безвісти. Рятувальні групи витягли понад 100 людей із повеней [32]. Також цього року повені в штаті Юта забрали 18 життів, 2 зникли безвісти [33]. Відповідно Геологічна служба США (USGS) зазначає, що затоплення річок Арканзасу в грудні 2015 року було одне з найгірших, що спостерігаються з 1990 року [34].

Наступний 2016 рік відзначився інцидентом із затопленням водами під час навчань у Форт Гуд, штат Техас та загибеллю 9 солдатів, що призвело до загальної кількості загиблих під час повеней у Техасі до 15 осіб [35].

Повені та сувора погода вплинули на південь та центральну частину США у лютому 2018 року, коли ріки перелилися в частинах Західної Вірджинії та Огайо. 6 чоловік загинуло. Вища стадія затоплення фіксувалася у 315 місцях [36].

Країна яка знаходиться північніше США, а саме Канада також дуже часто потерпає від руйнівних повеней. Так весняні повені, що відбулися в кінці квітня та травня 2019 року в Онтаріо, Квебеку та Нью-Брансвіку, спричинили страховий збиток близько 208 мільйонів доларів [37]. У 2013 анти рекорд щодо збитків встановила повень у місті Калгарі (понад 150 мільйонів доларів) [38]. Тисячі людей були евакуйовані в Британській Колумбії, після великих повеней у провінції, які відбулися у травні 2018 року [39]. У вересні 2017 року Бюро страхування Канади (IBC) повідомило, що дві значні повені в Східному Онтаріо та Західному Квебеку призвели до страхового збитку понад 223 мільйони доларів США [40]. У тому ж році в наслідок повені в провінції Квебек постраждали 146 міст, затоплені 2429 будинків, евакуйовано 1520 людей та закрито 427 доріг. Згідно з даними Національної оборони Канади, близько 1200 військовослужбовців та 12 вертольотів були розгорнуті для евакуації людей [41]. Узагальнена інформація щодо наслідків повеней в Канаді за останні 10 років наведені у звіті Центру неушкодженої кліматичної адаптації в Університеті Ватерлоо [42].

Руйнівний характер мають повені і на території КНР. Так у наслідок повені у липні 2020 року [43] принаймні 3 людини загинули, а 10 000 були евакуйовані в гірській місцевості округу Тонгзі. Було знищено близько 10 та пошкоджено понад 1000 будинків, а також 715 га посівів. У цьому році у

наслідок повені у автономному регіоні Гуансі Чжуан на півдні Китаю, загинуло 6 людей, 1 мільйон людей постраждали та 146 900 було переселено [44].

На рік раніше у наслідок повені, яку викликав тайфун Лекіма 32 людини загинули, а понад мільйон покинули свої будинки [45]. Того ж року сильні зливи зачепили 21 округ семи міст Гуансі, спричинивши повені та зсуви. Пошкоджено понад 9 000 га сільськогосподарських культур та знищено 185 будинків. Всього постраждало 200 000 людей, 7 загинуло [46].

Повені та зсуви, спричинені сильним дощем у серпні 2018 році, спричинили загибель та руйнування на півночі Китаю. Загинуло щонайменше 9 людей [47]. У тому ж році Сильний дощ від тайфуну Евініара спровокував зсуви в місті Юньфу, спричинивши обвал будинків, внаслідок яких загинуло п'ятеро людей, в безпечні місця евакуювали 73 000 людей [48]. У травні 2017 році, повені зачепили райони провінцій Фуцзянь, Цзянсі, Хубей, Хунань, Гуансі, Чунцін, Гуйчжоу та Юньнань. Було зафіксовано 4 випадки смерті [49]. Липень 2017 року сильний дощ у частинах центрального та південного Китаю спричинив повені та зсуви, зачепивши 11 провінцій та близько 9,5 мільйонів людей [50].

У наслідок сильного дощу, зсувів та повені на півночі країни у 2016 році постраждали від 10 провінцій. Всього 164 людини загинули, 125 зникло безвісти. Понад 125 000 будинків були зруйновані, 344 000 будинків залишилися пошкодженими. Понад півмільйона людей евакуювано [51]. Унаслідок смертельних повеней у цих провінціях у 2015 року загинуло 7 людей [52]. Узагальнена інформація щодо наслідків повеней в КНР за останні 10 років наведені у роботах [53,54], узагальнені рекомендації вчених у роботах [55, 56].

Таким чином, в провідних країнах світу дії рятувальних сил в період повені характеризуються своєчасністю прибуття та використанням сучасних засобів рятування - спеціалізованих вертольотів. Втім позбавлення ініціативи адміністративного апарату, застарілі інструкції та протоколи призводять до

невчасного сповіщення щодо існуючої небезпеки, затримками евакуації і як наслідок до загибелі людей.

1.2. Наслідки катастрофічних гідрологічних і метеорологічних явищ в країнах Європейської спільноти

Населення країн Європейської спільноти також постійно потерпає від впливу непогоди та повеней, які викликані гідрологічними та метеорологічними явищами.

Так у червні 2020 року сильні зливи, які дорівнювали 2 місячній нормі спричинили сильну повень на Корсиці, Франція [57]. Лютий 2020 року – руйнівна повень в Люксембурзі [58]. Грудень 2019 року руйнівні повені в Португалії та на півночі Іспанії. Близько 70 людей були евакуйовані [59]. Листопад 2019 року Сильна повінь у південно-східній Франції залишила щонайменше 4 людини загинуло [60]. Жовтень 2019 року сильні бурі та проливні дощі обрушилися на південні частини Франції, понад 1000 людей було евакуйовані [61].

Сильний дощ близько у листопаді 2018 року спричинив повені та зсуви в частинах східної Іспанії та півдня Франції, понад 1500 було евакуйовані [62]. Щонайменше 11 людей загинули в жовтні 2018 року в Італії після штормів, які пронеслися по частинах південної Європи. Повені зачепили також територію Хорватії, Словенії, Боснії, Франції та Швейцарії [63]. Серпень 2018 – велика повень у Франції, евакуйовані понад 1600 чоловік [64]. Літо 2018 року повені у частини північної Франції, понад 100 будинків затоплено [65]. Червень 2018 року – Північна Іспанія в наслідок повені загинуло 8 чоловік [66]. Травень 2018 року гроза та сильний дощ спричинили повені у регіоні Фогтланд у Саксонії, Німеччина. Служби надзвичайних ситуацій відреагували на понад 200 закликів про допомогу у містах Адорф, Бад-Ельстер та Елсніц [67]. Січень 2018 року, сильні повені в Палермо, Сицилія [68]. Січень 2018 року - Поліція Парижу

заявляє, що затоплення вздовж річки Сени, постраждало 240 комун у передмісті та околицях французької столиці [69].

Роком раніше. Лютий 2017 року. Сильний дощ, до 200 мм у деяких районах, спричинив затоплення у частинах регіону Оксітанія на півдні Франції [70], мали місце 77 000 страхових претензій [71]. Аналітична інформація щодо повеней наведена у роботі [72].

Інші регіони Європи також потерпали від повеней у цей час. Так у лютому 2020 року, сильний дощ, який приніс Шторм Денніс, спричинив затоплення по всій Великобританії, а річки в Англії та Уельсі досягли рекордних рівнів [73, 74]. Аналітична інформація щодо наслідків повеней на півночі Європейського регіону наведена у роботі [75].

Країни Європейського регіону, які розвиваються також потерпали від лиха повеней та непогоди. Так щонайменше 2 загинули під час повені та зсувів у районі Чаєлі провінції Різе на північному сході Туреччини у 2020 році [76]. Липень 2020 року сильні повені на території Болгарії [77]. Червень 2020 року – на території Польщі [78], Сербії [79], Угорщини [80], Чехії [81].

Роком раніше сильні повені виникли на території: Австрії, внаслідок чого 2 людини постраждали та 1 загинула [82]; Греції, 22 людини врятувані з використанням вертольотів [83], аналітика щодо наслідків повеней на території Греції наведена у роботі [84]; Швеції, затоплення міста Гетеборг [85]; 1 людина зникла безвісти, а понад 150 були евакуйовані після сильних дощів, які спричинили зсуви, повені та потоки сміття в південно-західній Норвегії [86]; сильні повені завдали великої шкоди у районі Валь-де-Руз, кантон Невшатель, у західній Швейцарії [87]; сильна злива спричинила сильне затоплення у частинах східної Польщі [88]; 8 людей були врятовані від повеней, а понад 260 евакуйовані в 6 повітах Румунії [89].

Не менш руйнівними були наслідки повеней у цих країнах на протязі попередніх років. Листопад 2018 року, Греція понад 600 евакуйованих [90]. Сотні людей були евакуйовані у липня 2018 року після повені, яка охопила територію гірського району Татри на півночі Словаччини після двох днів сильного дощу [91]. 2285 га землі опинилися під водою внаслідок повені у Албанії [92] у березні 2018 року, що стало своєрідним анти рекордом після повеней у листопаді 2017 року та грудні 2016 року [93, 94]. Вересень 2017 року повені на території Польщі, понад 125 000 постраждалих [95]. Вересень 2016 року руйнівні повені в Македонії, понад 10000 постраждалих [96].

Таким чином, відсутність скоординованих дій рятувальних сил різних країн в Європейському регіоні призводять до людських втрат в наслідок катастрофічних гідрологічних і метеорологічних явищ в країнах Європейської спільноти. В той же час використання рятувальних вертольотів виявляється одним з найбільш ефективних засобів рятування, евакуації та доставки необхідного рятувального спорядження та вантажів в екстремальних погодних умовах.

1.3. Наслідки повеней в країнах, які розвиваються

Території та населення країн постійно потерпає від впливу непогоди та повеней, які викликані гідрологічними та метеорологічними явищами. Інтенсивність та широта їх розподілу по країнам різних регіонів зростає з кожним роком. Лише за проміжок 2020 року сильні повені відбулися у більшості країн, що розвиваються.

Так у липні у провінції Західна Папуа, Індонезія 3 людини загинули та 3 постраждали, у наслідок повені який спричинив зсув, після сильного дощу [97]. Затоплення в штаті Біхар на північному сході Індії. Повені зачепили понад 200 000 людей у 8 районах [98]. Бангладеш - друга хвиля затоплення охопила величезні території і зачіпаючи майже 1,4 мільйона людей у 15 районах [99].

Індонезія - сильний дощ, який викликав повені та зсуви в декількох провінціях, призвів до щонайменше 17 загиблих та понад 40 зниклих безвісти [100]. Двоє людей загинули в наслідок повені після проливного дощу в Південній Кореї [101]. Пакистан - 2 загиблих, евакуйовані мешканці понад 5000 осель [102]. Понад 250 людей були переселені внаслідок повені в центральній штаті Негері Сембілан Малайзії [103]. 47 людей загинули, а майже 50 зникли безвісти після сильних мусонних опадів, які спровокували повені та зсуви в Непалі [104].

Національне агентство з управління надзвичайними ситуаціями Монголії (NEMA) повідомило, що у кількох частинах країни 8 людей загинули під час швидких повеней [105]. NEMA також повідомила, що 2360 будинків були затоплені в провінції Зуунмод, в провінції Тев (затоплені 209 будинків), частини провінції Хьовсгель (253), включаючи Мурун, та Херлен у провінції Хенті (1971). Підтоплення завдало шкоди худобі: 7 000 тварин загинули під час повені.

Понад 160 людей загинули після масового зсуву внаслідок повені в шахті з нефриту в штаті Качин, північна М'янма [106].

Червень 2020 року. Таїланд - Сильні повені завдали шкоди в північних провінціях Фаяо, Уттарадіт, Лео, Удон-Тані і Каласін та південній провінції Сурат-Тані. DDPM повідомив, що загалом пошкоджено понад 300 будинків, постраждало 1600 людей [107]. Повінь знову вдарила в Ємені, що призвело до широкомасштабних матеріальних збитків та загиблих людей. Щонайменше 9 людей загинули, а близько 130 людей були евакуйовані [108].

Травень 2020 року. Три людини загинули під час швидкого затоплення в провінції Омана. Влада також евакуювала близько 100 людей та доставляла їжу жителям, що перебувають у селах на околицях Салали [109]. Принаймні 2 людини загинули в наслідок повені на Шрі-Ланці [110]. Загалом 1868 людей постраждали в районі Кегалле. Дев'ять будинків зруйновано та 391 пошкоджено.

Квітень 2020 року. Щонайменше 3 людини загинули і 4 пропали безвісти внаслідок повені на півночі Лаосу [111]. Офіс ООН з координації гуманітарних питань (ОСНА) повідомив, що 18 провінцій Ірану потерпали від повені. Наслідки 7 жертв та 2534 людини врятовано, а понад 300 переміщено [112].

Березень 2020 року. Афганське управління по боротьбі з природними катастрофами (ANDMA) заявило, що 11 людей загинули під час швидких повеней по всій країні. П'ятнадцять людей постраждали, зруйновано близько 288 будинків, 400 пошкоджено та пошкоджено близько 500 га землі [113]. За даними Громадянської ради Сирії, 7 людей загинули, а кілька тисяч людей були врятовані під час повені та сильного дощу [114]. Звичайний дощ спричинив затоплення у частинах північного та центрального Іраку. Щонайменше 5 людей загинули після повені, спричинивши обвал будинку в Діялі [115].

Не менш руйнівними були наслідки і у африканському регіоні.

Червень 2020 року. Десятки будівель були пошкоджені після швидкого затоплення в штаті Лагос, Нігерія [116]. Кот-Д'Івуар. Національне управління цивільного захисту (ОНПК) заявило, що в наслідок повені, під грязюкою та сміттями виявлено 13 тіл [117]. Гана. Повінь залишила 1 загиблого та 2 зниклих безвісти [118].

Травень 2020 року. Щонайменше 3 людини зникли безвісти, імовірно, загинули після проливного дощу, який спричинив затоплення в Бангуй, столиці Центральноафриканської республіки. Загалом постраждало понад 10000 чоловік [119]. 8 людей загинули внаслідок повені у Західному регіоні Уганди [120]. Сильний дощ спричинив повені на північному заході Алжиру, пошкодивши будинки та забравши життя 1 людини [121].

Квітень 2020 року. Міжнародна організація з міграції (МОМ) повідомляє, що понад 10 000 людей були переселені зі своїх домівок після сильних дощів та повеней у декількох провінціях Бурунді [122]. 237 життів загинули через повені

Кенії. Загалом по всій країні постраждали 161 000 домогосподарств (понад 800 000 осіб) [123]. Повені зачепили широкі райони Сомалі. Управління ООН з координації гуманітарних питань (ОСНА) зазначає, що 16 людей загинули, 546,103 постраждали та 216,895 були переселені [124]. 12 людей загинули під час зсуву, внаслідок сильної повені в Ефіопії [125]. Після сильних опадів та стрімкої повені, тисячі будинків на майданчику Майангама (розташована в окрузі Гранде Сідо, провінція Моєн-Шарі, Чад) були пошкоджені, змусивши 430 домогосподарств з 2062 осіб покинути свої зруйновані будівлі [126].

Таким чином, великі людські жертви в наслідок повеней в країнах, які розвиваються обумовлені, з одного боку, відсутністю в достатній кількості рятувальних сил та засобів, з іншого, несвоєчасністю оповіщення населення щодо настання катастрофи в далеких регіонах країн.

1.4. Наслідки гідрологічних і метеорологічних надзвичайних ситуацій в Україні

Україна також неодноразово потерпала від повеней в окремих регіонах гірської місцевості. Слід зазначити, що Закарпаття через своє географічне положення належить до паводконебезпечних регіонів Європи [127, 128]. Нині паводкові ситуації в області повторюються до 8 разів на рік [129]. Так лише за часи незалежності маємо декілька найпотужніших повеней в Європі [130].

Листопад 1998 року. Після сильних дощів на Закарпатті розлилися Тиса, Тересва, Тересва, Боржава, Латориця. Наслідки: загинуло 17 осіб; підтоплено понад 120 населених пунктів; в зоні стихійного лиха опинилася третина населення області - це приблизно 350 тис. чоловік; відселені із зони стихійного лиха понад 20 тис. осіб; зруйновано понад 2,5 тис. будинків, підтоплені понад 40 тис. осель; знищені 12 мостів, 48 - пошкоджені; зруйновані майже 50 км доріг, пошкоджені - понад 700 км; зруйновані 2,4 км залізниць, пошкоджені - понад 3 км; виведені з ладу 18 водозаборів, 28 каналізаційних насосних станцій, 20 очисних споруд та 45 котелень. Збитки сягнули 822 млн. грн. [131,132].

Березень 2001 року. Через сильні зливи в басейні річок випало більше 300 мм опадів. До речі, саме повені 1998 і 2001 років зруйнували єдиний в Європі і один з двох в світі музеїв лісосплаву на Чорній ріці. Наслідки: загинуло 9 осіб; підтоплено 255 населених пунктів, понад 33 тис. будинків; знеструмлені 98 населених пунктів, через що майже 14 тис. осіб були евакуйовані; зруйновані майже 2 тис. осель; знищено 6 і пошкоджено 17 мостів. Збитки від стихії сягнули понад 317 млн. грн. [133, 134].

Також однією з найбільших за всю історію Західної України вважають повінь у липні 2008 року. Тоді після сильних дощів річки регіону вийшли з берегів. Зонами надзвичайної ситуації було оголошено 6 областей: Львівську, Івано-Франківську, Тернопільську, Чернівецьку, Закарпатську, і Вінницьку. Також постраждали південні райони Хмельницької області. Наслідки: загинуло 39 осіб; підтоплені понад 40 тис. будинків; затопило понад 800 га сільськогосподарських угідь; пошкоджено 360 автомобільних і 561 пішохідний міст. Збитки від стихії сягнули 3-4 млрд. грн. [135, 136].

Червень-липень 2010 року. Від повені, викликаній сильними дощами, тоді постраждала не тільки Західна Україна, але і Польща, Чехія, Словаччина, Угорщина, Австрія та Сербія. На території Львівської, Івано-Франківської та Закарпатської областей пішли під воду 20 населених пунктів. Тільки селах Мукачівського району повінь завдала збитків майже на 12 млн. грн. [137, 138].

Червень 2020 року. У Карпатах за кілька днів було зруйновано більше 100 кілометрів автодоріг і 90 мостів, обірвано сполучення з десятками населених пунктів, щонайменше троє загиблих [139, 140].

Таким чином, наслідки гідрологічних та метеорологічних надзвичайних ситуацій в Україні, як і у інших країнах світу, призводять до людських жертв. Це виникає у наслідок не тільки відсутності своєчасного оповіщення, відсутності достатньої кількості сил та засобів у відповідному місці зони лиха, але і у наслідок відсутності на цей час відповідного методичного забезпечення заходів з

використання сучасних рятувальних засобів - пошуково-рятувальних вертольотів.

Відповідно задача дослідження полягає у розробці методики вирішення логістичної задачі із забезпечення процесу ліквідації надзвичайної ситуацій в окремому регіоні гірської місцевості України за допомогою експертно-моделюючої системи.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ НА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ

2.1. Основні підходи до оцінки ефективності управління надзвичайною ситуацією, як складова частина процесу управління ризиками

Ризик - це характеристика ситуації, що має невизначеність результату при обов'язковій наявності несприятливих наслідків [141]. Йти на ризик, тобто мати на увазі можливу небезпеку або діяти навмання в надії на щасливий результат.

Слово «ризик», на думку М. Фасмера, є запозиченим із французької та італійської мов, які, в свою чергу, запозичили його з давньогрецької мови від слова, що означає скеля або підніжжя гори. Звідси термін «ризикувати» перекладається з французької та італійської як «лавірувати між скель» [142].

Одні автори термін «ризик» застосовують до реального явища (ризик пожежі, ризик автомобільно-транспортної пригоди), інші - до моделі реального явища, побудованої за допомогою тих чи інших математичних засобів, наприклад, апарату теорії ймовірностей і математичної статистики, теорії нечітких множин, інтервальної математики.

«Ризик - це небажана можливість» [143]. Відповідно термін «ризик» застосовується для опису реальних подій. «Ризик - ймовірність виникнення збитків або недоотримання доходів у порівнянні з прогнозованим варіантом» [144]. У цьому випадку термін «ризик» використовується в процесі моделювання реальної події з допомогою теорії ймовірностей. Іноді це створює плутанину.

Досить типовим є наступне визначення [145], яке застосовується при розробці автоматизованих систем прогнозування і запобігання пригод на авіаційному транспорті. Ризик - це міра кількісного багатокomпонентного вимірювання небезпеки з включенням величини збитку від впливу загроз для

безпеки, ймовірності виникнення цих загроз і невизначеності в величині збитку і ймовірності. Автори цієї статті відзначають, що при виконанні проекту вони на кожному етапі вибирають свій, найбільш прийнятний опис ризику. На першому етапі вони змушені зупинитися на ймовірнісно-статистичній моделі ризику, яка характеризується ймовірністю реалізації небезпеки і описом випадкового збитку його математичним очікуванням. Використання квантилів функції розподілу випадкової шкоди, а також моделей оцінки, аналізу та управління ризиками на основі теорії нечітких множин та статистики інтервальних даних є предметом розгляду на наступних етапах виконання проекту.

Проблема обліку безповоротних людських втрат і втрат, пов'язаних з нанесенням шкоди здоров'ю людей, вирішується шляхом звернення до даних страхових компаній. Кожним проектом також передбачено моніторинг прийнятих в авіакомпанії, яка замовляє автоматизовану систему, використовуваних показників рівня безпеки польотів із забезпеченням автоматизованої процедури розрахунку їх поточних значень.

Ризик порівняно рідко пов'язаний з діяльністю суб'єкта. Об'єктами ризику можуть бути матеріальні об'єкти, майнові чи інші інтереси, життя і здоров'я людини, навколишнє середовище. Сучасна ситуація в теорії ризиків характеризується тим, що переважна частина робіт по оцінці, аналізу та управління ризиками відноситься до тієї чи іншої конкретної області, наприклад, ризику випуску дефектної продукції, ризикам конкурентного оточення, безпеки польотів, ризиків персоналу, промисловим аваріям, екологічної безпеки, терористичним ризиків, тощо.

