

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

**МЕТОДИКА ПОПЕРЕДЖЕННЯ
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ
В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ
ОПЕРАТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ
АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ
ПІДРОЗДІЛІВ**

Монографія

Харків
2023

УДК 621.03.9
М54

*Рекомендовано до друку Вченою радою НУЦЗ України
(протокол від 17.05.2023 № 10)*

Рецензенти:

кандидат технічних наук **Т. М. Скоробагатько**
доктор технічних наук, професор **В. В. Тютюник**

М54 Методика попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів: монографія / Андронов В. А., Бурменко О. А. – Харків. Видавець: О. А. Мірошніченко, 2023. – 106 с.

ISBN 978-617-8130-26-8.

У монографії вирішено важливу науково-практичну задачу у галузі цивільного захисту – запропоновані моделі та експертно-статистичну методику попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, яка пов'язана із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій та реагування на них. Це стає перспективним лише за умови досягнення відповідного рівня оперативних можливостей підрозділів ДСНС, який відповідає (переважає) потенційний рівень небезпеки.

Для наукових та науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів (ад'юнктів), здобувачів вищої освіти у межах навчальних дисциплін закладів вищої освіти сектору безпеки та оборони.

УДК 621.03.9

ISBN 978-617-8130-26-8

© Андронов В. А., Бурменко О. А., 2023
© НУЦЗУ, 2023

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1. Сучасний стан та особливості попередження надзвичайних ситуацій в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів	8
1.1 Аналіз стану з попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів у країнах світу	8
1.2 Аналіз стану з попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів у країнах-партнерах з розбудови системи цивільного захисту	15
1.3 Особливості попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів в Україні.....	19
Висновки за першим розділом.....	22
Розділ 2. Структурно-логічна модель управління надзвичайною ситуацією регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів	23
2.1 Послідовність робіт з прийняття управлінських рішень в умовах інформаційних обмежень оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів.....	23
2.2 Структурно-логічна модель управління надзвичайною ситуацією регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів.....	28
Висновки за другим розділом.....	30

Розділ 3. Розробка експертно-статистичної моделі попередження надзвичайних ситуацій в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів	32
3.1 Умови понятійного формування експертно-статистичної моделі попередження надзвичайних ситуацій в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів	32
3.2 Рішення окремих експертно-статистичних задач з оцінки оперативного потенціалу та здатності аварійно-рятувальних підрозділів	36
3.2.1 Експертно-статистична задача з оцінки оперативного потенціалу аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування	36
3.2.2 Експертно-статистична задача з оцінки оперативної здатності аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування	42
3.3 Експертно-статистична модель попередження надзвичайних ситуацій в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів	47
Висновки за третім розділом	49
Розділ 4. Розробка методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів	51
4.1 Алгоритм застосування методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів	51
4.2 Процедури застосування методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах	

обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів.....	55
Висновки за четвертим розділом.....	68
Розділ 5. Перевірка достовірності і пропозиції з впровадження розробленої моделі та методики	69
5.1 Хронологія протікання надзвичайної ситуації регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей на прикладі вибухів на арсеналі в м. Лозова Харківської області.....	69
5.2 Аналіз результатів отриманих за допомогою розробленої експертно-статистичної моделі та відповідної методики	76
5.3 Застосування розробленої експертно-статистичної моделі та методики на її основі для визначення штатної чисельності аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування	79
5.4 Розрахунок поетапної оптимізації оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування	81
Висновки за п'ятим розділом	82
Загальні висновки.....	84
Список використаних джерел.....	87

ВСТУП

Забезпечення необхідного рівня ефективності заходів, пов'язаних із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій та реагування на них, можливе лише за умови досягнення відповідного рівня оперативних можливостей підрозділів ДСНС, який відповідає (переважає) потенційний рівень небезпеки.

Територіальна небезпека на теренах держави, по-перше, визначається існуючими природними умовами, техногенним навантаженням, соціальними трансформаціями та воєнною загрозою; по-друге, визначається небезпекою трансграничного характеру, як з боку країн що межують з Україною, так і з боку країн далекого зарубіжжя, враховуючи стрімкий розвиток комунікаційних шляхів поширення небезпечних технологій ураження соціуму, загроз медико-біологічного характеру, тощо.