В роботі [146] описані основні її складові - єдині методи моделювання і опису ризику, аналізу характеристик ризику, управління ризиком. Наявність загальних підходів, понять і термінів, моделей, оптимізаційних постановок управління, що дозволяє будувати базові основи теорій ризику в конкретних областях, і означає існування єдиної теорії ризику. Виділення єдиної теорії

ризикі дозволяє одноманітно розвивати його приватні теорії. Тут також наведено класифікацію ризиків, умовно розділених на шість груп:

- 1) Планетарні ризики, які виникають на рівні планети Земля в цілому.
- 2) Глобальні ризики, що виникають на рівні однієї або декількох держав.
- 3) Фінансові ризики.
- 4) Комерційні ризики - ризики на рівні безпосереднього оточення окремої компанії.
- 5) Виробничі (внутрішні) ризики.
- 6) Особисті ризики.

Для оцінки ризику необхідно визначити можливість настання небажаної події та шкоду, породжений ризиком. У рамках ймовірнісної моделі - оцінка можливості настання небажаної події зводиться до обчислення ймовірності, тобто оцінка можливості виникнення ризику є безрозмірною величиною, яка приймає значення від 0 до 1.

Нехай величина збитку, породженого ризиком, описується випадковою величиною X з функцією розподілу $F(x) = P(X < x)$, де x - дійсне число, а $P(X < x)$ - ймовірність випадкової події.

Оскільки випадкова величина X інтерпретується як величина збитку, то вона є не меншою за нуль випадковою величиною [147]. Залежно від припущень про властивості функції розподілу $F(x)$ імовірнісні моделі ризику діляться на параметричні і непараметричні [148].

У першому випадку мається на увазі, що функція розподілу входить в одне з відомих сімейств розподілів - нормальне (гаусове), експоненціальне або інше. Однак зазвичай таке припущення є недостатньо обґрунтованим, так як реальні дані виходять за рамки заздалегідь заданого сімейства. Тоді необхідно застосовувати непараметричні статистичні методи, які не припускають, що

розподіл збитку взято з того чи іншого математичного сімейства. При використанні непараметричних статистичних методів зазвичай роблять припущення, що функція розподілу $F(x)$ є безперервною функцією числового аргументу x [149].

Часто говорять, що оскільки величина збитку залежить від багатьох причин, то вона повинна мати так званий нормальний розподіл. Це твердження не досить коректно. Все залежить від способу взаємодії причин.

Якщо причини діють адитивно, викликані ними ефекти складаються, то, дійсно, в силу Центральної граничної теореми теорії ймовірностей є підстави використовувати нормальний (гаусів) розподіл.

Якщо ж причини діють мультиплікативно, значить, викликані ними ефекти перемножуються, тоді в силу тієї ж Центральної граничної теореми теорії ймовірностей варто наближати розподіл величини збитку X за допомогою логарифмічного нормального розподілу.

Якщо ж основний вплив має «слабка ланка» - заздалегідь відомий набір параметрів, то згідно теореми, доведеною академіком АН УРСР Б. В. Гнеденко, слід описувати зміни величини збитку X за допомогою розподілу з сімейства Вейбулла-Гнеденко. Можливо також використання двох інших типів граничних розподілів крайніх членів варіаційного ряду [150].

Розглянемо ситуацію, коли можлива величина збитку, пов'язаного з ризиком, описується функцією розподілу $F(x) = P(X < x)$.

Зазвичай намагаються звести функцію, залежну від великої кількості параметрів, до функції з мінімальним числом змінних, шляхом введення постійних величин, які прямо або побічно характеризують процес. З цією метою для дослідження позитивної випадкової величини (величини збитку) часто розглядають такі її числові характеристики, як математичне очікування, медіана,

квантилі, тобто значення $x = x(a)$, при яких функція розподілу досягає певного значення a . Іншими словами, значення квантилі $x = x(a)$ знаходиться з рівняння $F(x) = a$.

Крім цього, використовуються наступні числові характеристики випадкової величини, як дисперсія (σ^2 , середньоквадратичне відхилення (квадратний корінь з дисперсії (σ), коефіцієнт варіації (відношення середньоквадратичного відхилення до математичного сподівання), лінійна комбінація математичного очікування і середньоквадратичного відхилення (наприклад, правило трьох сигм), математичне сподівання функції втрат і т. д. [147-150]. Тоді задача оцінки збитку може зводитися до аналізу тієї чи іншої з перерахованих вище характеристик.

Найчастіше оцінку проводять за емпіричними даними (за вибіркою величин збитків, відповідних тим, що сталися раніше у аналогічних випадків). При відсутності емпіричного матеріалу слід використовувати експертні оцінки. Найбільш обґрунтованим є модельно-розрахунковий метод, який спирається на моделі управлінської, економічної, соціально-психологічної, еколого-економічної ситуації, що дозволяє розрахувати характеристики збитку.

Якщо модель ризику будується в термінах теорії нечітких множин, то ризик моделюється нечіткою безліччю, а його оцінка - та чи інша характеристика цієї множини так само є нечітка множина [151, 152].

Нехай $X = \{x\}$ - універсальна множина, тобто безліч, що охоплює всю проблемну область. Нечітке безліч $A \subseteq X$ являє собою набір пар $\{(x, \mu^A(x))\}$, де $x \in X$ і $\mu^A : X \rightarrow [0,1]$ - функція приналежності, яка представляє собою деяку суб'єктивну міру відповідності елемента x нечіткій множині A .

Величина $\mu^A(x)$ може приймати значення від нуля, який позначає абсолютну неналежність, до одиниці, яка, навпаки, говорить про абсолютну приналежності елемента x нечіткій множині A . Іноді зручно розглядати значення $\mu^A(x)$ як ступінь сумісності елемента x з розмитим поняттям, представленим нечітким безліччю A . Часто нечітку множину $A \subseteq X$ і його функцію приналежності $\mu^A(x)$ розглядають як взаємозамінні поняття. Якщо безліч $[0,1]$ замінити на $\{0,1\}$, то функція приналежності буде являти собою характеристичну функцію звичайної (не нечіткої) безлічі.

Опис ризику за допомогою імовірнісних моделей на перший погляд відрізняється від опису за допомогою нечітких інтервальних моделей, оскільки вони по-різному формалізують невизначеність. У теорії ймовірностей розглядається статистична невизначеність, наприклад, «ймовірність браку деталі дорівнює 0,1». Теорія нечітких множин націлена на роботу з лінгвістичної невизначеністю, наприклад, «висока частка браку». Причому остання називається лінгвістичної змінної, яка може приймати значення фраз з природної або штучної мови. Так, лінгвістична змінна «температура» може приймати значення «висока» і «низька». Фрази, значення яких бере змінна, в свою чергу, є іменами нечітких змінних і описуються нечітким безліччю. Однак теорія нечітких множин може бути зведена до теорії випадкових множин і тим самим - до теорії ймовірностей.

Для оцінки значень невідомих змінних іноді зручно використовувати методи статистики інтервальних даних. За їх допомоги можна, наприклад, оцінити розмір інфляції [149]. Ці методи добре підходить і для оцінки ризиків [153]. В рамках інтервальної парадигми під ризиком для обраного критерію ефективності розуміється можливість отримання негативного результату, оцінювана числом r , яке може набувати значень від нуля до одиниці, тобто $0 \leq r \leq 1$. Поняття можливості аналогічно поняттю ймовірності, але не

спирається на гіпотезу про випадковість і не передбачає завдання щільності ймовірності на інтервалі невизначеності.

Таким чином, між процесом управління надзвичайною ситуацією і процесом управління ризиками настання катастрофічної події можна поставити знак рівності. Управління цим процесом (суб'єкти управління) покликані здійснювати керівники підприємств та адміністративних територій, компетентні територіальні органи та державні служби.

2.2. Розроблення функціональної моделі існуючих бізнес-процесів «ЯК Є»

Метою створення функціональної моделі процесу є точна специфікація всіх функцій, здійснюваних в рамках процесу вищого рівня ієрархії, а також характеру взаємозв'язків між ними. Функціональна модель дозволяє чітко визначити розподіл ресурсів між операціями ділового процесу, що дає можливість оцінити ефективність їх використання [154].

За допомогою CASE-засобу AllFusion ERwin Process Modeler було розроблено модель AS-IS. Контекстна діаграма «Авіаційний пошук і рятування» є вершиною деревовидної структури діаграм і являє собою найбільш загальний опис системи [Додаток А, рис. А.1]. Декомпозиція діаграми першого рівня представлена послідовністю наступних основних функцій [Додаток А, рис. А.2].

IDEF3 - це метод, який має основною метою дати можливість аналітикам описати ситуацію, коли процеси виконуються в певній послідовності, а також описати об'єкти, які беруть участь спільно в одному процесі. Зазвичай застосовується для побудови процесів нижнього рівня і може використовуватися при декомпозиції блоків процесу IDEF0 [155].

На відміну від IDEF0 дана нотація не підтримує відображення «механізмів» і «управління», зате відображає черговість виконання робіт персоналом.

Вхідними даними для реалізації діяльності є:

- Вхідна інформація.

Дана діяльність виконується під управлінням:

- Інструкції взаємодії;
- Система АПІР;
- Система ЦЗ.

Механізмами виконання зазначених функцій є:

- Організаційні підрозділи;
- Пошукові сили;
- Рятувальні сили.

Результатами діяльності є:

- Рятування постраждалих.

Декомпозиція діаграми першого рівня представлена послідовністю наступних основних функцій:

- Дії органів управління пошуком;
- Пошук;
- Рятування.

Декомпозиція функції «Дії органів управління» представлена в нотації IDEF3 див. [Додаток А, рис. А.3]:

- Перевірка інформації;
- Визначення стадії;
- Стадія невизначеності;
- Інформація про ПС;
- Метео і ПЕ;

- Доповідь прийняття рішення;
- Стадія тривоги;
- Готовність 1;
- Доповідь прийняття рішення;
- Стадія лиха;
- Розрахунок зони пошуку;
- Використання сил;
- Визначення координатора;
- ОГ підсилення;
- Перехід в ЧР.

Декомпозиція функції «Пошук» представлена в нотації IDEF3 див. [Додаток А, рис. А.4]:

- Місце аварії;
- Визначення засобів та області;
- Оцінка умов пошуку;
- Розподіл на підрайони;
- Вибір схеми пошуку;
- Розподіл пошукових засобів;
- Планування координації дій на місті;
- Початок операції;
- Перехід до рятування.

Декомпозиція функції «Рятування» представлена в нотації IDEF3 [Додаток А, рис. А.5]:

- Визначення способу рятування;
- Вибір засобів;
- Доставка рятувальників і обладнання;

- Виявлення живих;
- Рятування постраждалих.

2.3. Аналіз існуючих аналогів розробки

Головною ціллю даної роботи є розробка експертно-моделюючої системи прийняття рішень під час проведення пошуково-рятувальних операцій під час надзвичайних ситуацій в гірсько-лісистій місцевості Закарпаття для надання користувачам даної системи інформацію про інциденти щодо надзвичайних ситуацій, які відбуваються на території Закарпатської області, крім цього було розроблено інформаційну систему з метою автоматизації та оптимізації зберігання, редагування та обробки даних, що надходять з відповідних сигналів, інформаційних постів, тощо.

Розглянемо декілька систем аналогів, що могли б задовольнити потреби замовника даної системи.

2.3.1. Автоматизована інформаційно-вимірювальної системи АІВС-“Тиса”

АІВС-“Тиса” – це система оперативного прогнозування гідрографів паводків на ріках басейну за допомогою спеціального математичного, інформаційного і програмного забезпечень. Основною ціллю, якої є підготовка достовірної прогнозної інформації про параметри паводку і передача її в автоматичному режимі відповідним службам оповіщення і протипаводковим підрозділам; видача рекомендацій для прийняття управлінських рішень по безаварійному пропуску паводків[156].

Основними функціями є:

- прогнозування дощових, тало-дощових і селевих паводків;
- контроль параметрів та прогнозування якості природних і скидних вод;

- прогнозування зон затоплення і можливих збитків від затоплення дощовими, тало-дощовими і селевими паводками;
- розробка оперативних планів протипаводкових заходів.

Переваги:

- отримання необхідної інформації, незалежно від місця знаходження;
- он-лайн інформування;
- полегшення контролю за рахунок прогнозування щодо паводків;
- модульного підключення системи до інших платформ.

Недоліки:

- вузький спектр інформування щодо надзвичайної ситуації;
- не включає в себе використання сучасних API протоколів.
- неадаптивна система під різні платформи використання.

2.3.2. Геоінформаційна система охорони здоров'я Закарпатської області

Геоінформаційна система охорони здоров'я Закарпатської області - це спеціалізований медичний картографо-аналітичний ресурс моніторингу та попередження надзвичайної ситуації у межах Закарпатської області, який призначений для збору, збереження, накопичення, аналізу та відображення актуальної інформації про поширення вірусних інфекцій на території міста[157].

Основними функціями є:

- реєстрація інцидентів, аудитів устаткування та інструментів;
- візуалізація даних про поширення пандемії/надзвичайної ситуації;
- можливість прокладання коротких маршрутів спецтранспорту;
- прогнозування та аналітика можливих наслідків;
- збереження просторових даних про територію.

Переваги:

- он-лайн інформування.
- модульного підключення системи до інших платформ.

Недоліки:

- вузький спектр інформування щодо надзвичайної ситуації;
- немає прямого реагування щодо усунення надзвичайної ситуації;
- немає функціонал прямого підключення сил реагування на надзвичайну ситуацію.

2.3.3. Інформаційно-аналітичний додаток планування ресурсів ДСНС України

Інформаційно-аналітичний додаток планування ресурсів ДСНС України – додаток забезпечує процес ліквідації наслідків надзвичайної ситуації природного характеру в окремому регіоні гірської місцевості України в інформаційному полі пошуково-рятувальних служб країни Європейської спільноти. Даний додаток дозволяє забезпечити повноцінний обмін даними та забезпечити інформаційну підтримку діям з координації спільних зусиль направлених на мінімізацію наслідків трансграничної катастрофічної події природного характеру[158].

Основними функціями є:

- створення інцидентів щодо надзвичайних ситуацій;
- аудитів устаткування та інструментів структурних підрозділів ДСНС України;
- взаємодія з структурними підрозділами ДСНС України;
- можливість реагування на зареєстрований інцидентів підключаючи відповідні сили реагування.

Переваги:

- швидке реагування на надзвичайну ситуацію підключеною силою реагування з подальшим усуненням наслідків;
- детальна звітна документація щодо надзвичайної ситуації;
- широкий спектр інформування та реагування щодо надзвичайної ситуації.

Недоліки:

- неадаптивна система під різні платформи використання;
- немає функції онлайн оповіщення щодо надзвичайної ситуації населення;
- немає можливості підключення системи до інших платформ;
- не включає в себе використання сучасних API протоколів.

2.3.4. Порівняння систем аналогів

Результати порівняння систем аналогів наведені у табл. 2.3.1.

Табл. 2.3.1. Порівняння систем аналогів.

Критерії оцінки	AIBC – “Тиса”	Геоінформаційна система охорони здоров’я Закарпатської області	Інформаційно- аналітичний додаток планування ресурсів ДСНС України
1	2	3	4
Представлення інформації щодо надзвичайної ситуації	+	+	+
Комунікація з держ. установами щодо вирішення питань з надзвичайних ситуацій	+	-	+

1	2	3	4
Широкий спектр збору інформації (використання різних джерел інформації щодо надзвичайних ситуацій)	-	-	+
Моделювання інциденту (демонстрація дій) в live режимі інформуючи населення	+	+	-
Адаптивність платформи під різні системи	-	+	-
Можливість модульного підключення системи до інших платформ	+	+	-
Реагування силами на усунення надзвичайної ситуації	-	-	+
Використання сучасних API протоколів	-	+	-
Вартість (грн.)	632214	1500*k	Невідомо

k – кількість місяців використання онлайн-системи.

2.4. Обґрунтування доцільності проектування й розроблення інформаційної системи

Проведений аналіз засвідчив, що системи передбачають автоматизацію моніторингових процесів щодо надзвичайних ситуацій, декотрі з них мають пряме підключення до структурних підрозділів, які можуть напряму реагувати з подальшим усуненням наслідків, для експлуатації даних систем необхідно

купувати ліцензію, або сплачувати постійну орендну плату за її використання. Кожна система виконує лише певну кількість функцій, що допомагає нам базуючись на досвіді розглянутих систем покращити даний сегмент реагування на надзвичайні ситуації.

2.5. Концептуальна модель системи

За допомогою CASE-засобу AllFusion ERwin Process Modeler була розроблена модель TO-BE з контекстною діаграмою під назвою «Експертно-моделююча система» [Додаток Б, рис. Б.1]. Після побудови моделі TO-BE на основі моделі AS-IS можемо побачити певну кількість відмінностей [Додаток Б, рис. Б.2].

Під час побудови моделі TO-BE процесу організації діяльності, відбувається розбиття та об'єднання основних функцій (Табл. 2.4.1.), а саме:

Табл. 2.4.1. Порівняння моделей «AS-IS» та «TO-BE».

Модель «AS-IS»	Модель «TO-BE»
Дії органів управління пошуком	Інформаційне повідомлення до інциденту
	Створення інциденту до надзвичайної ситуації
	Створення організаційно технічної системи
Пошук	Пошук і рятування постраждалих
Рятування	

Декомпозиція функції «Організаційно-технічної системи» представлена в наступними блоками [Додаток Б, рис. Б.3]:

- Визначення сил, які будуть задіяні;
- Організація моніторингу роботи систем;
- Розподілення сил і засобів;
- Координація дій сил та засобів при здійсненні пошуку і рятування.

Після того, як був поданий сигнал та сформований інцидент щодо подальших координованих дій, відбувається визначення сил, які будуть залучені до сформованого інциденту. Як тільки буде проведена організація моніторингу систем, проводиться координування щодо дій для розподілення сил та засобів, які будуть використовуватись в ході спец. операції з подальшим координуванням дій сил та засобів при здійсненні пошуку і рятування, формується сценарій на реагування до інциденту. В разі успішного пошуку, відбувається рятування потерпілих від лиха надзвичайної ситуації. В іншому випадку, формується зворотній зв'язок щодо дій виконання спец. операції, даний інцидент оновлюється і спец. операція щодо пошуку і рятування формує новий сценарій реагування до інциденту. Так продовжується до максимально можливого позитивного результату в ході виконання спец. операції.

2.6. Постановка задачі

Система повинна забезпечувати зручний та автоматизований спосіб зв'язку Адміністратора з Інформаторами, Користувачами платформи та Структурними підрозділами щодо створення, моделювання, опису та передачі інформації про сформований інцидент щодо надзвичайної ситуації.

Система повинна виконувати такі задачі:

1. Авторизацію та реєстрацію користувачів з можливістю надання розподіленого доступу.

2. Додавання, редагування та видалення інформації інциденти надзвичайних ситуацій.
3. Забезпечення зручного та автоматизованого способу зв'язку Адміністратора з Інформаторами, Користувачами платформи та структурними підрозділами .
4. Забезпечення розміщення будь-якої інформації, надзвичайних інцидентів.
5. Організація процесу пошуку інформації за сукупністю критеріїв
6. Формування статистичних даних про інциденти;
7. Підтримувати актуальну, достовірну та упорядковану інформацію, за допомогою модерації Адміністратором та API протоколів.
8. Просте адміністрування та зворотній зв'язок.
9. Зручність використання.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ТА АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1. Прикладне програмне забезпечення розробки

Для розробки системи було використано наступні засоби:

- **Ushahidi** – платформа, яка є безкоштовним програмним забезпеченням з відкритим кодом, яка використовується для збору великих обсягів інформації, візуалізації даних і створення інтерактивних карт.
- **Lucidchart** – це орієнтоване на веб програмне забезпечення, призначене для створення та редагування діаграм. LucidChart дозволяє користувачам об'єднуватися та працювати разом над створенням блок-схем, організаційних діаграм, шаблонів веб-сайтів, UML-діаграм, ментальних карт, прототипів програмного забезпечення та багатьох інших типів діаграм.
- **AllFusion ERwin Process Modeler** – CASE-засіб для моделювання бізнес-процесів, використання таких нотацій як, IDEF0, IDEF3, DFD.
- **AllFusion ERwin Data Modeler** – CASE-засіб для проектування та документування баз даних з можливістю налаштування фізичної моделі на певну СУБД.
- **MariaDB** - це комерційна система управління реляційними базами даних MySQL, призначена залишатися вільним програмним забезпеченням з відкритим кодом під загальною публічною ліцензією GNU. Розробкою керують деякі оригінальні розробники MySQL, які роздвоювались через побоювання щодо придбання корпорацією Oracle у 2009 році.

3.2. Інформаційне забезпечення розробки

Інформаційне забезпечення системи представлено схемою логічної моделі даних. Воно являє собою сукупність пов'язаних між собою таблиць та взаємовідношень між ними. В якості зберігання даних, що знаходяться в базі даних виступає сервер.

Логічна структура даних, що описує дані, їх типи даних та взаємовідношення, представлена логічною моделлю. В свою чергу, фізична структура бази даних, представлена фізичною моделлю. Логічна та фізична моделі були створені за допомогою Lucidchart.

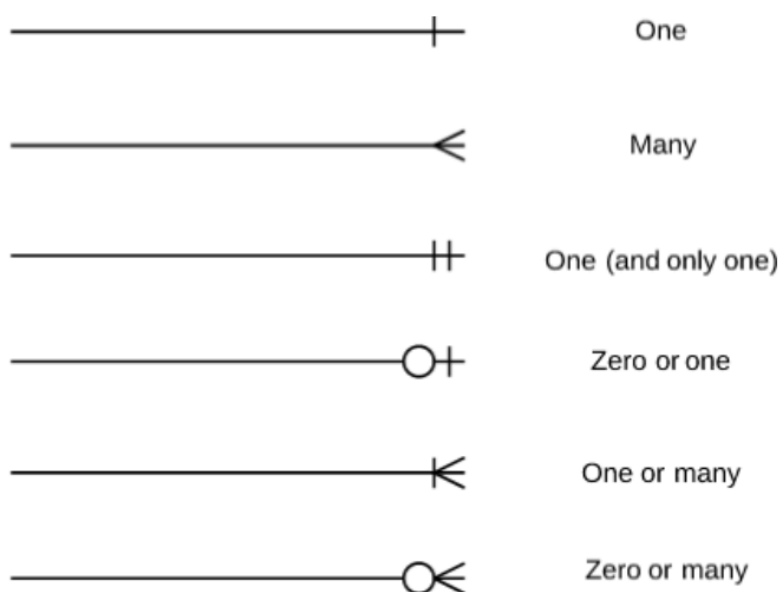


Рис. 3.2.1. Графічне зображення зв'язків, які можуть бути застосовані при розробці логічної та фізичної моделі бази даних.

За допомогою веб програмним забезпеченням CASE-засобу Lucidchart було створено логічну модель бази даних (Див. Рис. 1 у додатку В). Після розроблення логічної моделі бази даних, було створено та налаштовано фізичну модель бази (Див. Рис. 2 у додатку В) даних під MariaDB. Для взаємодії з базою даних необхідно створити інтуїтивний графічний інтерфейс користувача для обробки та відображення інформації, що буде складатися з вікон, вкладок, випадаючих списків, таблиць, кнопок [159].

Вхідні дані

Інформаційна система повинна містити наступну інформацію:

- **Повідомлення про інцидент:**
 - Заголовок іциденту;
 - Опис інциденту;
 - Дата та Час;
 - Хто передав повідомлення?;
 - Місто;
 - Населений пункт;
 - Район;
 - Кількість третіх травмованих осіб;
 - Кількість третіх загиблих осіб;
 - Кількість травмованих пасажирів;
 - Кількість загиблих пасажирів;
 - Кількість травмованих членів екіпажу;
 - Кількість загиблих членів екіпажу;
 - Потребує підключення СОР?;
 - СОР, які будуть підключені;
 - Чи є потреба в гуманітарних вантажах? ;
 - Продовольство;
 - Питна вода;
 - Інформаційне посилення;
 - Повітряні Сили;
 - Наземні сили/
- **Інформаційний пост:**
 - Заголовок;
 - Опис;

- Категорія інциденту;
- Фото;
- Ширина;
- Довжина.
- **Наземні Сили:**
 - Назва підключаємої наземної сили;
 - Додаткова відомість;
 - Фото НС;
 - Вид НС;
 - На готовності?;
 - На виконанні спеціального завдання?;
 - Надзвичайна ситуація.
- **Повітряні Сили:**
 - Назва підключаємої техніки;
 - Додаткова відомість;
 - Фото ПС;
 - Вид ПС;
 - Цивільне ПС;
 - Вертоліт;
 - Військове ПС;
 - На готовності?;
 - На виконанні спеціального завдання? ;
 - Надзвичайна ситуація.

3.3. Алгоритмічне забезпечення розробки

Алгоритм призначений для роботи з зазначеними вище таблицями. Завдяки новітнім технологіям, передбачає створення нових структурних

таблиць, видалення або зміну існуючих. У таблицях використовуються довжини полів, обумовлені експертно-моделюючою системою для кожного типу даних.

Функції, що реалізуються в інформаційній системі:

- формування, обробка та видалення інформаційних постів;
- формування, обробка та видалення повідомлень про інцидент;
- формування, обробка та видалення повітряних та наземних сил;
- формування, обробка та видалення адміністративної бази;
- контроль адміністрування всього засобу для моделювання інциденту;
- відстеження інформаційних постів;
- введення обліку даних про співробітників;
- введення обліку даних про інформаторів;
- введення обліку категорій інцидентів.

3.4. Алгоритмізація функцій розробки

3.4.1 Забезпечення розподіленого доступу до функцій системи:

Для авторизації у системі користувач має ввести свій логін та пароль. За допомогою логіну визначаються його права доступу (роль), які попередньо були йому надані. Роль визначає рівень доступу до інформації та функцій системи, тобто відображає певний модуль. Приклад реалізації процесу авторизації:

```
private void btnLogIn_Click(object sender, EventArgs e)
{
    string login = txtLogin.Text;
    string password = txtPassword.Text;

    UserAdapter userAdapter = new UserAdapter();
    EmployeeAdapter employeeAdapter = new EmployeeAdapter();
    DBUserAdapter dbUserAdapter = new DBUserAdapter();
    try
    {
        User user = new User(userAdapter.Select(" WHERE [Login]='" + login
+ "'"')[0]);
```

```

        if (user.Password == password)
        {
            Employee employee = new Employee(employeeAdapter.Select("
WHERE [Code_user]=' " + user.Code)[0]);

            DBUser dbUser = new DBUser(user, employee);
            //user.SetUser(userAdapter.GetUser(login));
            dbUser.Date_LogIn = DateTime.Now;

            dbUserAdapter.Insert(dbUser);

            dbUser.Code = dbUserAdapter.Select("*, " WHERE [Code] =
(SELECT MAX([Code]) FROM [DBUser])")[0].Code;

            Main main = new Main(dbUser);
            this.Hide();
            main.Show();
        }
        else
        {
            MessageBox.Show("Невірний логін або пароль");
        }
    }
    catch (Exception exception)
    {
        if (exception is ArgumentOutOfRangeException)
        {
            MessageBox.Show("Невірний логін або пароль");
        }
    }
}

```

3.4.2 Пошук та фільтрація даних по категорії:

Наводиться функція фільтрації даних по категорії:

```

<input          name="search"          type="search"          autocomplete="off"
placeholder="Шукати">

```

```

<ul>

```

```

    <li><input          type="checkbox"          name="check_list[]"
value="informpost">Інформаційні пости</li>

```

```

    <li><input          type="checkbox"          name="check_list[]"
value="mesage_icident">Повідомлення про інцидент</li>

```

```

        <li><input type="checkbox" name="check_list[]"
value="air_force">Повітряні Сили</li>

        <li><input type="checkbox" name="check_list[]"
value="ground_force">Наземні Сили</li>

        <li><input type="submit"></li>
</ul>

<?php>

if (!empty($_POST['check_list']) as $check)) {

$SQLquery = 'SELECT * FROM ` $check `';

$query = $conn->query($SQLquery);

$query = $conn->prepare('SELECT * FROM $check WHERE `category` =
:search');

$query = $conn->query($SQLquery);

}

<?php>

```

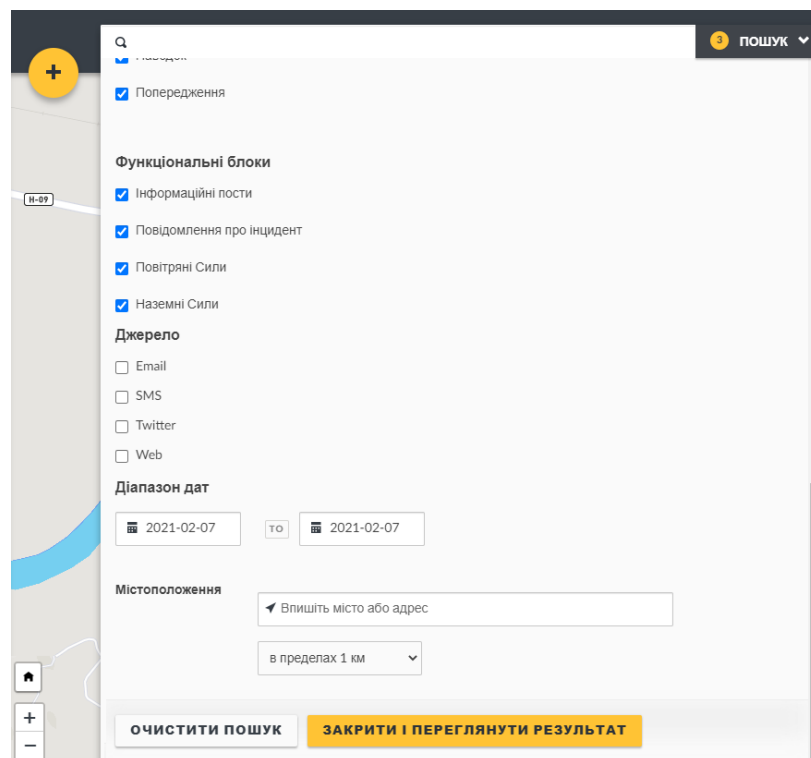
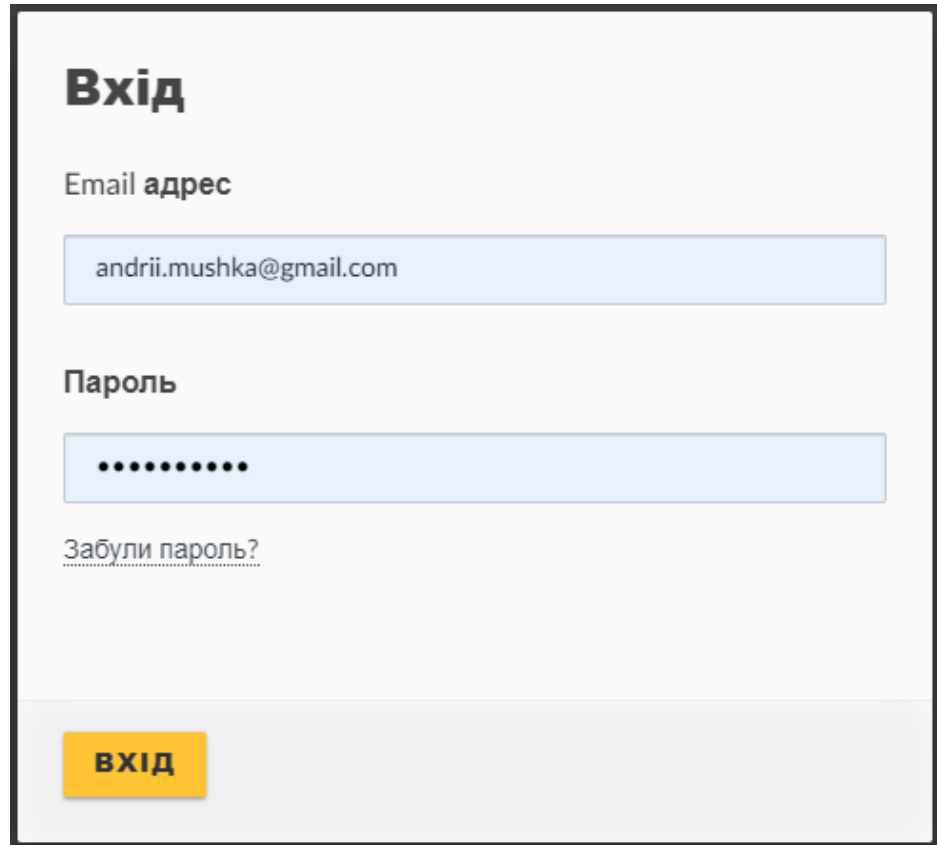


Рис. 3.4.1. Візуальне зображення пошуку.

3.5. Інструкція користувача розробки

В першу чергу, коли користувач переходить за посиланням <https://zk-dsns.usshahidi.io>, він потрапляє на вікно входу до системи де треба авторизуватись (Рис. 3.6.1.).



Вхід

Email адрес

andrii.mushka@gmail.com

Пароль

.....

[Забули пароль?](#)

ВХІД

Рис. 3.5.1. Вікно входу до системи (авторизація).

Після авторизації користувач потрапляє на головну сторінку системи (Рис. 3.5.2.)

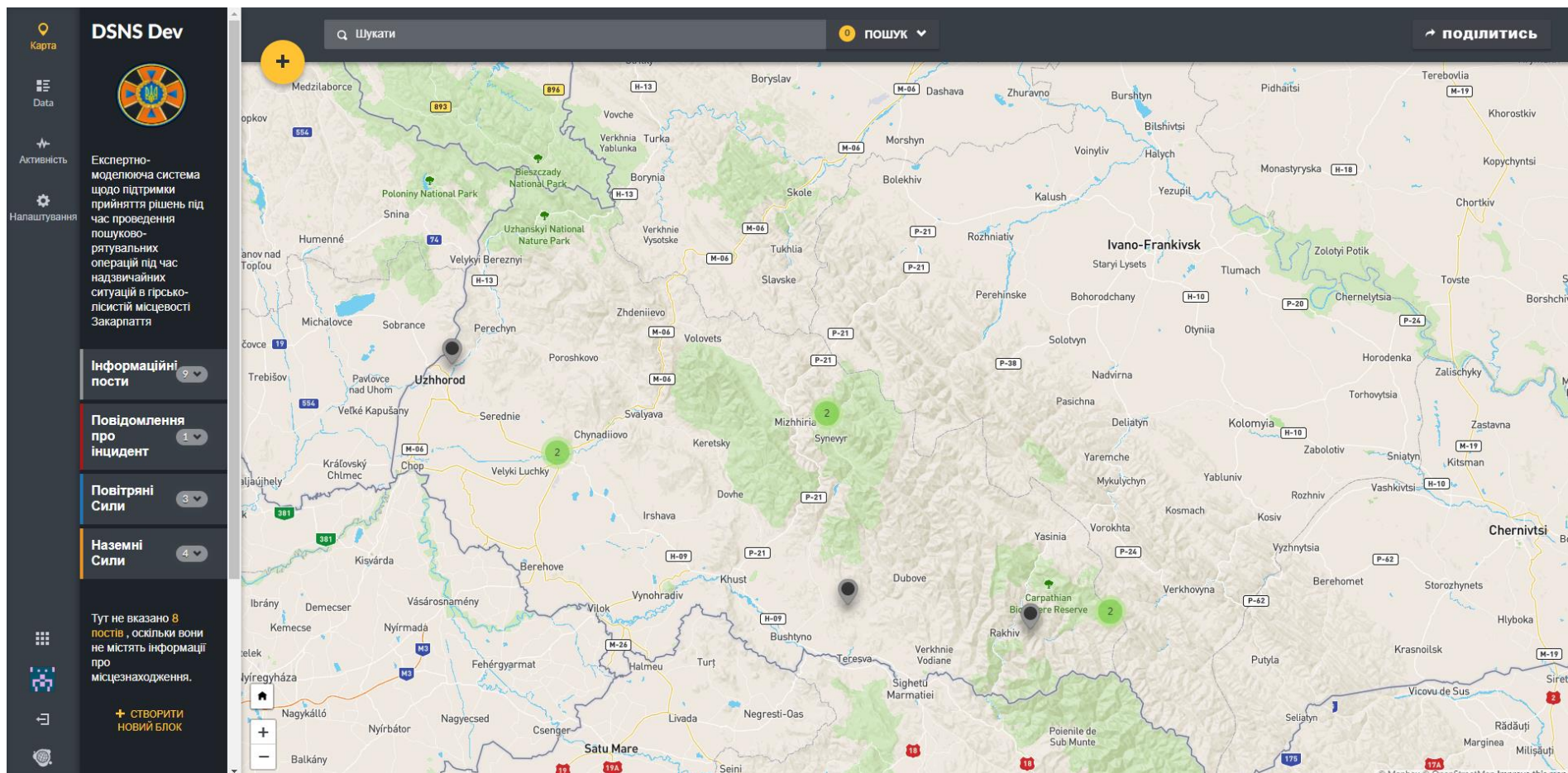


Рис. 3.5.2. Головна сторінка.

Завдяки меню, що знаходиться у лівій частині системи, користувач може перейти до розділів:

- карта;
- data;
- активність;
- налаштування;
- колекції (у вигляді кубика);
- меню акаунту (у вигляді кольорової картинки).

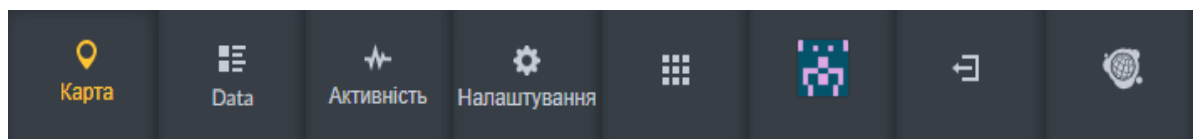


Рис. 3.5.3. Меню системи.

Також біля меню знаходяться опис системи, логотип організації, яка може стати потенційним користувачем даної системи. До всього перерахованого, виведено функціональні блоки фільтрації та функція створення блоків.

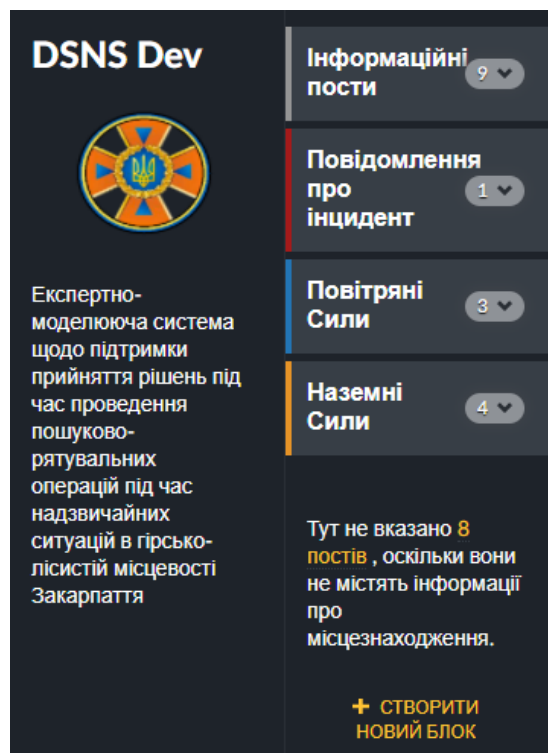


Рис. 3.5.4. Меню функціональних блоків.

В верхній частині системи знаходиться пошукова навігація (Рис. 3.5.5.). Використовуючи пошукову навігацію є можливість шукати, сортувати та фільтрувати пости, інциденти тощо, або використовувати довільний пошук.

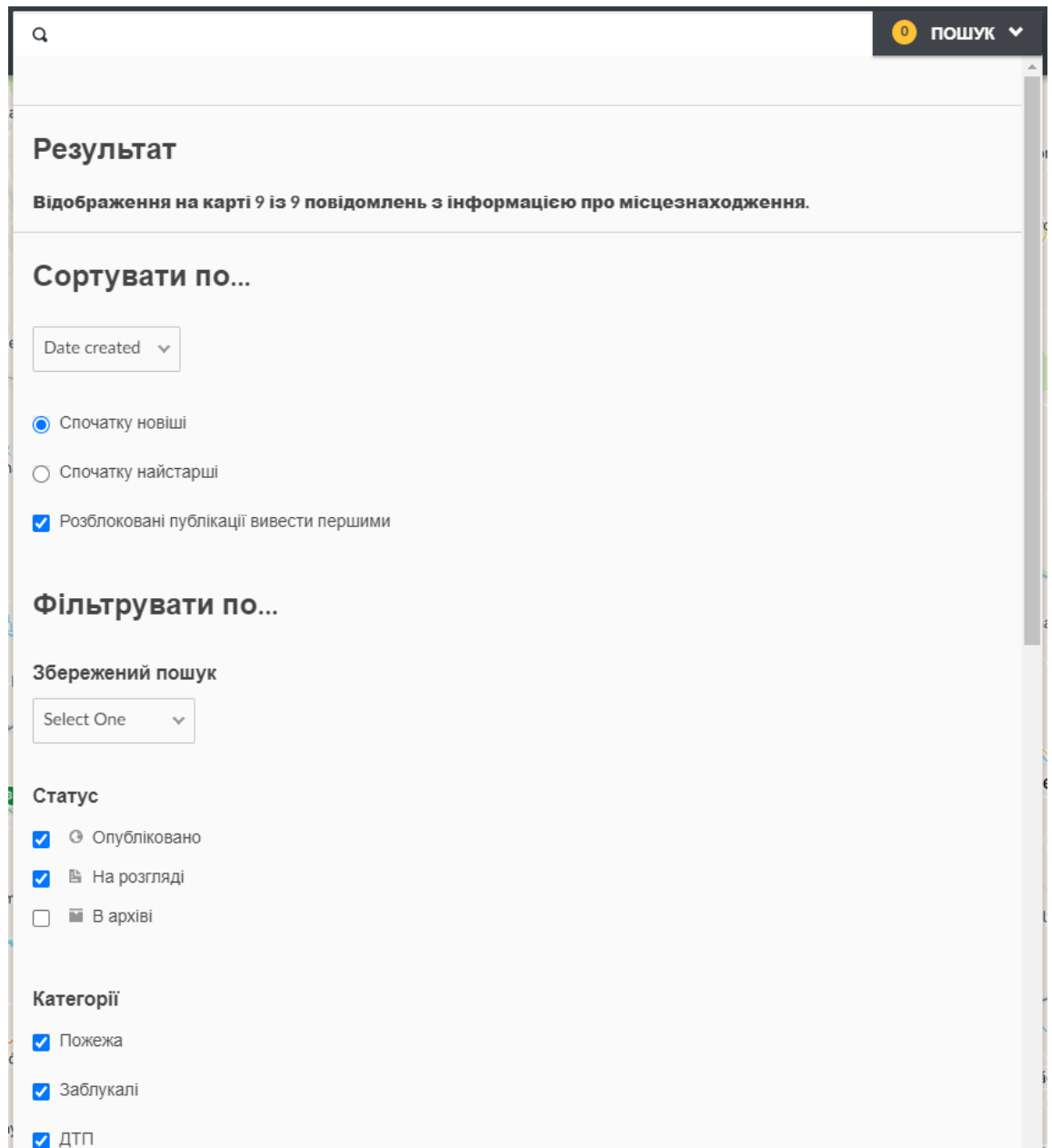


Рис. 3.5.5. Пошукова навігація.

В тій же частині знаходиться функція створення інформаційних постів, моделювання інцидентів та додавання сил реагування щодо надзвичайної події.