З погляду вищевикладеного, у рамках комплексного експертно-статистичного дослідження рівня оперативних можливостей територіальних підрозділів ДСНС, була визначена недостатність наявного рівня оперативних можливостей підрозділів. Так, до існуючого рівня небезпеки потрібно проведення організаційно-штатних заходів щодо зростання оперативних можливостей підрозділів понад 35 %, а у разі збереження темпів прогнозного зростання небезпеки у найближчі 3 роки – понад 62 %. Зважаючи на реформу територіального устрою України (широке коло питань завершення об'єднання територіальних громад), що з погляду на формування цивільної безпеки лише прискорює та каталізує прогнозні темпи зростання рівня потенційної небезпеки, адекватною відповіддю з боку оперативного потенціалу територіальних підрозділів ДСНС є стратегічне поетапне збільшення протягом наступних 5-10 років штатної чисельності оперативних підрозділів у 2,3 рази, а з урахуванням підрозділів забезпечення у 2,6 рази проти існуючої на сьогодні чисельності особового складу.

Тому монографія присвячена розробці експертно-статистичної методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів.

Практичне значення отриманих результатів полягає в попередженні надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, а саме, в мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій шляхом завчасної оцінки потенційної небезпеки регіону та формуванні на її основі оперативного потенціалу та оперативної здатності аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня; підпорядкування достатніх для ефективної протидії надзвичайним ситуаціям за кількісними та якісними показниками.

Пропонуються розроблені структурно-логічну та експертно-статистичну моделі попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів та відповідну методику створену на її основі використовувати для поетапної оптимізації оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування у всіх структурних підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ОСОБЛИВОСТІ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ ОПЕРАТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

1.1 Аналіз стану з попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів у країнах світу

За останні роки спостерігається стійка динаміка зростання природних та техногенних надзвичайних ситуацій (НС) регіонального, державного та міждержавного рівня поширення, які впливають на велику кількість країн по всьому світу. Ці надзвичайні ситуації спричинили широкий спектр прямих та непрямих наслідків для всіх частин суспільства, включаючи втрату людей та шкоду суспільній та приватній власності та інфраструктурі, а також вторинний вплив, що виникає внаслідок витрат на відновлення та реконструкцію інфраструктури та її подальше безпечне функціонування. У багатьох економіках, особливо в економіках з низьким рівнем доходу на кшталт України, щорічні втрати внаслідок надзвичайних ситуацій становлять значну частку валового внутрішнього продукту (ВВП). Такий стан речей потребує необхідності проведення сучасних наукових досліджень, які повинні базуватися на всебічному аналізі територіальної небезпеки та підходів до її протидії.

У разі переростання надзвичайної ситуації до регіонального рівня, вона здебільш, потребує залучення до своєї протидії ресурсів не тільки відповідного регіону, але і суміжних областей. Це відбувається насамперед у разі відсутності адекватної можливості з боку регіональних підрозділів завчасно провести необхідні заходи з метою унеможливити розростання зони надзвичайної ситуації.

Розвиток надзвичайних ситуацій подібного характеру має місце не залежно від економічного розвитку країни місця її виникнення.

Так, у США протягом 2017 року двічі: у жовтні [1] та грудні [2] виникали складні ситуації з приборканням лісових пожеж. Також НС з приборкання лісових пожеж та їх стрімкого поширення протягом останніх трьох років мали місце у 2017 році в КНР [3], в Тунісі [4], в Іспанії та Португалії [5]. Останній приклад свідчить про трансграничні умови розростання НС внаслідок відсутності дієвого резерву оперативного потенціалу аварійно-рятувальних служб. Сумна статистика мала місце й на далі: у 2018 році це, насамперед, НС пов'язані з лісовими пожежами в Індії [6] та Греції [7], у 2020 році НС навколо та безпосередньо у зоні відчуження Чорнобильської атомної електростанції (ЧАЕС) [8], у 2021 році лісові пожежі у Туреччині [9], в Європі вигоріло 660 000 га лісу з початку 2022 року, найбільше лісових площ знищено пожежами в Іспанії – 225 000 га, Румунії – 150 000 га та Португалії – 77 000 га [10].