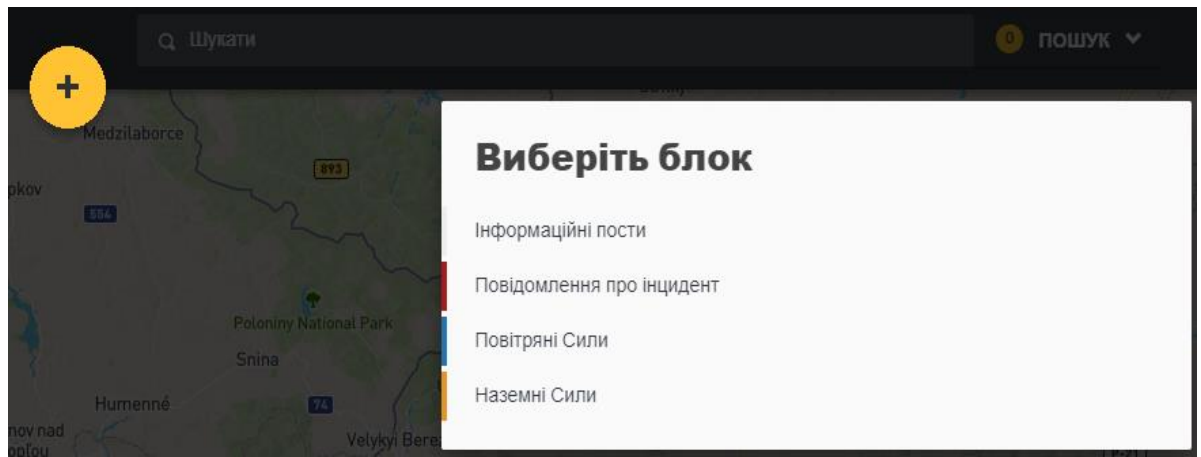


Рис. 3.5.6. Перелік функціональних блоків.

Для того, щоб легко поширити систему серед населення для інформування того ж населення щодо надзвичайних ситуацій є функція «Поділитись», яка легко дозволяє зафоловити, або твітнути систему в Facebook, чи то Twitter.

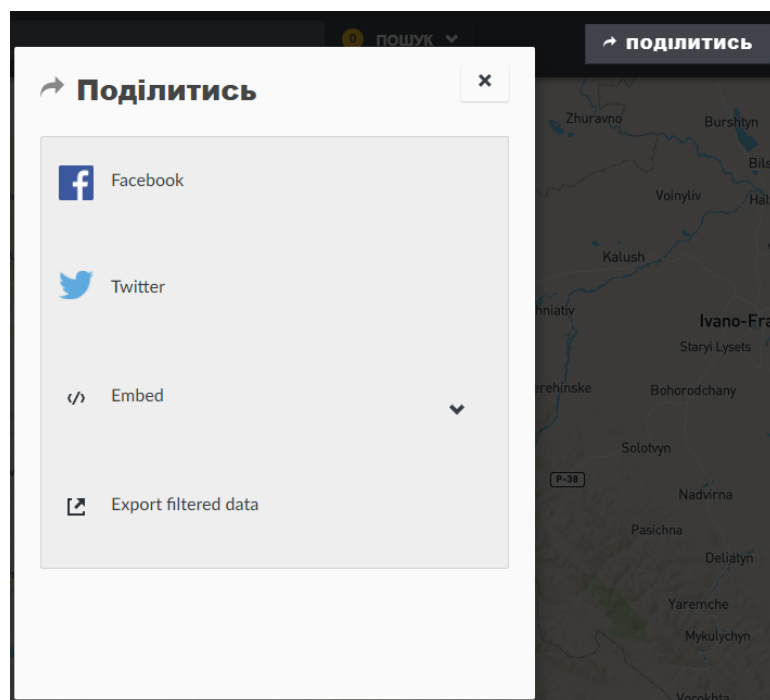


Рис. 3.5.7. Вікно функції «Поділитись».

На даному етапі ознайомлення з системою, можна приступити до створення інформаційного поста (Рис. 3.5.8.) для цього потрібно перейти до (Рис. 3.5.6.) та натиснути відповідний блок.

Заголовок *

Паводок у Хусті! Є травмовані, потрібна допомога!

Опис *

У м. Хуст. Там підтоплено шість дворогосподарств, в одному з яких вода навідалася в житловий будинок. 2ві особи травмовано!

Категорія інциденту

- ☐ Вибрати все
- ☐ Пожежа
- ☐ Заблукали
- ☐ ДТП
- ☒ Паводок
- ☐ Попередження

Фото

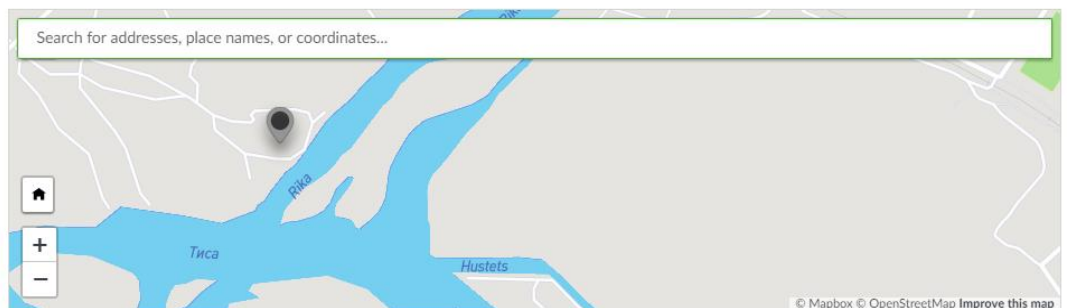


 REPLACE IMAGE

Додати супровідний текст

Додати супровідний текст

Розташування



You can search or click the area of map where you want to place the marker.

Широта

48.17697546725873

Довгота

23.262832547746143

 **ВІДМІТИТИ ГЕОЛОКАЦІЮ**

Рис. 3.5.8. Заповнення блоку «Інформаційний пост».

Як тільки було вказано всю інформацію, тобто описання ситуації, призначення категорії надзвичайної ситуації, вибрано фото, яке допоможе краще зрозуміти, що відбувається і відмітили геолокацію, клацаємо **ВІДПРАВИТИ**

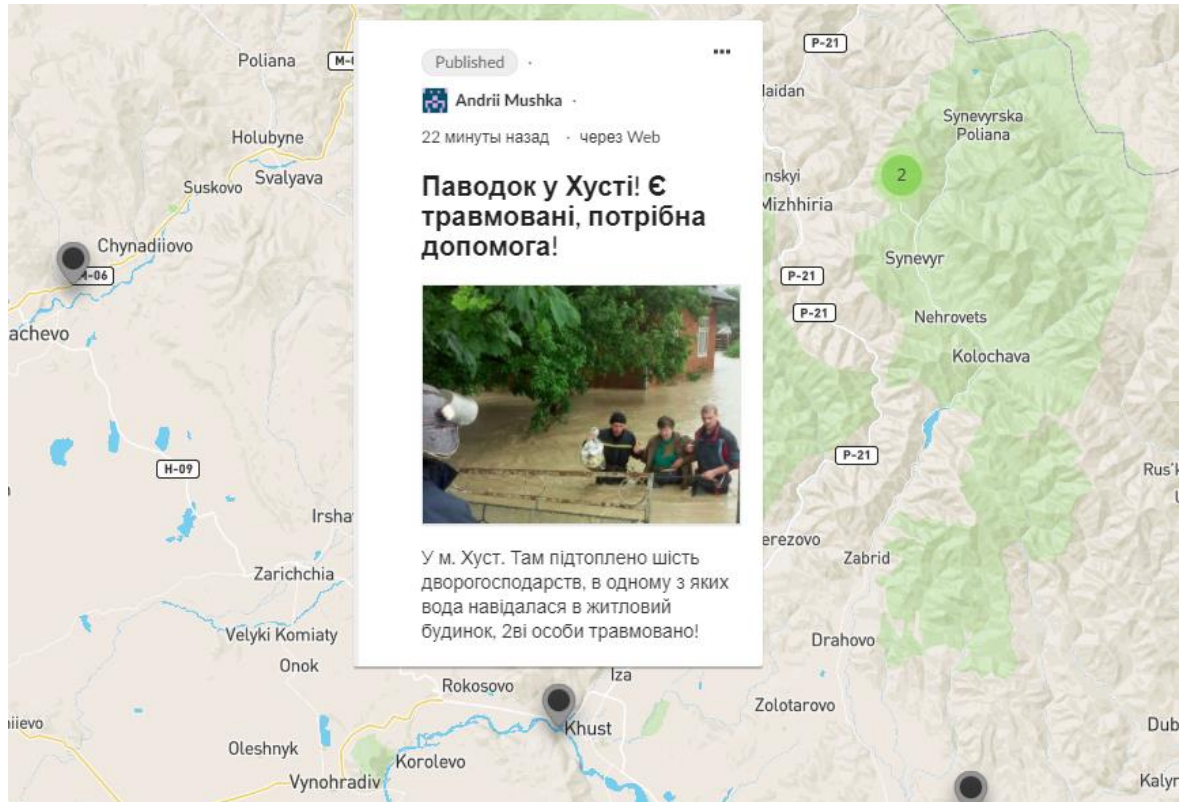


Рис. 3.5.9. Відображення інформаційного поста на карті з відміченою геолокацією.

Виходячи з описаної ситуації розуміємо, що потрібна евакуація людей, а так як є травмовані, то скоріш за все потрібна госпіталізація, з фото видно, що паводок дуже лихий. На основі вхідної інформації, створимо відповідну наземну силу (Рис. 3.5.10.), вибираючи відповідний блок (Рис. 3.5.6.) та описуючи бригаду, яка працює в тому регіоні. Даною силою будемо рятувати постраждалих, а також підключимо повітряні сили які є в наявності – вони пришвидшать пошук і рятування в даній місцевості, таким чином буде змодельований інцидент надзвичайної ситуації (Рис. 3.5.12.).

Ідентифікатор наземної сили *

Пошуково-рятувальна служба на воді 1 (Хуст)

Додаткова відомість *

Начальник: Дудка Степан | Екіпаж: 2 особи

Фото НС



REPLACE IMAGE

Додати супровідний текст

Додати супровідний текст

Вид НС

Пошуково-рятувальна служба на воді

На готовності?

☒ Так

☐ Ні

На виконанні спеціального завдання?

☐ Так

☒ Ні

Надзвичайна ситуація

Please note, the posts to relate to needs to be published, posts that are "Under review" will not appear in the search-results

Search...

ПОШУК

Рис. 3.5.10. Заповнення блоку «Наземні сили».

Як тільки було вказано всю інформацію, тобто описана бригада, під чиїм керуванням екіпаж, вид сили та готовність то клацаємо

ВІДПРАВИТИ

Тепер можна перейти до моделювання інциденту (Рис. 3.5.12.). Підключення інформаційного посту та сил пошуку і рятування відбувається наступним чином на (Рис. 3.5.11.).

Інформаційне посилення

Please note, the posts to relate to needs to be published, posts that are "Under review" will not appear in the search-results

Паводок у Хусті! Є травмовані, потрібна допомога! (56)

**ПОШУК**

Повітряні Сили

Please note, the posts to relate to needs to be published, posts that are "Under review" will not appear in the search-results

Вертоліт H225 Super Puma (21)

**ПОШУК**

Наземні сили

Please note, the posts to relate to needs to be published, posts that are "Under review" will not appear in the search-results

ПОШУК

- ☒ 57 : Пошуково-рятувальна служба на воді 1 (Хуст)
- ☒ 32 : Гірський пошуково-рятувальний загін 9 (Міжгір'я)
- ☒ 29 : Пошуково-рятувальна служба на воді 7 (Мукачево)
- ☒ 28 : Оперативно-рятувальна служба 2 (Рахів)

Рис. 3.5.11. Підключення інформаційного посту та сил пошуку і рятування до інциденту.

Для того, щоб інцидент був повністю змодельований, потрібно проставити відповідні значення виходячи з інформаційного поста про стихійне лихо.

Тоді, як тільки всі відповідні пункти будуть заповнені (Рис. 3.5.12.) клацаємо **ВІДПРАВИТИ**

Повідомлення про інцидент

Паводок у Хусті. Мобілізація щодо пошуку і рятування код 967

Under review ·  Andrii Mushka · 10 минут назад · через Web

...

Інформується, що у м. Хуст підтоплено шість дворогощподарств, в одному з яких вода навідалася в житловий будинок. Є 2ві травмовані особи!

Дата&Час передачі повідомлення про подію

17 января 2021 г., 13:15

Хто передав повідомлення?

Вялов Микола Валерійович

Місто

Хуст

Район населеного пункту

Хустський район

Кількість третіх травмованих осіб

2

Потребує підключення СОР?

Так

СОР, які будуть підключені

103

Держспецзв'язок

Чи є потреба в гуманітарних вантажах?

Так

Продовольство

5

Питна вода

10

Інформаційне посилання

Паводок у Хусті! Є травмовані, потрібна допомога!

Повітряні Сили

Вертоліт H225 Super Puma

Наземні сили

Пошуково-рятувальна служба на воді 1 (Хуст)

Рис. 3.5.12. Змодельований інцидент.

Наступним етапом для постійного сповіщення щодо інциденту пошуково-рятувальних підрозділів зв'яжемо їх напряду до інциденту, та проставимо відповідні мітки готовності на (Рис. 3.5.13.).

Повітряні Сили

Вертоліт H225 Super Puma

Published ·  Andrii Mushka · 7 днів назад · через Web

...

Екіпаж: 3 особи | Пасажиромісткість: 19 осіб | Вантажопідйомність: 2 000 кг

Фото ПС



Вид ПС

Вертоліт

Вертоліт

H225 Super Puma

На готовності?

Ні

На виконанні спеціального завдання?

Так

Надзвичайна ситуація

Паводок у Хусті. Мобілізація щодо пошуку і рятування код 967

Рис. 3.5.13. Проставлення відповідних міток готовності та підключення вибраної повітряної сили напряму до змодельованого інциденту.

Тепер, як вже змодельований інцидент, підключені відповідні сили реагування щодо надзвичайної ситуації., Адміністратору системи, або ж вповноваженому, залишається оновлювати інцидент в ході виконання спец. операції, а також додатково проінформувати населення, наприклад за допомогою функції «Поділитись», як на (Рис. 3.5.14.).

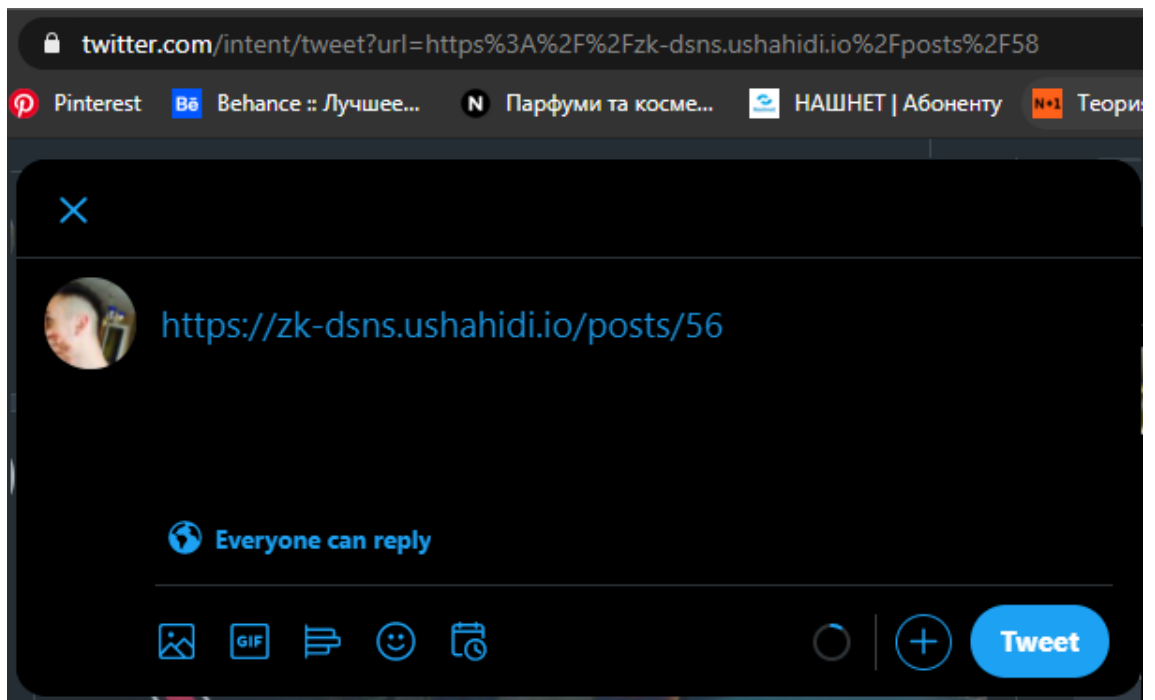


Рис. 3.5.14. Поширення інформації про інцидент за допомогою Твіта.

Як тільки поступив сигнал про те, що пошук і рятування закінчено, змодельований інцидент можна редагувати, архівувати, додати в колекцію, або ж взагалі видалити, як на (Рис. 3.5.15.).

Повідомлення про інцидент

Паводок у Хусті. Мобілізація щодо пошуку і рятування код 967

Published · Andrii Mushka · час назад · через Web

Інформується, що у м. Хуст підтоплено шість дворогощподарств, в одному з яких житловий будинок. Є 2ві травмовані особи!

Дата&Час передачі повідомлення про подію

17 января 2021 г., 13:15

Хто передав повідомлення?

Вялов Микола Валерійович

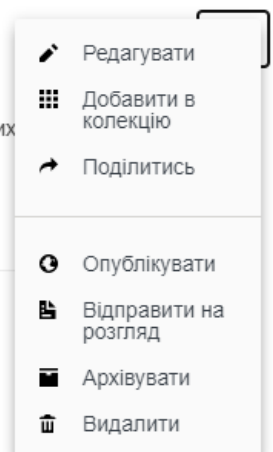


Рис. 3.5.15. Прийняття дій щодо завершення інциденту.

Продemonструю, яким чином інцидент можна додати в колекцію, див. на (Рис. 3.5.16.).

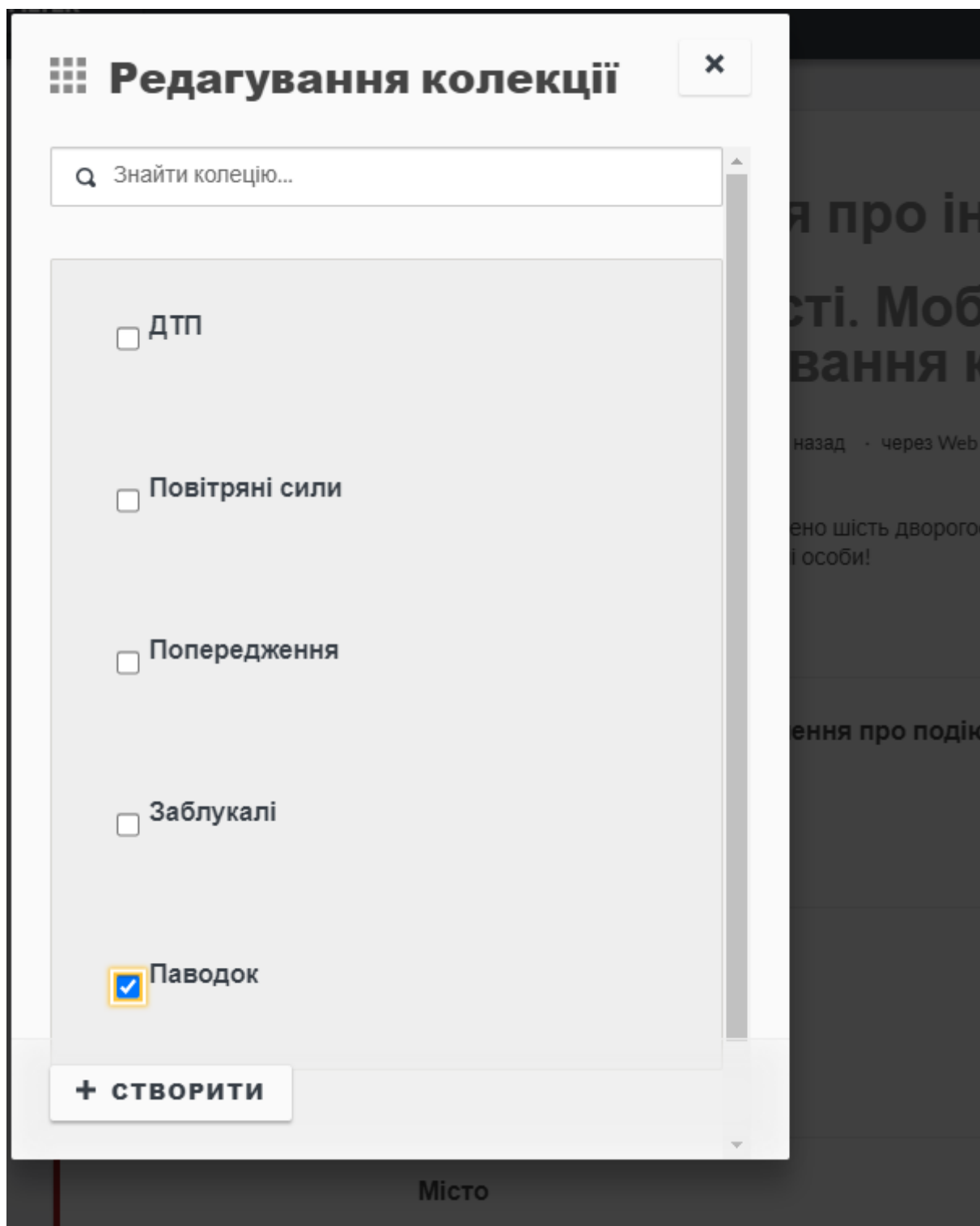


Рис. 3.5.16. Додавання до колекції.

Також по колекціям можна здійснювати пошук, як на (Рис. 3.5.17).

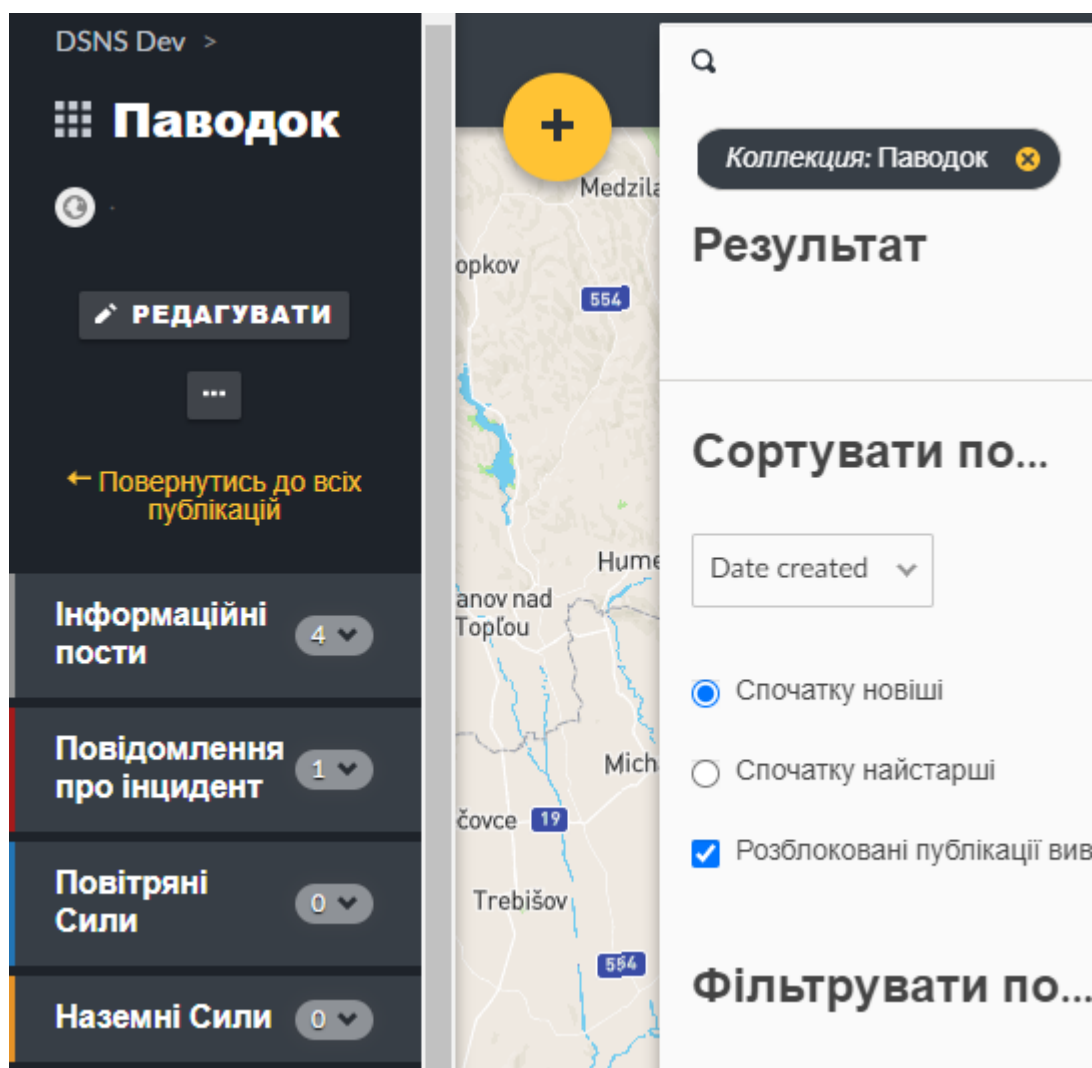


Рис. 3.5.17. Результат пошуку по колекції «Паводок».

В пункті меню «Активність» (Рис. 3.5.3.) знаходиться аналітична складова щодо категорій, статусів та блоків, де детально можна переглянути, що частіше постилось, моделювалось та в які проміжки часу пікова активність і т.д. Графіки на (Рис. 3.5.18.) та (Рис. 3.5.19.).

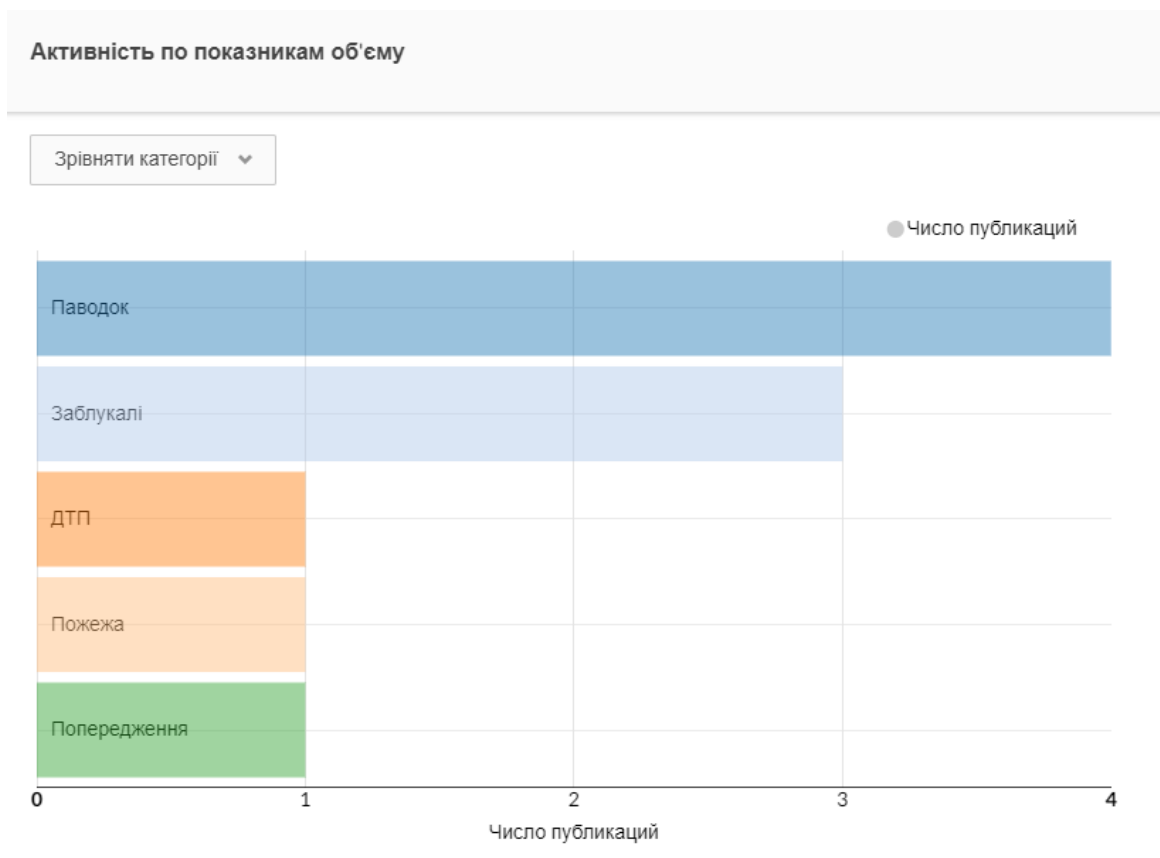


Рис. 3.5.18. Графік активності по показникам об'єму в категоріях.

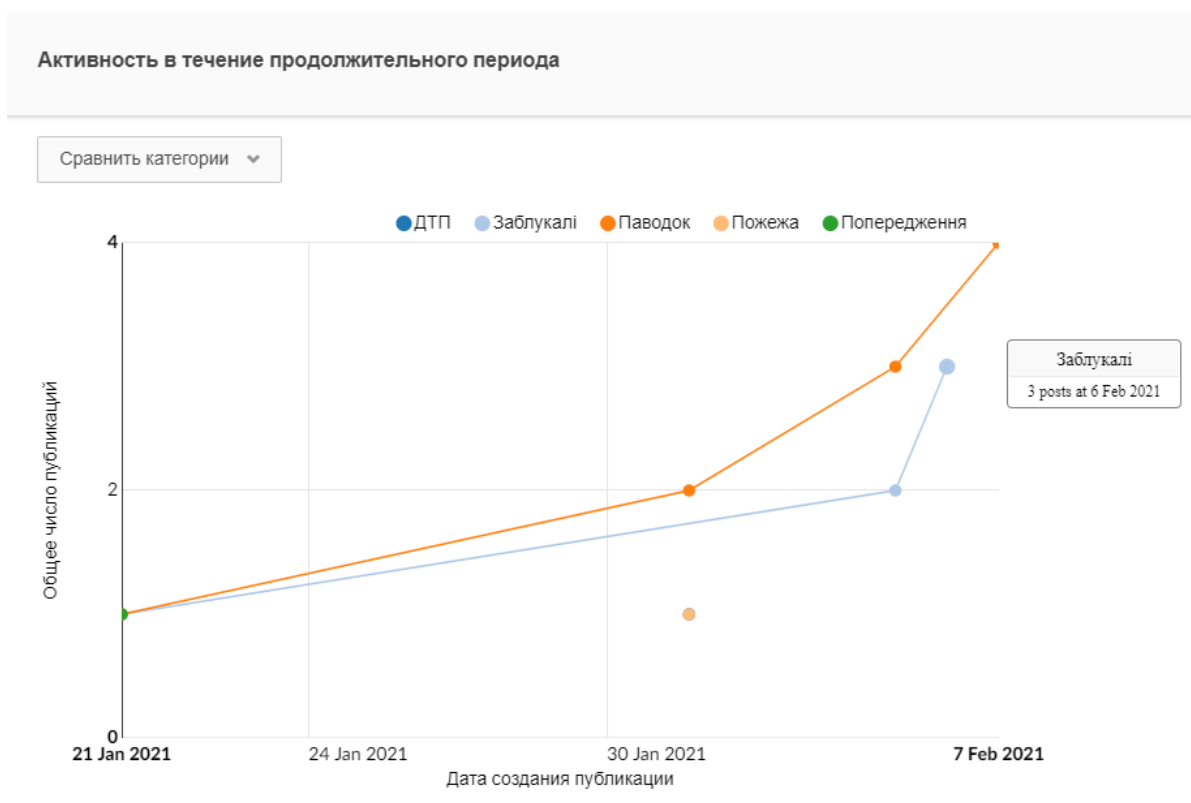


Рис. 3.5.19. Графік активності протягом тривалого періоду в категоріях.

Для того, щоб вийти зі свого профілю, треба натиснути на відповідну кнопку в меню з зображенням «Вихідної дверці» на (Рис. 3.5.3.) після цього користувача буде перекинуто на головну сторінку авторизації в систему (Рис. 3.5.2.).

3.6. Інтеграція розробленої експертно-моделюючої системи в інформаційний простір Європейської спільноти

Розробка ефективної експертно-моделюючої системи щодо надзвичайних ситуацій, побудована на принципах краудсорсингу з комплексним використанням різних інформаційних джерел є важливим етапом у процесі модернізації Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Складовими такої системи мають бути інформаційно-аналітичні системи центральних та місцевих органів виконавчої влади, а також інформаційні служби підприємств, установ, організацій та об'єктів підвищеної небезпеки із залученням засобів зв'язку і передачі даних [160].

Особливо важливою є ця передумова для окремих регіонів гірської місцевості України, як-то Закарпаття, як регіону з унікальним географічним положенням, де є можливість спільно вирішувати питання захисту населення від наслідків НС природного характеру з країнам Європейської спільноти, які межують з територією регіону.

Цей напрям діяльності має включати узгодження методичного, математичного, інформаційного, програмного забезпечення, протоколів передачі та регламентів зберігання та опрацювання критичної інформації.

На цей час невирішеним питанням залишається наявність спеціалізованого апаратно-програмного забезпечення та відповідних систем підтримки дій керівника з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій в окремому регіоні гірської місцевості з урахуванням можливостей сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

На теперішній час моніторинг і прогнозування параметрів НС в Україні здійснюються на рівні регіональних, галузевих або інших самостійних інформаційних систем, не об'єднаних у єдиний інформаційно-аналітичний комплекс. Крім того, умови попередження та ліквідації наслідків НС, зокрема НС природного характеру в окремому регіоні гірської місцевості, визначають множинність джерел і користувачів інформації різних форматів і регламентів актуалізації, та, в свою чергу, необхідність побудови розгалужених складних систем обробки, зберігання і передачі інформації, що мають включати відповідні інструментальні засоби моделювання та оптимізації застосування наявних ресурсів стосовно робіт з ліквідації наслідків вказаних надзвичайних ситуацій. Тому виникла практична потреба в розробці логістичної експертно-моделюючої системи підтримки прийняття управлінського рішення з планування та ресурсного забезпечення робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій у окремому регіоні гірської місцевості. Насамперед цей процес передбачає всебічну інтеграцію розробленої методики в інформаційно-аналітичний простір країни Європейського Союзу.

ВИСНОВОК

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було вирішено актуальне науково-прикладне завдання щодо розробки моделі підвищення рівня організації пошуку і рятування та інформування населення щодо надзвичайних ситуацій в гірсько-лісистій місцевості Закарпаття за рахунок використання експертно-моделюючої системи.

У роботі було вперше розроблено експертно-моделюючу систему, що дозволяє моделювати інциденти щодо надзвичайних ситуацій, а також залучати відповідні сили оперативного реагування щодо пошуку і рятування потерпілих.

Також було удосконалено процес ліквідації надзвичайної ситуації в окремому регіоні гірської місцевості України за допомогою пошуково-рятувальних служб.

Подальший розвиток отримала ідея створення експертно-моделюючої системи, що дозволяє моделювати інциденти щодо надзвичайних ситуацій, а також залучати відповідні сили оперативного реагування щодо пошуку і рятування потерпілих.

У в роботі розроблена і доведена до практичної реалізації архітектура, топологія та методика побудови експертно-моделюючої системи щодо підтримки прийняття рішень під час проведення пошуково-рятувальних операцій під час надзвичайних ситуацій в гірсько-лісистій місцевості Закарпаття.

У результаті підвищено ефективність функціонування інформаційно-керуючої системи управління пошуку і рятування, що дає можливість досягти підвищення рівня ефективності реагування сил щодо інциденту надзвичайної ситуації. Крім того, скорочується час на вирішення прийняття рішення щодо реагування до інциденту завдяки повноті інформації.

Основні положення та результати наукової роботи були викладені у вигляді доповіді на VII Міжнародній науково-технічній Internet-конференції, присвяченій сучасним методам, інформаційним, програмним та технічним

забезпеченням систем керування організаційно технічними та технологічними комплексами, яка проводилась 26 листопада 2020 р. (Київ, Україна).

Отже, сучасна експертно-моделююча система управління щодо підтримки прийняття рішень під час проведення пошуково-рятувальних операцій під час надзвичайних ситуацій повинна бути організована з урахуванням чіткої взаємодії начальника служби з надзвичайних ситуацій з керівниками усіх структурних підрозділів з надзвичайних ситуацій, для оперативного реагування щодо інцидентів надзвичайних ситуацій.

Використання нових інформаційних технологій, покращення інформаційно-моделюючого забезпечення у галузі пошуку і рятування в службах з надзвичайних ситуацій та прийняттю рішень щодо реагування на інциденти надзвичайних ситуацій. Дозволять оперативно підключити відповідні сили реагування щодо пошуку і рятування, що дозволить мінімізувати кількість потерпілих від надзвичайних ситуацій. Саме тому інформаційне забезпечення завжди є безумовною складовою частиною діяльності з пошуку і рятування в службах з надзвичайних ситуацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ashley S. T., Ashley W. S. Flood fatalities in the United States //Journal of Applied Meteorology and Climatology. – 2008. – Т. 47. – №. 3. – С. 805-818.
2. Ashley S. T. A geographical analysis of flood casualties in the United States : дис. – уга, 2006.
3. Špitalar M. et al. Analysis of flash flood parameters and human impacts in the US from 2006 to 2012 //Journal of Hydrology. – 2014. – Т. 519. – С. 863-870.
4. Sharif H. O. et al. Analysis of flood fatalities in Texas //Natural Hazards Review. – 2015. – Т. 16. – №. 1. – С. 04014016.
5. Saharia M. et al. Mapping flash flood severity in the United States //Journal of Hydrometeorology. – 2017. – Т. 18. – №. 2. – С. 397-411.
6. Terti G. et al. A situation-based analysis of flash flood fatalities in the United States //Bulletin of the American Meteorological Society. – 2017. – Т. 98. – №. 2. – С. 333-345.
7. Saharia M. et al. Characterization of floods in the United States //Journal of Hydrology. – 2017. – Т. 548. – С. 524-535.
8. Nielsen E. R. et al. Double impact: When both tornadoes and flash floods threaten the same place at the same time //Weather and Forecasting. – 2015. – Т. 30. – №. 6. – С. 1673-1693.
9. Kermanshah A., Derrible S., Berkelhammer M. Using climate models to estimate urban vulnerability to flash floods //Journal of Applied Meteorology and Climatology. – 2017. – Т. 56. – №. 9. – С. 2637-2650.
10. Shen X., Mei Y., Anagnostou E. N. A comprehensive database of flood events in the contiguous United States from 2002 to 2013 //Bulletin of the American Meteorological Society. – 2017. – Т. 98. – №. 7. – С. 1493-1502.
11. Henderson J. et al. A Hazard Multiple: Overlapping Tornado and Flash Flood Warnings in a National Weather Service Forecast Office in the 141 Southeastern United States //Weather and Forecasting. – 2020. – Т. 35. – №. 4. – С. 1459-1481.

12. Jurlina T. et al. Flood hazard risk forecasting index (FHRFI) for urban areas: The Hurricane Harvey case study //Meteorological Applications. – 2020. – T. 27. – №. 1. – C. e1845.
13. Ahmadalipour A., Moradkhani H. A data-driven analysis of flash flood hazard, fatalities, and damages over the CONUS during 1996–2017 //Journal of Hydrology. – 2019. – T. 578. – C. 124106.
14. USA – Deadly Flash Floods in Wisconsin. URL: <http://floodlist.com/america/usa/floods-wisconsin-june-2020>
15. USA – Storm Cristobal Brings Flooding Along Gulf Coast. URL: <http://floodlist.com/america/usa/cristobal-floods-gulf-coast-june-2020>
16. USA – President Approves Emergency Declaration for Floods in Midland, Michigan. URL: <http://floodlist.com/america/usa/floods-midlandmichigan-may-2020>
17. USA – Major to Moderate Flooding Likely in 23 States for Spring 2020, Says NOAA. URL: <http://floodlist.com/america/usa/spring-flood-forecast-2020>
18. USA – 8 Killed in Ohio and Indiana Floods. URL: <http://floodlist.com/america/usa/ohio-indiana-floods-march-2020>
19. Researchers Develop Near Real-Time Flood Prediction Tool. URL: <http://floodlist.com/america/usa/texas-researchers-real-time-flood-prediction-tool>
20. USA – Storms and Floods Prompt Emergency Declarations in Washington and Oregon. URL: <http://floodlist.com/america/usa/floodswashington-oregon-february-2020>
21. Floods in Galena, Alaska. URL: <http://floodlist.com/america/usa/floodsgalena-alaska> 142
22. New Orleans Makes Room for the River. URL: <http://floodlist.com/america/usa/new-orleans-flood-protection>
23. Midwest Floods Spring 2013. URL: <http://floodlist.com/america/usa/midwest-floods-spring-2013>
24. Flooding in North East Colorado, USA. URL: <http://floodlist.com/america/usa/flooding-colorado>

25. 1000s Evacuated in Storm and Floods, California. URL: <http://floodlist.com/america/usa/1000s-evacuate-floods-california>
26. Flash Floods in Bay County, Florida <http://floodlist.com/america/usa/floods-bay-county-florida>
27. New York City Coastal Flooding Risk 20 Times Greater. URL: <http://floodlist.com/america/usa/new-york-city-flood-risk-20-times-greater>
28. Floods in Southern USA – 2 Killed, 100s Evacuated. URL: <http://floodlist.com/america/usa/floods-southern-states-killl-2>
29. Louisiana and Genoa – Millions in Unused Mitigation Funds. URL: <http://floodlist.com/europe/louisiana-geoa-without-adequate-flood-defences>
30. USDA Provides \$84 Million for Flood and Disaster Recovery in 13 States. URL: <http://floodlist.com/protection/usda-84-million-flood-recoveryprojects> .
31. 1 Dead in Houston Floods After 10 Inches (254mm) of Rain in 24 Hours. URL: <http://floodlist.com/america/usa/1-dead-houston-floods-10-inchesrain>.
32. Wettest Month Ever in Texas – 23 Dead, 9 Missing, River Levels Dangerously High. URL: <http://floodlist.com/america/usa/wettest-month-texas-23-deadriver-levels-high>
33. Utah Floods – 6 Killed in Zion National Park, Death Toll Rises to 12 in Hildale. URL: <http://floodlist.com/america/usa/utah-floods-6-killed-zion-nationalpark-death-toll-12-hildale>
34. Arkansas – December 2015 Flooding Worst in 25 Years. URL: <http://floodlist.com/america/usa/arkansas-december-2015-flooding-worst-25-years>
35. Texas Floods – 11 Dead, Rivers at Record Levels, Governor Declares Disaster. URL: <http://floodlist.com/america/usa/texas-floods-11-dead-rivers-recordlevels-governor-declares-disaster>
36. USA – 6 Dead as Flooding in Central and Southern States Worsens URL: <http://floodlist.com/america/usa/flooding-central-southern-states-february2018>