Не менш трагічними є наслідки неузгодженості умови ефективної рівноваги між наявними заходами безпеки та потенційної небезпеки під час НС, пов'язаних із землетрусами. Так, складна ситуація з численними жертвами мала місце у 2017 році двічі в Італії [11,12], у Туреччині [13], Мексиці [14], Іраку та Ірані [15]. Не менш критичними з погляду відсутності узгодженості в кількісних та якісних характеристиках задіяного оперативного потенціалу та оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів були дії останніх під час природних катаклізмів у Бразилії [16], де мало місце трансграничне поширення небезпеки, Тайвані [17] та Японії [18], де не зважаючи на потужний потенціал та досвід протидії подібним НС, не завжди вдається досягти відповідного рівня ефективності дій, що є наслідком відсутності змінного управління у забезпеченні кількісних показників оперативного потенціалу аварійно-

рятувальних підрозділів безпосередньо в регіонах з найбільшою загрозою виникнення подібних НС [19].

6 лютого 2023 року на південному сході Туреччини та на території Сирії стався потужний землетрус[20]. Президент Туреччини Реджеп Ердоган повідомив, що землетрус магнітудою 7,7 став найпотужнішим з 1939 року. Загальна кількість загиблих станом на 18 лютого у Туреччині та Сирії становить понад 50 тисяч людей. Станом на 14 лютого, у Туреччині загинуло 5 українців, 7 вважаються зниклими безвісти. Українським дипломатам вдалося розшукати 136 громадян України та евакуювати 37 осіб.

16 лютого 2023 року у Туреччині у провінції Хатай стався новий підземний поштовх магнітудою 5.1 бали. За словами губернатора провінції, поштовхи «не мали негативних наслідків».

20 лютого 2023 року у Туреччині сталися нові землетруси: 6 людей загинуло, майже 300 отримали поранення.

З тих же причин неузгодженості умов ефективності застосування заходів протидії є стрімке поширення за межі регіону майже всіх НС природного характеру. Так, відповідними прикладами є виникнення і поширення за межі однієї територіальної одиниці наслідків НС медико-біологічного характеру. У роботі [21] наведені результати приборкування вірусу грипу. Безпосередні експериментальні дослідження довели недостатність рівня оперативної оснащеності аварійно-рятувальних підрозділів щодо протидії інфекції, яка передається повітряно-крапельним шляхом.

Станом на 26 квітня 2023 року кількість загиблих внаслідок спалаху штаму коронавірусу COVID-19 становить 6 млн. 860 тис. 779 осіб (за добу – 579 – осіб), загалом підтверджено 686 млн. 647 тис. 374 випадки захворювання (за добу – 67 тис. 579 осіб), 659 млн. 229 тис. 694 особи одужало (за добу – 87 тис. 428 осіб)[22].

У роботі [23] наголошено на необхідності враховувати при оцінці оперативного потенціалу щодо можливостей протидії НС

природного характеру фактор сезонності їх поширення та особливостей умов зовнішнього середовища. Епідемії та НС медико-біологічного характеру, особливо у зимовий час, можуть викликати серйозні економічні проблеми та бути обтяжені додатковим навантаженням на інфраструктуру аварійно-рятувальних підрозділів та медичних закладів через масову госпіталізацію [24, 25].

У роботах [26, 27] у якості додаткового фактору, який необхідно враховувати при розрахунках потенційних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, розглядаються кліматичні умови території. Так, наприклад, доведено, що різноманітні штами вірусів дуже чутливі до кліматичних змін та можуть поширюватися завдяки міграції людей за межі зони відповідальності територіальних аварійно-рятувальних підрозділів [28, 29].

У роботі [30] наведено аналіз дій з протидії НС природного характеру у США та звернуто увагу на існуючі недоліки системи протидії у досягненні кінцевого ефекту.

Також різні чинники природного характеру, які необхідно враховувати при побудові методики оцінки та розрахунку необхідного рівня потенційних можливостей, розглянуті у роботах [31] – сезонність, кліматичні умови; [32] надлишкова вологість або її відсутність, додаткові метеорологічні умови; [33] 18 грудня 2022 року внаслідок зсуву ґрунту, який обрушився на кемпінг у містечку Батанг-Калі (Малайзія), загинуло 24 особи, 9 осіб вважаються зниклими безвісті, 61 особу врятовано; [34] динаміка зміни температури навколишнього середовища та відповідно її вплив на зміни характеру та складності проведення заходів протидії; [35] особливості поширення окремих чинників небезпеки, що у свою чергу передбачає комплекс дій за окремими процедурами реалізації заходів протидії.