37. Canada – Insurance Body Calls for National Flood Action Plan After Costly Spring 2019 Floods. URL: <http://floodlist.com/america/canada-insurancenational-flood-action-plan-spring-2019-floods>
38. Canada – Calgary Marks Five Years Since the 2013 Southern Alberta Flood. URL: <http://floodlist.com/america/canada-calgary-marks-five-years-sincethe-2013-southern-alberta-flood>
39. Canada – Thousands Evacuated After Snowmelt Floods in British Columbia. URL: <http://floodlist.com/america/canada-british-columbia-snowmeltfloods-may-2018>
40. Canada – Spring Flooding in Ontario and Quebec Caused More Than C\$223 Million in Insured Damage URL: <http://floodlist.com/america/canadaspring-floods-ontario-quebec-caused-millions-insured-damage>
41. Canada – 100s Evacuate Floods in Quebec as More Heavy Rain Forecast. URL: <http://floodlist.com/america/canada-100s-evacuate-floods-quebecheavy-rain-forecast>
42. Canada – Report Finds Flood Preparedness Lacking, Leaving Homes at Risk. URL: <http://floodlist.com/america/canada-report-flood-preparedness-lacking>
43. China – 10,000 Displaced After More Floods in Guizhou Province. URL: <http://floodlist.com/asia/china-guizhou-june-2020> 144
44. China – Over 2 Million Affected as Floods Worsen in South. URL: <http://floodlist.com/asia/china-floods-south-june-2020>
45. China – Over 30 Dead as Typhoon Lekima Hits. URL: <http://floodlist.com/asia/china-typhoon-lekima-august-2019>
46. China – Deadly Floods in Guangxi After Torrential Rain. URL: <http://floodlist.com/asia/china-floods-guangxi-may-2019>
47. Vietnam and China – Floods and Landslides Leave 9 Dead. URL: <http://floodlist.com/asia/vietnam-china-floods-landslides-august-september2018>
48. China – Over 70,000 Evacuate Floods and Landslides From Typhoon Ewiniar URL: <http://floodlist.com/asia/china-floods-typhoon-ewiniar-guangdongjune-2018>

49. China – Floods Affect 6 Provinces Leaving 4 Dead and 1,600 Displaced.
URL: <http://floodlist.com/asia/southern-china-floods-may-2017>
50. China – More Floods in South Leave 56 Dead, 22 Missing.
URL: <http://floodlist.com/asia/china-floods-south-central-july-2017>
51. China – Over 160 Dead as Floods in Northern Provinces Continue.
URL: <http://floodlist.com/asia/china-floods-northern-provinces-160-dead-july-2016>
52. China – More Floods Hit South, Officials Say Over 100 People Died in Natural Disasters in May 2015
URL: <http://floodlist.com/asia/china-over-100-died-in-natural-disasters-in-may-2015-as-more-floods-hit-south>
53. He B. et al. Analysis of flash flood disaster characteristics in China from 2011 to 2015 //Natural Hazards. – 2018. – T. 90. – №. 1. – C. 407-420.
54. Wang N. et al. Space-time clustering of flash floods in a changing climate (China, 1950-2015) //arXiv preprint arXiv:2006.16865. – 2020.
55. Liu C. et al. A review of advances in China's flash flood early-warning system //Natural hazards. – 2018. – T. 92. – №. 2. – C. 619-634.
56. Ma M. et al. Update of Early Warning Indicators of Flash Floods: A Case Study of Hunjiang District, Northeastern China //Water. – 2019. – T. 11. – №. 2. – C. 314. 145
57. France – Dozens Rescued After Flash Floods in Corsica. URL: <http://floodlist.com/europe/france-flash-floods-ajaccio-corsica-june-2020>
58. France and Luxembourg – Emergency Rescues After Rivers Rise. URL: <http://floodlist.com/europe/france-luxembourg-floods-february-2020>
59. Spain and Portugal – Storm Elsa Brings Deadly Winds and Floods. URL: <http://floodlist.com/europe/spain-portugal-storm-elsa-floods-december-2019>
60. France – Deadly Floods Hit South East URL: <http://floodlist.com/europe/france-floods-var-november-2019>
61. France – Major Flooding in South After 120mm of Rain in 3 Hours
URL: <http://floodlist.com/europe/france-south-flood-herault-october-2019>

62. Spain and France – 2 Dead, 150 Evacuated After Flash Floods and Landslides [URL:http://floodlist.com/europe/spain-france-floods-landslidesnovember-2018](http://floodlist.com/europe/spain-france-floods-landslidesnovember-2018)
63. Italy – Storms and Flooding Cause 11 Deaths [URL:http://floodlist.com/europe/italy-storm-flood-october-2018](http://floodlist.com/europe/italy-storm-flood-october-2018)
64. France – 1 Missing, 1,600 Evacuated After Floods in South [URL:http://floodlist.com/europe/france-floods-ardecche-gard-drome-august](http://floodlist.com/europe/france-floods-ardecche-gard-drome-august)
65. France – Record Rain Causes Floods and Landslides in Paris and North [URL:http://floodlist.com/europe/france-record-rain-floods-paris-north-june-2018](http://floodlist.com/europe/france-record-rain-floods-paris-north-june-2018)
66. Updated: Europe – Flash Floods Hit South West France and Northern Spain [URL:http://floodlist.com/europe/floods-aquitaine-france-catalonia-spainjune-2018](http://floodlist.com/europe/floods-aquitaine-france-catalonia-spainjune-2018)
67. Updated: Europe – Storms Cause Flooding in Parts of Belgium, France and Germany [URL:http://floodlist.com/europe/storms-flooding-belgium-francegermany-may-2018](http://floodlist.com/europe/storms-flooding-belgium-francegermany-may-2018)
68. Global Warming Poses Substantial Flood Risk Increase for Central and Western Europe [URL: http://floodlist.com/europe/global-warming-posessubstantial-flood-risk-increase-for-central-and-western-europe](http://floodlist.com/europe/global-warming-posessubstantial-flood-risk-increase-for-central-and-western-europe)
69. France – 1,000 Evacuated in Paris Region as Seine Overflows [URL:http://floodlist.com/europe/france-paris-seine-floods-january-2018](http://floodlist.com/europe/france-paris-seine-floods-january-2018) 146
70. France – Evacuations in South as Rivers Overflow [URL:http://floodlist.com/europe/france-floods-aude-herault-tarn-february-2017](http://floodlist.com/europe/france-floods-aude-herault-tarn-february-2017)
71. France Floods – Insurers Expect €1.4 Billion Cost [URL:http://floodlist.com/europe/france-floods-insurers-expect-e1-4-billion-cost](http://floodlist.com/europe/france-floods-insurers-expect-e1-4-billion-cost)
72. Japan's Experience With Earthquakes Can Help Teach Us to Learn to Live With Floods [URL: http://floodlist.com/asia/japans-earthquake-floodprotection](http://floodlist.com/asia/japans-earthquake-floodprotection)
73. UK – Evacuations After Storm Dennis Triggers Major Flooding in England and Wales [URL:http://floodlist.com/europe/united-kingdom/stormdennis-floods-england-wales-february-2020](http://floodlist.com/europe/united-kingdom/stormdennis-floods-england-wales-february-2020)

74. Why Flooding Is Still So Difficult to Predict and Prepare For URL:
<http://floodlist.com/europe/united-kingdom/why-flooding-is-still-so-difficult-to-predict-and-prepare-for>

75. Climate Change to Increase Compound Flooding in Northern Europe
URL:<http://floodlist.com/europe/climate-change-to-increase-compound-flooding-in-northern-europe>

76. Turkey – More Deadly Flash Floods in North East After 272mm of Rain in Rize Province URL:<http://floodlist.com/asia/turkey-rize-floods-july-2020>

77. Bulgaria – Storm and Floods in Sofia URL:
<http://floodlist.com/europe/bulgaria-floods-sofia-july-2020>

78. Poland – Hundreds Evacuate After Floods in South East
URL:<http://floodlist.com/europe/poland-hundreds-evacuate-after-floods-in-southeast>

79. Serbia – State of Emergency After Floods Prompt Evacuations
URL:<http://floodlist.com/europe/serbia-floods-june-2020>

80. Hungary and Czech Republic – 1 Dead, Dozens Evacuated After Storms Trigger Flash Floods URL:<http://floodlist.com/europe/hungary-czech-storms-floods-june-2020> 147

81. Czech Republic – Deadly Flash Floods in East URL:
<http://floodlist.com/europe/czech-republic-flash-floods-olomouc-june-2020>

82. Austria – Heavy Rain Triggers Deadly Landslides and Floods in South
URL:<http://floodlist.com/europe/austria-landslides-floods-salzburg-carinthian-november-2019>

83. Greece – Flash Floods Hit Thessaloniki URL:<http://floodlist.com/europe/greece-floods-thessaloniki-september-2019>

84. Diakakis M. et al. An integrated approach of ground and aerial observations in flash flood disaster investigations. The case of the 2017 Mandra flash flood in Greece //International Journal of Disaster Risk Reduction. – 2019. – T. 33. – C. 290-309.

85. Sweden – Flash Floods in Gothenburg After Heavy Rain
[URL:http://floodlist.com/europe/sweden-flash-floods-göteborg-september-2019](http://floodlist.com/europe/sweden-flash-floods-göteborg-september-2019)
86. Norway – 1 Missing After Floods and Landslides in South West
[URL:http://floodlist.com/europe/norway-floods-landslides-jolster-forde-july-2019](http://floodlist.com/europe/norway-floods-landslides-jolster-forde-july-2019)
87. Switzerland – Flash Floods Cause Major Damages in Neuchâtel
[URL:http://floodlist.com/europe/switzerland-flash-floods-neuchatel-june-2019](http://floodlist.com/europe/switzerland-flash-floods-neuchatel-june-2019)
88. Poland – Evacuations After Floods in Lublin URL:
<http://floodlist.com/europe/poland-floods-wierzchowska-lublin-june-2019>
89. Romania – Flooding Prompts Emergency Rescues and Evacuations
[URL:http://floodlist.com/europe/romania-floods-june-2019](http://floodlist.com/europe/romania-floods-june-2019)
90. Greece and Turkey – at Least 1 Dead After Heavy Rain and Flash Floods
[URL:http://floodlist.com/europe/greece-turkey-floods-november-2018](http://floodlist.com/europe/greece-turkey-floods-november-2018)
91. Slovakia – Hundreds Evacuated After Floods in Tatra Mountains
[URL:http://floodlist.com/europe/slovakia-floods-tatra-mountains-july-2018](http://floodlist.com/europe/slovakia-floods-tatra-mountains-july-2018)
92. Albania – Heavy Rain and Melting Snow Cause Flooding in North
[URL:http://floodlist.com/europe/albania-floods-march-2018](http://floodlist.com/europe/albania-floods-march-2018)
93. Albania – Evacuations and Rescues After Torrential Rain Causes Flooding
[URL:http://floodlist.com/europe/albania-floods-december-2017](http://floodlist.com/europe/albania-floods-december-2017) 148
94. Albania, Montenegro and Serbia – Floods Force Hundreds to Evacuate, 2
Dead in Albania [URL:http://floodlist.com/europe/albania-montenegro-serbiafloods-november-2016](http://floodlist.com/europe/albania-montenegro-serbiafloods-november-2016)
95. Poland – Floods in Elblag After 80mm of Rain in 24 Hours
[URL:http://floodlist.com/europe/poland-floods-elblag-september-2017](http://floodlist.com/europe/poland-floods-elblag-september-2017)
96. Macedonia – EU, UN and World Bank Join Forces in Flood Recovery
[URL:http://floodlist.com/europe/macedonia-eu-un-world-bank-join-forces-floodrecovery](http://floodlist.com/europe/macedonia-eu-un-world-bank-join-forces-floodrecovery).
97. Indonesia – More Fatalities After Floods and Landslides in West Papua and
Southeast Sulawesi [URL:http://floodlist.com/asia/indonesia-floods-westpapua-southeastsumatra-july-2020](http://floodlist.com/asia/indonesia-floods-westpapua-southeastsumatra-july-2020)

98. India – Floods and Rain Affect 300,000 in Bihar and Uttar Pradesh URL:
<http://floodlist.com/asia/india-floods-bihar-uttarpradesh-july-2020>
99. Bangladesh – Floods in 15 Districts Affect Almost 1.4 Million URL:
<http://floodlist.com/asia/bangladesh-floods-update-july-2020-2>
100. Indonesia – Floods in South Sulawesi Leave at Least 16 Dead URL:
<http://floodlist.com/asia/indonesia-floods-north-luwu-regency-south-sulawesi-july2020>
101. South Korea – Deadly Flash Floods After 277mm of Rain in South Gyeongsang URL:
<http://floodlist.com/asia/south-korea-flash-floods-july-2020>
102. Pakistan – Deadly Flash Floods in Khyber Pakhtunkhwa URL:
<http://floodlist.com/asia/pakistan-glof-golen-valley-chitral-july-2020>
103. Malaysia – Over 200 Evacuate After Flash Floods in Negeri Sembilan URL:
<http://floodlist.com/asia/malaysia-floods-negeri-sembilan-july-2020-in>
104. Nepal – Dozens Dead or Missing After Heavy Rain Triggers Floods and Landslides URL:
<http://floodlist.com/asia/nepal-monsoon-floods-landslidesjuly-2020>
105. Mongolia – Floods Leave 8 Dead, 2,300 Homes Damaged URL:
<http://floodlist.com/asia/mongolia-floods-july-2020>
- 149 106. Myanmar – Jade Mine Landslide Kills Over 160 URL:
<http://floodlist.com/asia/myanmar-jade-mine-landslide-kachin-july-2020>
107. Thailand – Wind Storms and Flash Floods in North URL:
<http://floodlist.com/asia/thailand-floods-june-2020>
108. Yemen – Deadly Floods in Central and Eastern Governorates URL:
<http://floodlist.com/asia/yemen-floods-hadhramaut-shabwa-june-2020>
109. Oman – Deadly Flash Floods in Dhofar Province <http://floodlist.com/asia/oman-floods-dhofar-may-2020>
110. Sri Lanka – 2 Dead After Heavy Rain and Floods <http://floodlist.com/asia/sri-lanka-floods-may-2020>
111. Laos – 3 Dead, 4 Missing After Flash Floods in North URL:
<http://floodlist.com/asia/laos-flash-floods-north-april-2020>

112. Iran – 7 Dead, Thousands Rescued as Floods Hit 18 Provinces
<http://floodlist.com/asia/iran-floods-update-april-2020>
113. Afghanistan – Flash Floods Leave 11 Dead, Homes Destroyed
<http://floodlist.com/asia/afghanistan-floods-march-2020>
114. Syria – Deadly Floods in North <http://floodlist.com/asia/syria-floodsraqqa-march-2020>
115. Iraq – Floods in Northern and Central Areas After Torrential Rain
<http://floodlist.com/asia/iraq-floods-nineveh-salahaddin-diyala-march-2020>
116. Nigeria – Buildings Damaged After Flash Floods in Ikorodu, Lagos
<http://floodlist.com/africa/nigeria-floods-ikorodu-lagos-june-2020>
117. Côte d'Ivoire – at Least 13 Killed in Anyama Landslide
<http://floodlist.com/africa/cote-divoire-anyama-landslide-june-2020>
118. Ghana – Floods Turn Deadly in Accra
<http://floodlist.com/africa/ghanafloods-accra-june-2020>
119. Central African Republic – 3 Missing After Flash Floods in Bangui
<http://floodlist.com/africa/centralafricanrepublic-floods-bangui-may-2020>
120. Uganda – 8 Dead After More Floods in Kasese <http://floodlist.com/africa/uganda-floods-kasese-may-2020> 150
121. Algeria – Damaging Floods in Oran and Mostaganem Provinces
<http://floodlist.com/africa/algeria-floods-oran-may-2020>
122. Burundi – 10,000 Displaced by Floods Since Late April <http://floodlist.com/africa/burundi-floods-late-april-may-2020>
123. Kenya – Floods Hit North and Central Regions as Death Toll Rises to 237
<http://floodlist.com/africa/kenya-floods-north-central-regions-may-2020>
124. Somalia – 4 Dead After Heavy Rain Floods Mogadishu <http://floodlist.com/africa/somalia-floods-mogadishu-may-2020>
125. Ethiopia – 12 Killed in Landslide Triggered by Heavy Rain
<http://floodlist.com/africa/ethiopia-landslide-snnpr-may-2020>

126. Chad – Floods in South Destroy Shelters in Displacement Camps
<http://floodlist.com/africa/chad-flood-moyenchari-april-2020>
127. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2015 рік. Київ. 2016. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Analitichniyoglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v--Ukrayini-za-2015-rik.html>
128. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2016 рік. Київ. 2017. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Analitichniyoglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v--Ukrayini-za-2016-rik.html>
129. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2017 рік. Київ. 2018. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Analitichniyoglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v--Ukrayini-za-2017-rik.html>
130. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2018 рік. Київ. 2019. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Analitichniyoglyad-stanu-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bezpeki-v--Ukrayini-za-2018-rik.html>
131. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2001 році. URL: https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2001/AO_2001.pdf
132. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2002 році. URL: https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2002/AO_2002.pdf 151
133. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2003 році. URL: https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2003/AO_2003.pdf
134. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2004 році. URL: https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2004/AO_2004.pdf
135. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2008 році. URL: https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2008/AO_2008.pdf
136. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2009 році. URL: https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2009/AO_2009.pdf

137. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2010 році. URL:https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2010/AO_2010.pdf

138. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році. URL:https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2011/AO_2011.pdf

139. Небезпечні стихійні явища на території України. URL:<https://osvita.ua/vnz/reports/ecology/18853/>

140. Чи так неминуче. Чому затопило Західну Україну. URL:<https://ua.korrespondent.net/ukraine/events/4244864-chy-tak-nemynuchechomu-zatopylo-zakhidnu-ukrainu>

141. Риск – Википедия. Доступ: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D1%81%D0%BA>

142. Этимологический онлайн-словарь русского языка Макса Фасмера. Доступ: <https://vasmer.lexicography.online/%D1%80/%D1%80%0%B8%D1%81>

143. Орлова А.И. Эконометрика. М.: Экзамен, 2004. 576 с.

144. Литовских А.М. Финансовый менеджмент. Таганрог: Изд. ТРТУ, 2008. 238 с. 145. Орлов А.И., Рухлинский В.М., Шаров В.Д. Экономическая оценка рисков при управлении безопасностью полетов // Материалы I Международной конференции «Стратегическое управление и контроллинг в некоммерческих и публичных организациях: фонды, университеты, муниципалитеты, ассоциации и партнерства»: Выпуск №1 / Под научн. ред. С.Л. Байдакова и С.Г. Фалько. М.: НП «ОК», 2011. С. 108–114.

146. Орлов А.И., Пугач О.В. Подходы к общей теории риска. Доступ: <file:///C:/Users/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B0/Downloads/UBS4003.pdf>

147. Орлов А.И. Непараметрическое точечное и интервальное оценивание характеристик распределения // Заводская лаборатория. 2004. Т. 70, №5. С. 65–70.

148. Орлов А.И. Об оптимизации выборочного контроля качества продукции / А.И. Орлов / Стандарты и качество. 1989. №3. С. 91–94. 155

149. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование в условиях неопределенности и риска / Доклад на научном семинаре Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге МГТУ им. Н.Э. Баумана. Доступ: <http://ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html#stats-14-neopr>
150. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Ч.2. Экспертные оценки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 486 с.
151. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. Доступ: http://sedok.narod.ru/sc_group.html
152. Орлов А.И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные. М.: Знание, 1980. 64 с.
153. Вошинин А.П. Построение аналитических моделей по данным вычислительного эксперимента в задачах анализа чувствительности и оценки экономических рисков / А.П. ВошининЮ П.В. Бронз / Заводская лаборатория. 2007. Т. 73, №1. С. 101–104.
154. Реферат Розробка автоматизованої системи тестування знань з дисципліни &Російська мова& [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: ukrbukva.net/page,3,94206-Razrabotka-avtomatizirov...-Russkiiy-yazyk.html.
155. Управління ІТ-проектами [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19849/1/Методичка_Упр.ІТ-пр.pdf.
156. Сучасний стан та перспективи розвитку Автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи АІВС-“Тиса” [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://buvrtyisa.gov.ua/newsite/?page_id=107.
157. МІМТ: Геоінформаційна система охорони здоров'я [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://magneticonemt.com/m1gis-medichna-geoinformatsijna-sistema/>.
158. Навчально-методичний центр цивільного захисту та безпеки життєдіяльності [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vl.nmc.dsns.gov.ua/ua/Nakazi.html>.

159. Национальная библиотека им. Н. Э. Баумана Bauman National Library [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.bmstu.wiki/MariaDB>.

160. Чуб І. А., Міхайловська Ю. В., Гудак Р. В. Визначення структури сил ліквідації надзвичайної ситуації на основі розв'язання задачі про покриття. Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: матеріали ІХ Міжнар. наук.-практ. конф., м. Черкаси, ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2018 р., м. Черкаси, 2018. С. 217-219.

161. Дивизинюк М.М. Особенности моделирования чрезвычайных ситуаций, вызванных распространением антропогенных загрязнений / М.М. Дивизинюк, Е.В. Азаренко, А.Н. Фурсенко // Збірник наукових праць СНУЯЕтаП. Севастополь: СНУЯЕтаП, 2012. Вип. 1 (41). С. 201 – 207.