Не менш складною є ситуація й з протидією НС техногенного характеру у межах територіальних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів.

Ускладнення технологічних процесів призводить до збільшення кількості техногенних аварій, що відрізняються ступенем поширення наслідків за межі однієї територіальної одиниці внаслідок неможливості останньої ефективно протидіяти НС. За останні 30 років число подібних НС та техногенних аварій збільшилося майже у 3 рази, при цьому число людських жертв – у 6 разів, кількість матеріальних збитків – у 11 разів [36]. За видами аварій найбільшу кількість складають вибухи і пожежі. Про загальну складність ситуації, яка має місце у світі, свідчить перелік зафіксованих на сьогодні аварій з надрегіональним територіальним поширенням небезпеки. У 2019 році такий характер мала пожежа у Саудівській Аравії на одному з найбільших у світі нафтопереробних заводів «SaudiAramco» [37]. На нафтопереробному заводі, що належить «Eni», стався потужний вибух, після чого почалася пожежа. Витік палива на традиційній заправці в Акрі (Гана) призвів до вибуху і загибелі 175 осіб [38]. 3 червня 2022 року через повідомлення про аварію зупинив роботу один із найбільших нафтопереробних заводів Центральної Європи OMV у м. Швехат (Австрія) [39].

Нафтова аварія у Мексиканській затоці сталася у 2010 році через вибух метану на глибоководній буровій платформі попри те, що стала найбільшою екологічною катастрофою в історії США, довела відсутність резерву надійності аварійно-рятувальних підрозділів у випадку, непередбаченої крупномасштабної техногенної аварії [40]. Відповідні причини катастрофи проаналізовано у роботі [41]. Про втрату контролю над іншою ситуацією під час ліквідації пожежі на скважині «SuncorEnergy», через вибух, наведено у аналітичному звіті [42].

Відсутність узгодженості умов ефективності застосування оперативного потенціалу або його кількісна недостатність була визначена і під час пожеж на потенційно-небезпечних об'єктах, як-то нафтопереробні заводи. Так, в Японії під час гасіння пожежі на нафтопереробному заводі (НПЗ) у 2017 році [43], у Філадельфії (США), на НПЗ фірми Шеврон [44], у Карибському ба-

сейні (Пуерто-Ріко) під час ліквідації наслідків вибуху при розвантаженні танкеру [45] та витоку сірчаної кислоти [46]. З цього погляду, ситуація у країнах Східної Європи додатково обтяжена наявністю на території відповідальності окремих аварійно-рятувальних підрозділів великої кількості потужних хімічних об'єктів із застарілим технологічним обладнанням та наявністю великої кількості отруйних та вибухонебезпечних речовин, що можуть стати джерелом трансграничної аварії.

Слід також звернути увагу на фактори поширення потенційної небезпеки, яка пов'язана зі стрімкою урбанізацією території можливих НС та її врахування серед чинників впливу, що визначають необхідний рівень оперативного потенціалу.

Надзвичайні ситуації державного рівня в Україні: ускладнення погодних умов, випадання значних опадів у вигляді дощу на території Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської, Тернопільської та Чернівецької областей у період з 12 по 24 червня 2020 року, що призвело різких підйомів рівнів води в басейнах річок, ускладнення паводкової обстановки та підтоплення 349 населених пунктів, понад 14,3 тис. будинків, затоплено понад 22,4 тис. [47]; 21 січня 2021 року у Харківській області сталася пожежа у житловому двоповерховому будинку. До ліквідації залучено 149 осіб та 32 од. техніки. Внаслідок НС загинуло 16 осіб. [48]; усього з початку НС у 2022 році підрозділами ДСНС здійснено 75 тис. 215 виїздів на ліквідацію наслідків обстрілів населених пунктів, врятовано майже 3 тис. 800 осіб, ліквідовано понад 13 тис. 600 пожеж, обстежено на наявність вибухонебезпечних предметів (ВНП) понад 77 тис. 300 га територій, знешкоджено понад 311 тис. 500 ВНП[49].