ДОДАТКИ

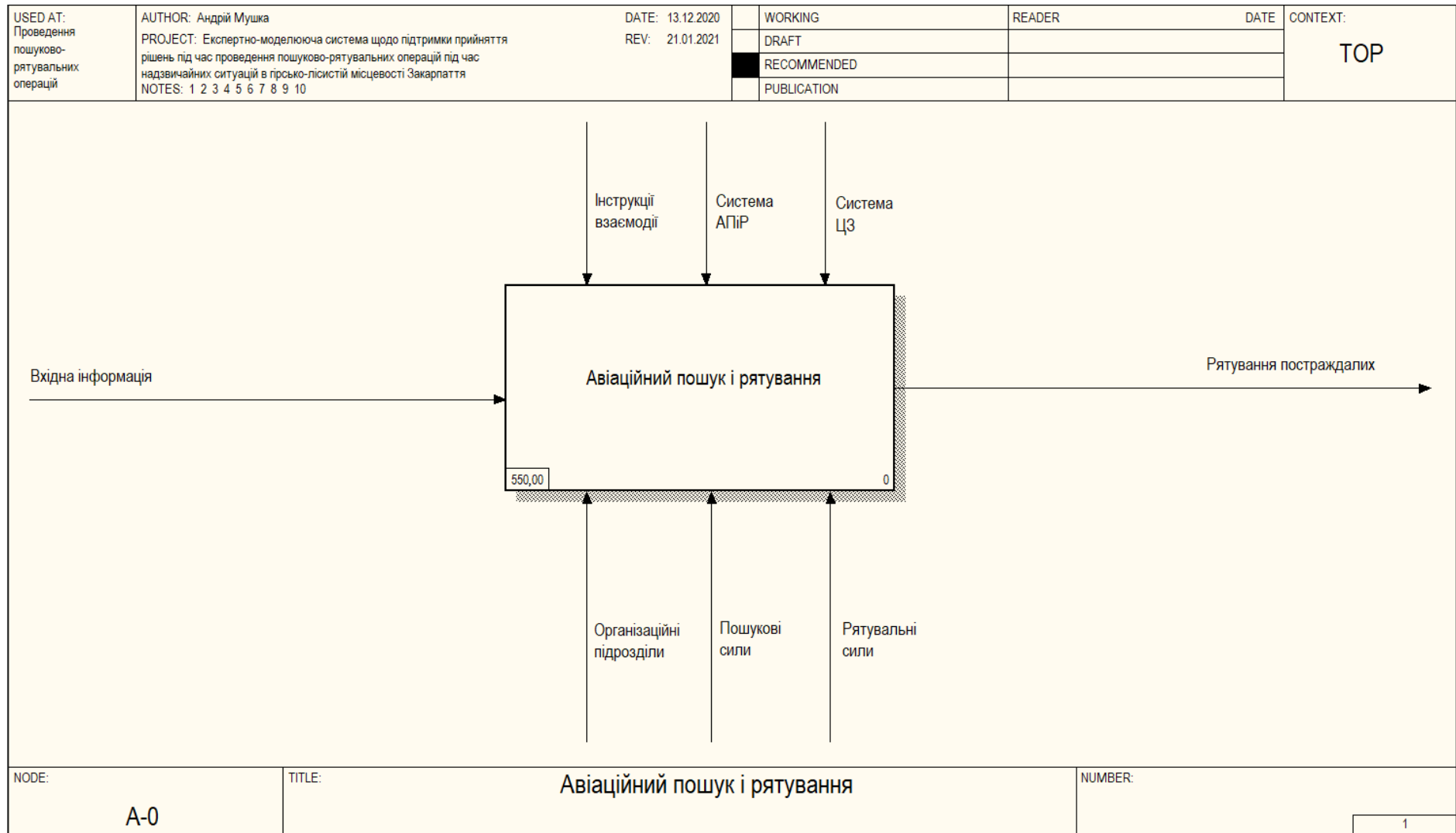


Рис. А.1. Контекстна діаграма «Авіаційний пошук і рятування».

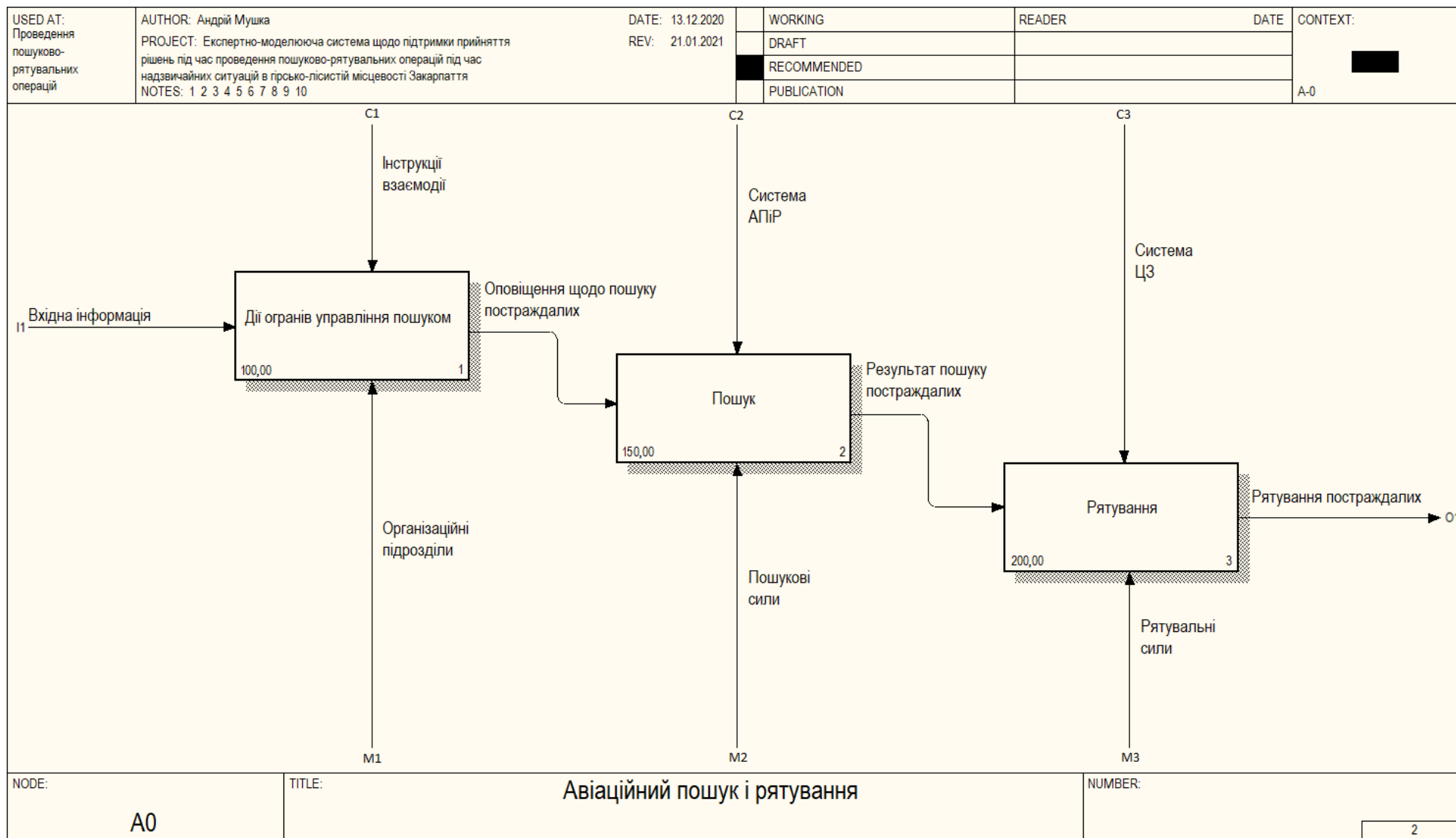


Рис. А.2. Декомпозиція контекстної діаграми першого рівня.

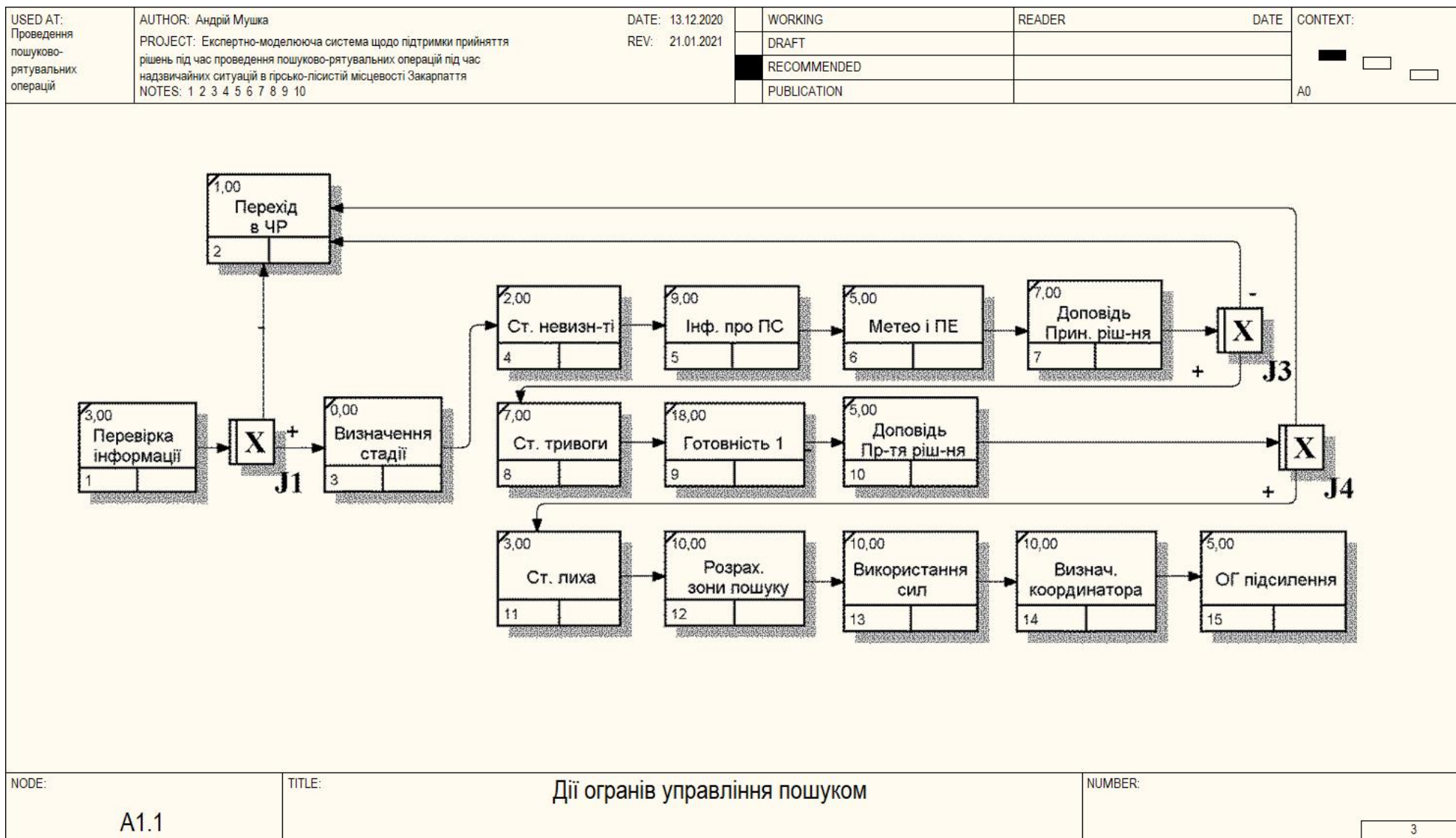


Рис. А.3. Декомпозиція по IDEF3 функції «Дії органів управління пошуком».

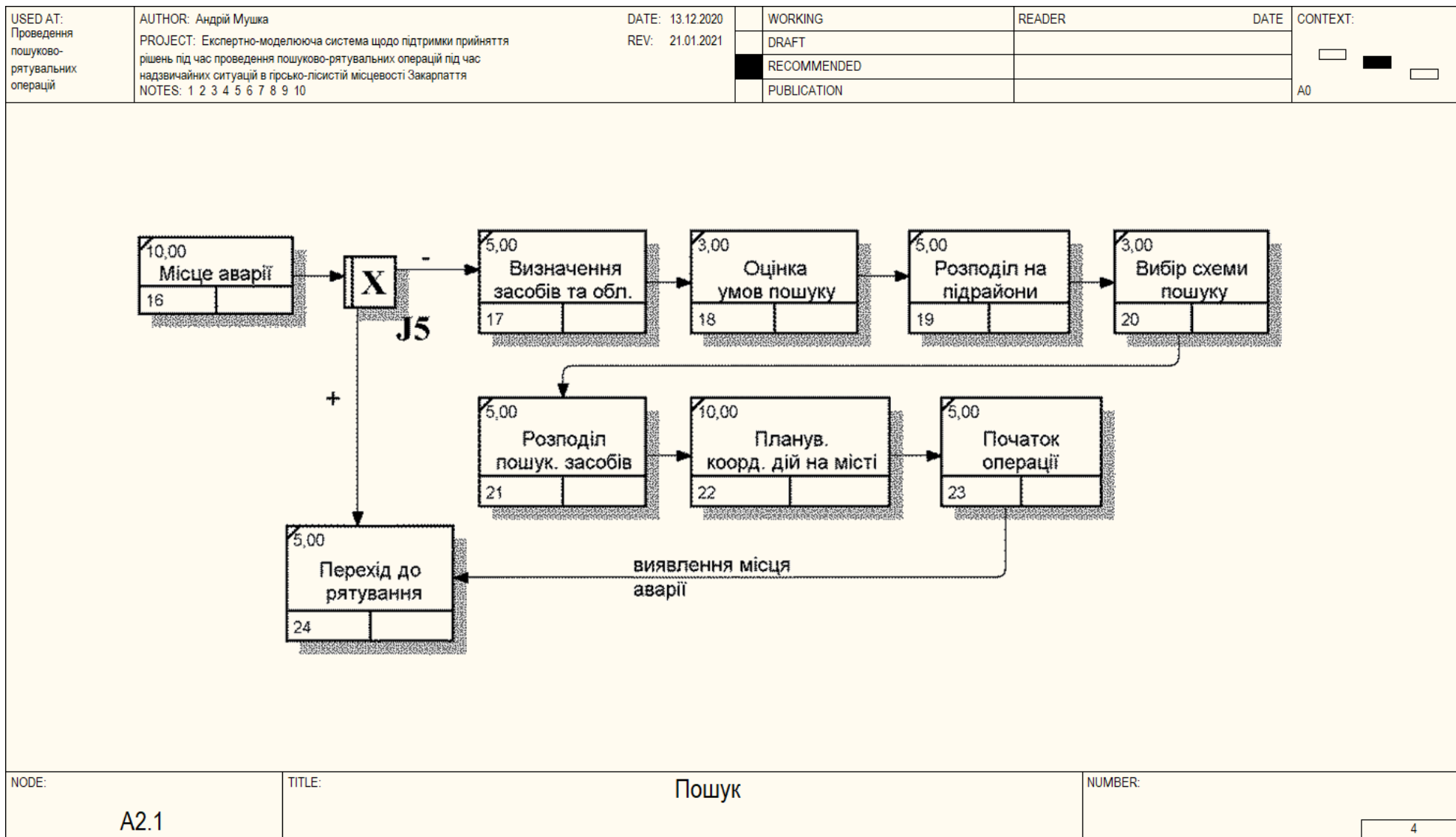


Рис. А.4. Декомпозиція по IDEF3 функції «Пошук».

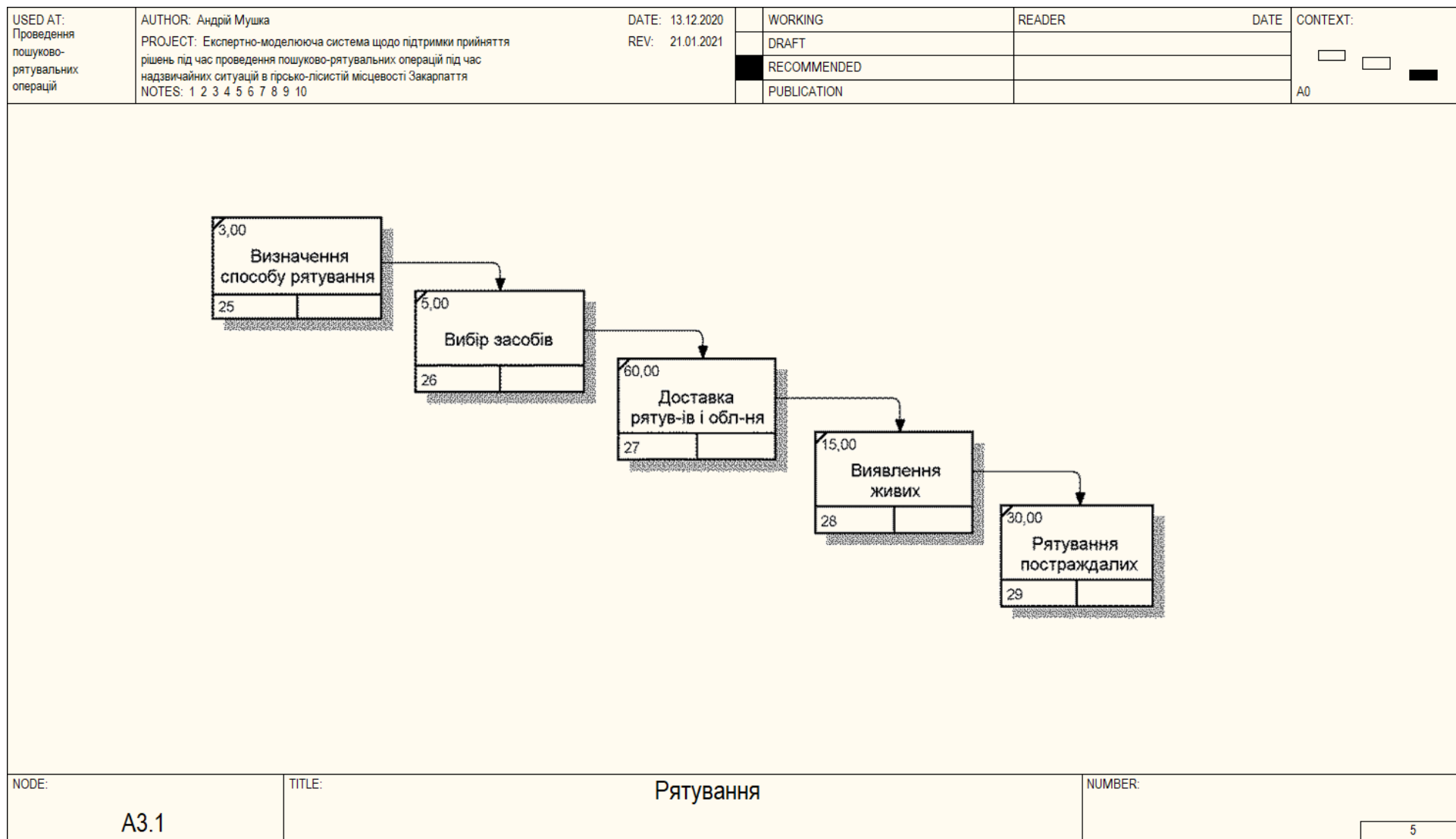


Рис. А.5. Декомпозиція по IDEF3 функції «Рятування».

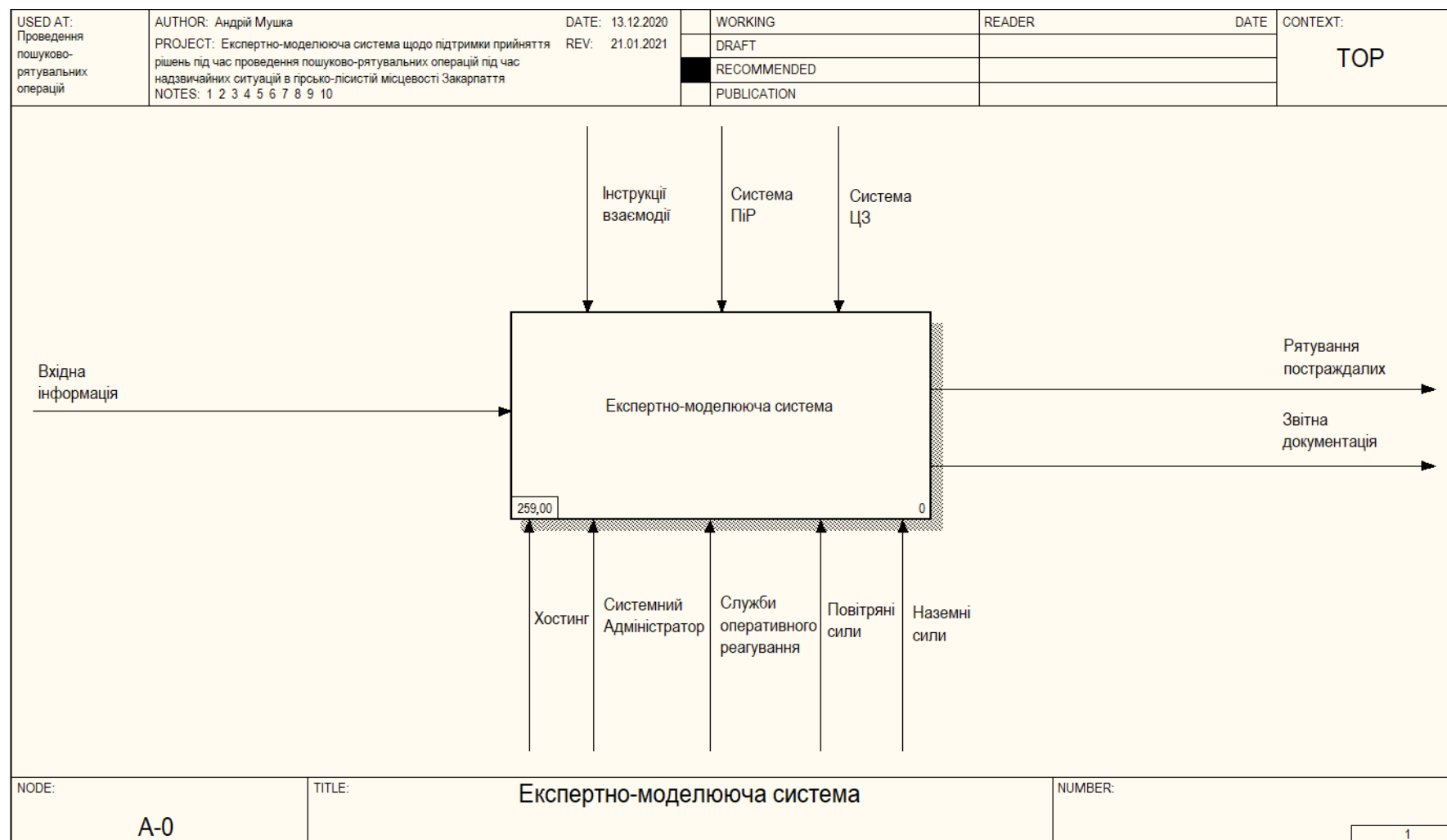


Рис. Б.1. Контекстна діаграма «Експертно-моделююча система».