Найбільші техногенні катастрофи стосуються й функціонування метрополітенів світу. У 1975 році [50] під час пожежі внаслідок удару поїзда у стіну, загинуло 43 людини, у 1987 році [51], під час пожежі ескалатора заживо згоріло 31 людина. Це ж джерело повідомляє про інші техногенні катастрофи метрополітенів у Сеулі, Нью-Йорку, Вашингтоні.

Аналіз аварійності метрополітену у країнах Східної Європи свідчить про необхідність його врахування принаймні для найбільш чисельних регіонів. Досить складна ситуація, яка безпосередньо впливає на кількісний та якісний склад оперативного потенціалу регіонального аварійно-рятувального підрозділу – це кількість пожеж, насамперед в осередках урбанізації. Так, за даними [52], у країнах Східної Європи, у середньому кожні 7 хвилин відбувається пожежа, а кожен день у вогні гине 5 людей. Втім найбільший вплив неузгодженості умови ефективності відчувається у випадках пожежі у місцях масового скупчення людей [53, 54].

Велику техногенну небезпеку в усьому світі несуть місця зберігання надлишкових боєприпасів, ракетних снарядів. Один неконтрольований вибух у такій зоні може завдати величезної шкоди інфраструктурі, забрати десятки життів, тому цим питанням займаються багато міжнародних організацій.

Так, в роботах [55, 56] у вигляді таблиць та графіків аналізується кількість подій, пов'язаних з неконтрольованими вибухами боєприпасів у світі по регіонах країн Африки, Америки, Азії, Європи, Океанії з 1979 до 2013 рр. та на 2019 р. Наведена узагальнена статистика свідчить про відсутність, насамперед, кількісного резерву оперативного потенціалу під час проведення комплексу заходів протидії НС подібного характеру.

Відтак до чинників впливу на необхідний рівень оперативного потенціалу, у разі вирішення питань реагування, слід віднести старіння технологічного устаткування, порушення технологічного процесу, запізнення реагування, зовнішній вплив; у разі вирішення питань профілактичної та наглядової діяльності: порушення безпеки праці, людський фактор.

Таким чином, на сьогодні у світовій практиці з організації та проведення заходів з протидії надзвичайним ситуаціям природного та техногенного характеру регіонального рівня поширення небезпеки залишається не вирішеним питання досягнення та стійкого збереження умови ефективної рівноваги між

рівнем територіальної небезпеки та рівнем потенційних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів з її протидії, яке досягається виключно залученням додаткових сил та засобів безпосередньо під час проведення робіт з локалізації та ліквідації надзвичайних ситуацій.

1.2 Аналіз стану з попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів у країнах-партнерах з розбудови системи цивільного захисту

Завдання з дослідження та розрахунку ефективності залучення оперативного потенціалу аварійно-рятувальних підрозділів – одне з найскладніших, що вирішуються менеджерами підприємств та працівниками управління територіальними підрозділами реагування на надзвичайні ситуації. Науковим підґрунтям для розробки окремих рекомендацій з цього напрямку у провідних країнах світу слід вважати низку фундаментальних робіт з моделювання оперативних можливостей аварійно-рятувальних та пожежних підрозділів.

Так, у роботі [57] окремо розглядається профілактична складова оперативного потенціалу аварійно-рятувальних підрозділів та визначається набір факторів впливу на її ефективність у межах муніципального рівня. В роботах [58, 59] розглянуто важливість фактору часу у рятувальних зусиллях та передбачені графі виконання окремих процедур попередження. Фахівці в дослідженні [60] провели комплексний аналіз ефективності робіт за 4 напрямками діяльності аварійно-рятувальних підрозділів, застосувавши статистичний підхід до змінних інформаційних масивів даних.

У роботі [61], на базі підходу «витрати-вигоди», визначені домінуючі причини, які впливають на ефективність дій підрозділів під час протипожежних заходів на об'єктах житлового комплексу. Аналогічний підхід «витрати-вигоди» використано

для оцінки можливостей оперативних підрозділів щодо захисту людей похилого віку та людей з обмеженими можливостями у роботі [62].

У роботі [63] розглянуто вплив на ефективність дій аварійно-рятувальних підрозділів окремих технічних складових та наведені рекомендації щодо наявного технічного оснащення відповідних підрозділів.

Ряд робіт стосується застосування статистичного підходу до аналізу оперативної діяльності служб порятунку: у [64] – під час пожежі; у [65] – під час складних аварій у тунелях та шляхопроводах; у [66] – на об'єктах незавершеного будівництва.

Окремо ряд робіт стосується оцінки ефективності дій підрозділів під час ліквідації НС природного характеру. Так, у роботах [67, 68] наведені практичні рекомендації у вигляді інформаційних таблиць з підвищення ефективності дій під час ліквідації масштабних лісових пожеж. З аналогічної мети у роботі [69] використано метод регресійного аналізу.

Робота [70] присвячена більш детальному аналізу питань наявних резервів, а саме оцінці кількості води, необхідної для гасіння лісових пожеж при різних природних умовах її поширення.

Іншим напрямом є дослідження причин впливу на ефективність заходів протидії під час ліквідації НС на штучних небезпечних утвореннях, а саме полігонах різноманітних відходів життєдіяльності, силософормуючих площах [71, 72].

Питанням щодо аналізу інфраструктурної насиченості аварійно-рятувальних підрозділів на території реагування на прикладі Вестманландського повіту Швеції присвячена робота [73].

З урахуванням вище наведених досліджень міжнародними службами з питань акредитації пожежно-рятувальних підрозділів розроблено низка нормативних документів [74,75] з організації діяльності аварійно-рятувальних підрозділів за окремими напрямками діяльності, як-то стандарти громадської безпеки [76], стандарти пожежогасіння [77].

Останні безпосередньо використані при аналізі повсякденної діяльності Манчестерської пожежно-рятувальної служби [78] та Лондонської пожежної команди [79].

Дослідники китайської наукової школи з цих питань, насамперед приділили увагу моделюванню поширення стихійних лих та оптимізації часу рятування у ресурсній мережі [80]; дослідженням моделі вибору рятувального маршруту та його ефективності у разі стрімкого поширення НС, [81]; питанням моделювання прийняття рішень щодо розміщення сховищ міському пожежному плануванні [82]; застосуванню геоінформаційної системи (ГІС) для оцінки заходів зі зменшення пожежних ризиків у міській громаді [83]; розробці способу оцінки можливостей реагування на надзвичайні ситуації на основі підходу fuzzy. analytical hierarchy process (FAHP) [84]; побудові систем оцінювання потенційних можливостей міських громад в умовах надзвичайних ситуацій [85]; дослідженням на основі методу нечіткого синтезу міських можливостей у надзвичайних ситуаціях [86].

Натомість у країнах Європи, що розвиваються, увага приділена питанням вивчення ефективності моніторингового та інформаційного забезпечення оперативного потенціалу та синтезу рекомендацій з їх покращення [87,88]. Окремо в цих країнах розглядаються питання ефективності залучення волонтерів, як додаткового резерву оперативного потенціалу [89, 90].

У країнах тихоокеанського басейну актуальним також є питання землеустрою під час розгортання інфраструктурних об'єктів аварійно-рятувальної служби [91].

Підсумовуючи наведене, слід зазначити про відсутність єдиних підходів до оцінки оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів навіть у межах однієї країни.

З іншого боку, досить відокремлено від потенційних можливостей дослідники розглядають рівень територіальної небезпеки, здебільш за окремими напрямками.

Так, в роботі [92] запропоновано виявлення, моніторинг та оцінка потенційних небезпек великих виробничих аварій за до-

помогою нового програмного інструменту JPLUME для аналізу зображення з низькою роздільною здатністю. У роботі [93] дослідники запропонували методику для кількісної оцінки ризику великих аварій, спричинених сейсмічними подіями.

Автори роботи [94] дослідили окремі параметри небезпеки з метою узагальнення та створення основи для оцінки ризику випадкових подій на території виробництва за допомогою технології Natural Hazard Triggering Technological Disasters (Na-Tech). Методику, яка дозволяє оцінити небезпеку розливу нафти за допомогою дистанційного супутникового зондування запропоновано у роботі [95]. Методичні питання з оцінки небезпеки за допомогою супутників на прикладі небезпек лісових масивів розглядаються у [96]. Питанням вдосконалення керуючих алгоритмів оцінки територіальної небезпеки, яка спричинена великими аваріями на виробництві, присвячені роботи [97, 98]. Натомість у роботі [99] проведено аналіз сучасних технологій у галузі оцінки та управління ризиками катастрофічних природних небезпек.