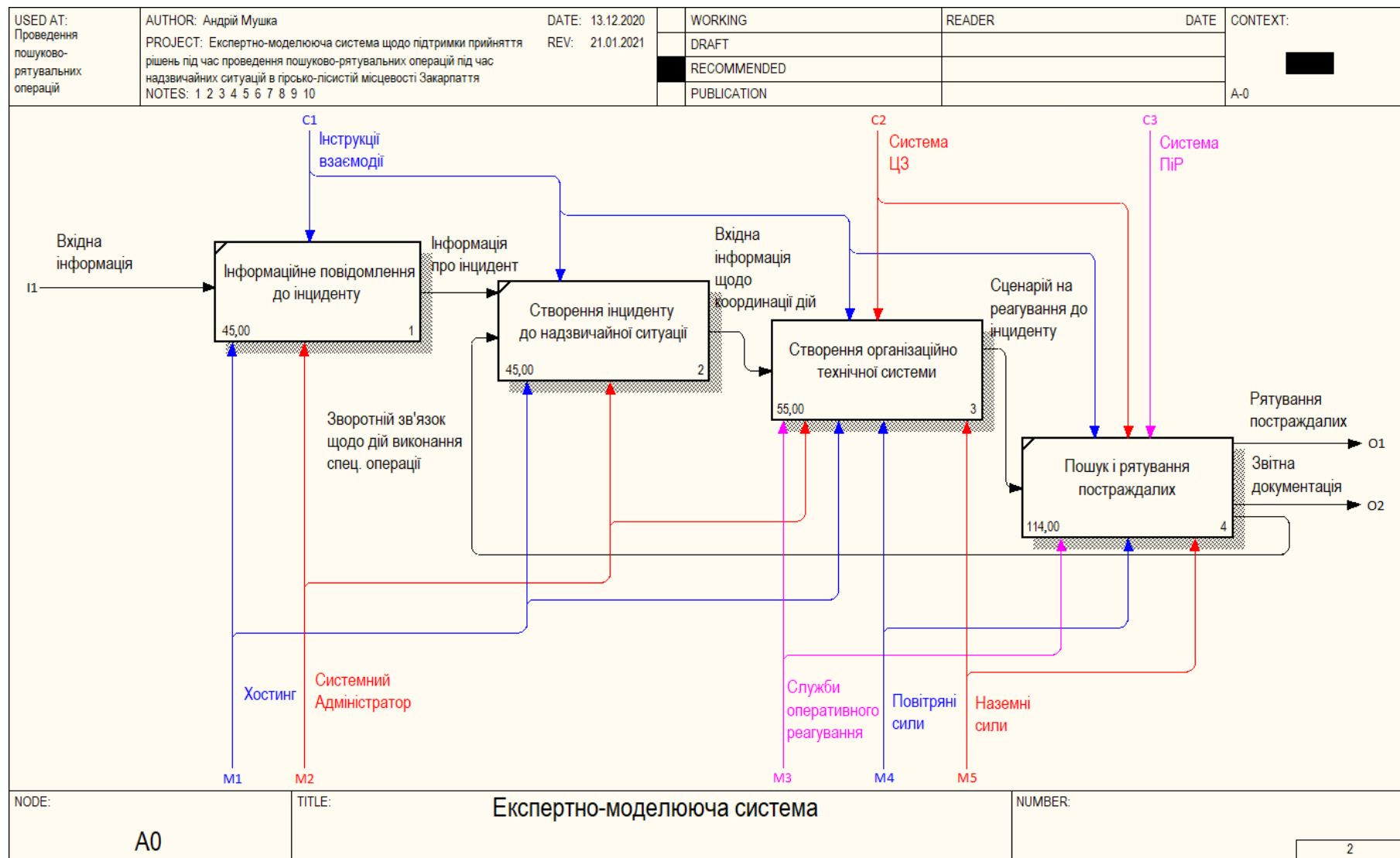


Рис. Б.2. Декомпозиція контекстної діаграми першого рівня.

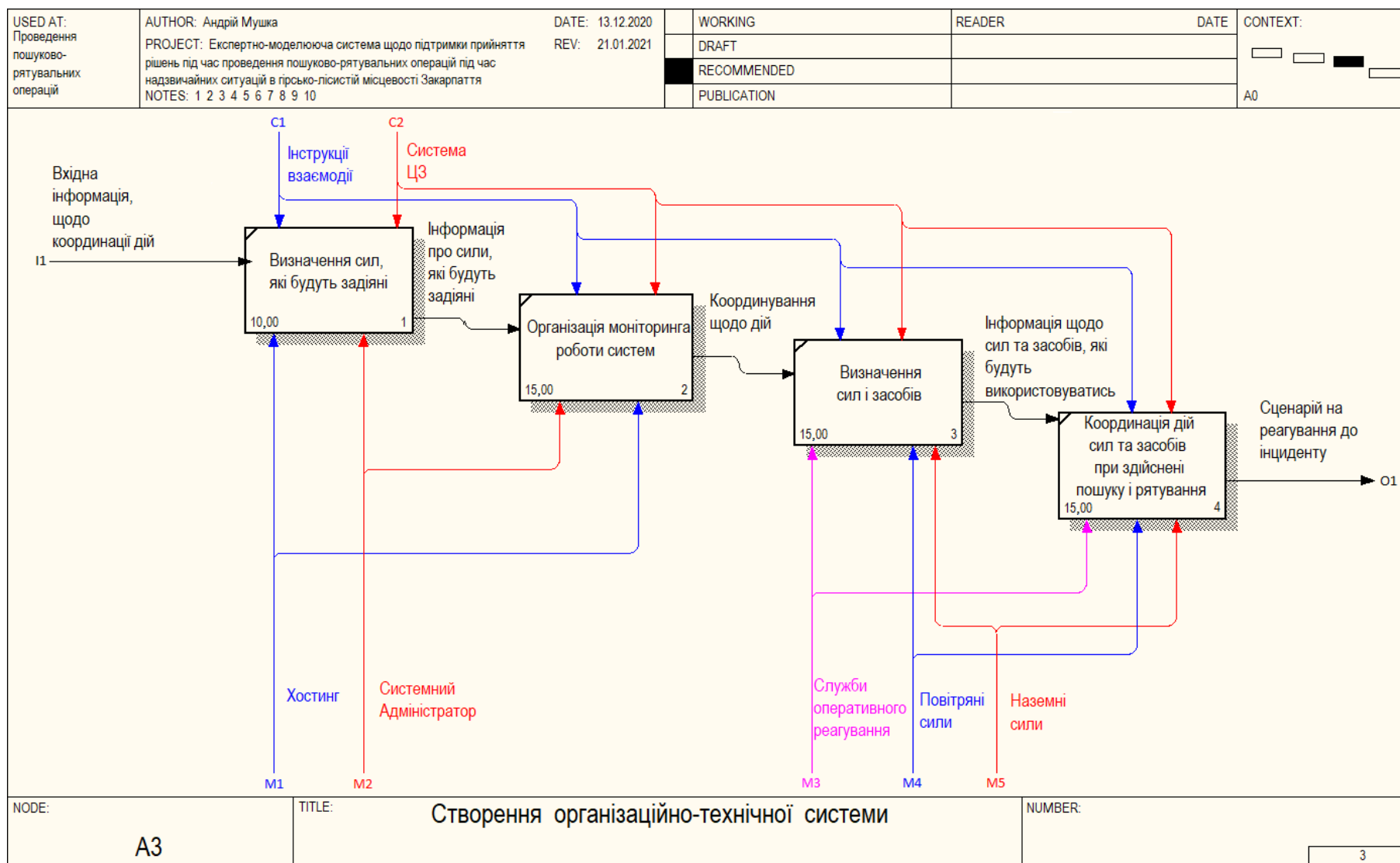


Рис. Б.3. Декомпозиція по IDEF0 функції «Створення організаційно-технічної системи».

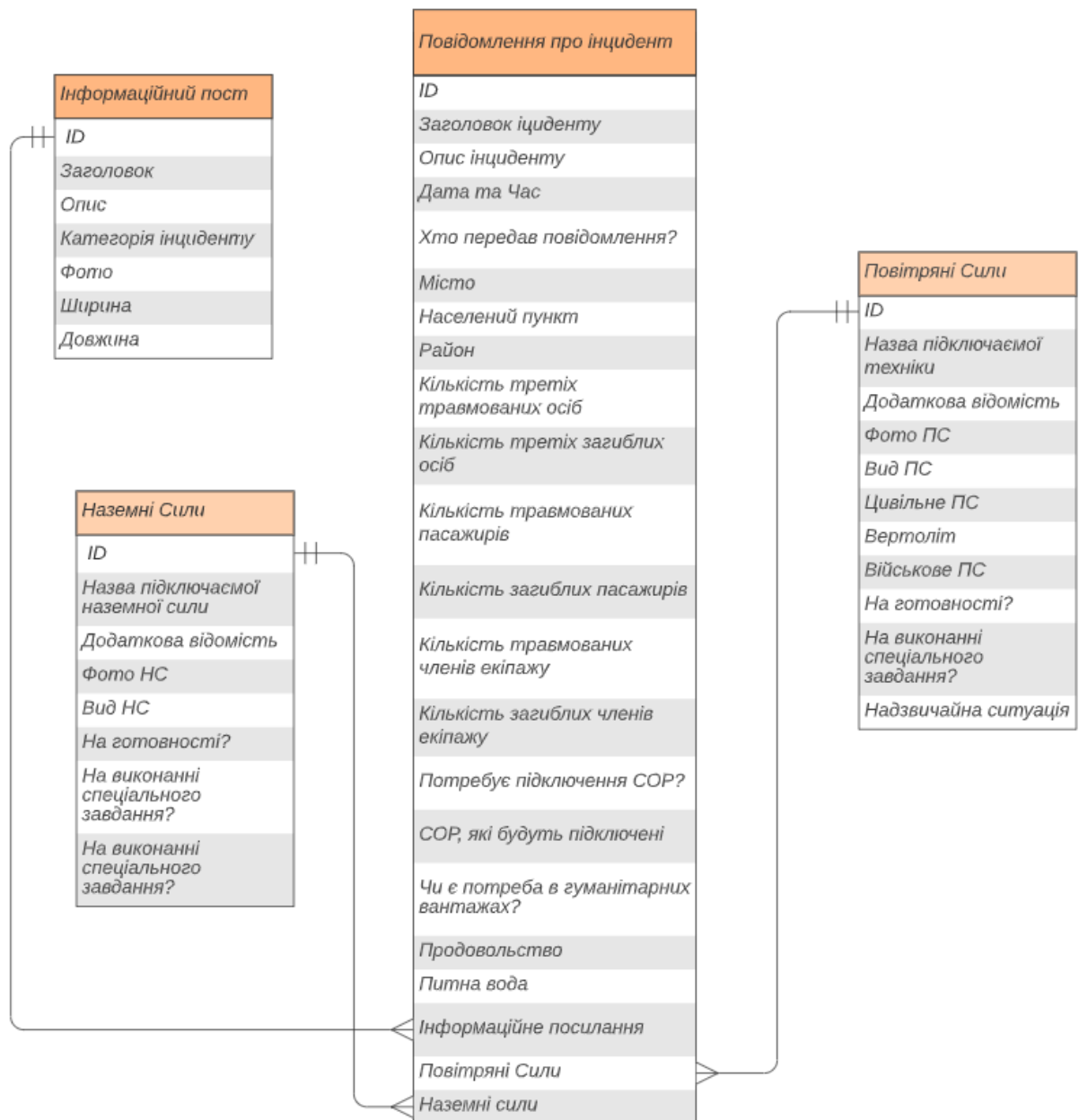


Рис. В.1. Логічна схема бази даних.

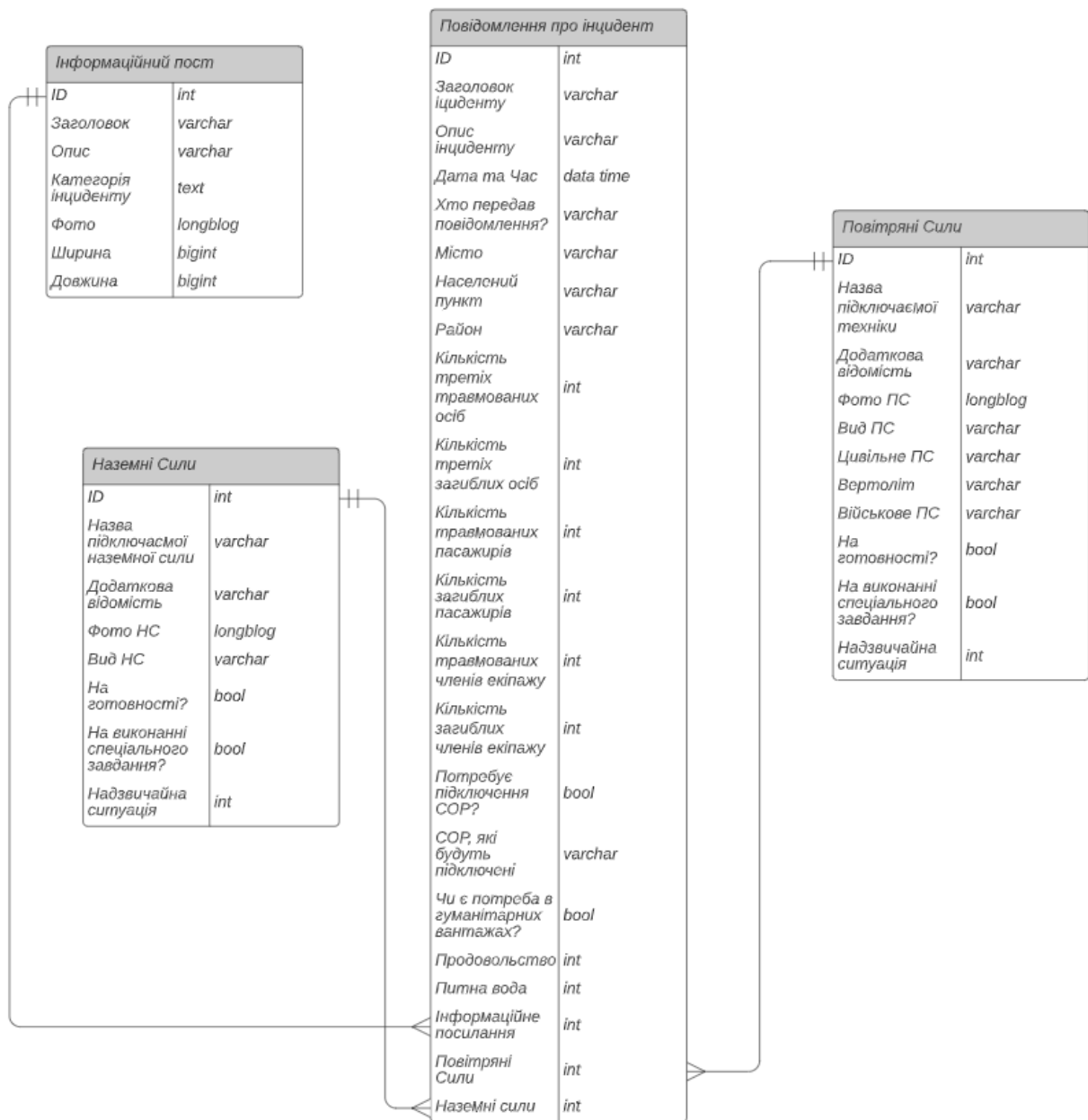


Рис. В.2. Фізична схема бази даних.

```
<!doctype html>

<html lang="en" ng-strict-di>

<head ng-controller="PageMetadata">

<meta charset="utf-8">

<meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">

<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">

<script src="/config.js"></script>

<title ng-bind-template="{{pageTitle}} {{siteTitle}}"></title>

<meta name="description" ng-attr-content="{{pageDescription}}">

<meta name="keywords" ng-attr-content="{{pageKeywords}}">

<meta name="robots" ng-attr-content="{{pageRobots}}">

<meta name="apple-itunes-app" content="app-id={{appStoreId}}, app-
argument={{currentFullUrl}}">

<link rel="manifest" href="/manifest.json">

<base href="/">

<link href="/vendors~app.769c11d6e801c824861b.css" rel="stylesheet"><link
href="/app.9040f9b5e35186130d1c.css" rel="stylesheet"></head>
```

<!-- TODO: set layouts per view directive -->

<body ng-class="{ 'rtl-namespace' : rtlEnabled, 'ltr-namespace' : !rtlEnabled,
'modal-visible': modalVisible, 'demo-visible' : demoBarVisible }" class="{ {
globalLayout } } ltr-namespace" canvas>

Skip to content

<div id="bootstrap-loading">

<!-- loading the document -->

<div class="loading">

<div class="line"></div>

<div class="line"></div>

<div class="line"></div>

</div>

<!-- end loading the document -->

</div>

<div id="bootstrap-error" class="hidden">

<div class="wrapper">

<main class="page-content">

<div class="alert error">

<p id="bootstrap-error-message">Sorry, something went wrong. Try reloading the
page.</p>

</div>

</main>

</div>

</div>

<div id="bootstrap-app" class="hidden">

<mode-bar current-user="currentUser"></mode-bar>

<ui-view></ui-view>

<!-- TODO: fix and uncomment

<first-time-config></first-time-config>

-->

<ush-slider></ush-slider>

<ush-demo-slider></ush-demo-slider>

<ush-modal-container></ush-modal-container>

<ush-mainsheet-container></ush-mainsheet-container>

</div>

<script type="text/javascript">

if (window.ushahidi && window.ushahidi.doorbellEnabled) {

window.doorbellOptions = {

```

tags: ['platform'],

appKey: window.ushahidi.doorbellAppKey,

properties: {

apiUrl: window.ushahidi.apiUrl

},

onShow: function () {

injector = angular.element(document).injector();

auth = injector.get('Authentication');

session = injector.get('Session');

if (auth && session) {

doorbell.setOption('email', session.getSessionDataEntry('email'));

doorbell.setProperty('loggedIn', auth.getLoginStatus());

doorbell.setProperty('role', session.getSessionDataEntry('role'));

doorbell.setProperty('realname', session.getSessionDataEntry('realname'));

}

}

};

(function(d, t) {

var g = d.createElement(t);g.id = 'doorbellScript';g.type = 'text/javascript';g.async

```

```
= true;g.src = 'https://embed.doorbell.io/button/2005?t='+ (new
Date().getTime());(d.getElementsByTagName('head')[0]||d.getElementsByTagName('bo
dy')[0]).appendChild(g);
```

```
})(document, 'script'));
```

```
}
```

```
</script>
```

```
<!--
```

Intercom integration

```
-->
```

```
<script type="text/javascript">
```

```
(function(){
```

```
var per_app_intercom_widget;
```

```
function getAppId() {
```

```
if (typeof window.intercomSettings !== 'undefined' &&
```

```
typeof(window.intercomSettings.app_id) !== 'undefined') {
```

```
return window.intercomSettings.app_id
```

```
} else if (typeof window.analytics !== 'undefined' &&
```

```
typeof window.analytics._integrations !== 'undefined' &&
```

```
typeof analytics._integrations.Intercom !== 'undefined' &&
```

```

typeof analytics._integrations.Intercom.options !== 'undefined' &&

typeof analytics._integrations.Intercom.options.appId !== 'undefined') {

return analytics._integrations.Intercom.options.appId;

} else {

return "";

}

}

per_app_intercom_widget = 'https://widget.intercom.io/widget/' + getAppId();

var script_tag = document.createElement('script');

script_tag.type = 'text/javascript';

script_tag.async = true;

script_tag.src = per_app_intercom_widget;

var existing_script = document.getElementsByTagName('script')[0];

existing_script.parentNode.insertBefore(script_tag, existing_script);

})();

</script>

<div ng-controller="intercom"></div>

<script>

```

```

if (window.ushahidi && window.ushahidi.gaEnabled) {

(function(i,s,o,g,r,a,m){i['GoogleAnalyticsObject']=r;i[r]=i[r]||function(){

(i[r].q=i[r].q||[]).push(arguments)},i[r].l=1*new Date();a=s.createElement(o),

m=s.getElementsByTagName(o)[0];a.async=1;a.src=g;m.parentNode.insertBefore

(a,m)

})(window,document,'script','//www.google-analytics.com/analytics.js','ga');

ga('create', window.ushahidi.gaKey, 'auto');

ga('send', 'pageview');

}

</script>

<script>

if (window.ushahidi && window.ushahidi.googleMapsApiKey) {

(function(d, t, c, s) {

var g = d.createElement(t);g.id = 'mapsApi';g.type = 'text/javascript';g.async =

true; g.src = 'https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=' +

window.ushahidi.googleMapsApiKey +

'&libraries=places';g.onload=c;g.onreadystatechange=c; s =

d.getElementsByTagName(t)[0];s.parentNode.insertBefore(g, s);

})(document, 'script', function () {

var e = document.createElement('div');

```

```
e.style.display = 'none';

window.googlePlaces = new google.maps.places.PlacesService(e);

});

}

</script>
```

```
<!--
```

Facebook sharing code

```
-->
```

```
<div id="fb-root"></div>
```

```
<script>(function(d, s, id) {
```

```
var js, fjs = d.getElementsByTagName(s)[0];
```

```
if (d.getElementById(id)) return;
```

```
js = d.createElement(s); js.id = id;
```

```
js.src = "//connect.facebook.net/en_GB/sdk.js#xfbml=1&version=v2.8";
```

```
fjs.parentNode.insertBefore(js, fjs);
```

```
})(document, 'script', 'facebook-jssdk');</script>
```

```
<script type="text/javascript"
```

```
src="vendors~app.c01d94f0869629f6b8eb.js"></script><script type="text/javascript"
```

```
src="app.70548936040a815b4c9a.js"></script></body>
```

```
</html>
```