Робота [100] присвячена розробці загального сценарію виробничих аварій, спричинених повеннями та оцінки на їх основі потенційного ризику територій. Аналогічна процедура проведена у роботі [101] з метою оцінки небезпек розливів нафти. Додатково у роботі розглянуті 2 типові надзвичайні ситуації та їх характеристики впливу.

У роботі [102] увага приділена технології оцінки ризику Na-tech, як допоміжного інструменту формування стратегії з пом'якшення регіональних НС. У роботі [103, 104] запропоновано швидкі тести з оцінки техногенного ризику територій регіону за різних умов виникнення потенційної НС.

Низка робіт [105, 106] стосується узагальнення існуючого досвіду з оцінки небезпеки територій у країнах Європейського союзу та країнах Тихоокеанського басейну [107-109]. У роботах систематизовані загальні підходи та визначені особливості та окремі недоліки різних методів оцінки.

Таким чином, підходи до оцінки потенційних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів та територіального рівня безпеки у країнах-партнерах з розбудови системи цивільного захисту свідчать, що незважаючи на широке коло розглянутих питань, на сьогодні не існує ефективної методики оцінки оперативного потенціалу аварійно-рятувальних підрозділів та їх оперативної здатності, яка б у повній мірі враховувала складний комплекс чинників складових безпеки та безпеки умови ефективної протидії надзвичайним ситуаціям природного та техногенного характеру.

1.3 Особливості попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів в Україні

Вітчизняна школа з оцінки безпеки території також представлена низкою інноваційних досліджень як в області техногенної, так і природної безпеки територій. Так, автори роботи [110] узагальнили статистику небезпек останніх років та визначили основні її особливості на території держави. У рамках інтегрального підходу оцінку безпеки життєдіяльності населення наведено у роботі [111]. Об'єктовий рівень оцінки безпеки досліджено у роботі. Питання оцінки індивідуальної безпеки населення регіонів України в умовах надзвичайних ситуацій досліджено у роботі [112]. Питання забезпечення територіального управління запобіганням та ліквідації надзвичайних ситуацій розглянуті у роботі [113, 114].

В роботах [115, 116] пропонують використовувати при оцінці рівня територіальної безпеки енергетичний підхід. Надають аналіз переваг та недоліків останнього. Аналіз факторів, які провокують виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру на теренах держави, наведено у роботах [117, 118]. Окрема низка робіт [119, 120] присвячена вивченню та оцінці механізмів цепного розвитку процесу розповсюдження

нестабільності у сейсмічно небезпечних регіонах планети. На базі останніх обґрунтовано ризик функціонування природно-техногенно-соціальної системи при сезонних коливаннях сейсмічної активності. Роботами з оцінки територіальної небезпеки України є роботи [121] з оцінки техногенної та [122, 123] природної небезпеки, в яких автори для її оцінки застосовують методи факторного аналізу й аналізу головних компонент, метод кластерного аналізу, наводять класифікацію території за основними показниками повсякденного функціонування та прояву техногенної і природної небезпеки в адміністративно-територіальних одиницях України.

Даний чинник при розрахунку оперативного потенціалу територіальних підрозділів набув переважного впливу на теренах України у зв'язку з конфліктом на Сході країни. Про це свідчать події, які у переважній більшості не мали адекватного реагування з боку системи протидії НС, а саме вибухи та пожежі на складах боєприпасів: у 2014 році – Кривий Ріг [124, 125]; у 2015 – Червоний Чабан Херсонської обл. [126, 127], та м. Сватове [128]; у 2016 (Хмельницька обл.) [129, 130]; у 2017 році у м. Балаклі Харківської області [131, 132], на потенційно небезпечному об'єкті (ПНО) у районі с. Новоянисоль на Донеччині [133] та у Калинівці [134]; у 2018 р. – у Балаклі [135, 136] та Ічні Чернігівської [137]; у 2019 р. – у Балаклі [138].

У зв'язку з повномасштабним вторгненням Росії проти України з 24 лютого 2022 року по це час пошкоджено, зруйновано або захоплено щонайменше 195 заводів та підприємств, 231 медичний заклад, 543 дитсадки, 295 мостів та мостових переходів, 151 об'єкт складської інфраструктури. Крім того, за час війни пошкоджено чи зруйновано щонайменше 97 релігійних та 144 культурних об'єктів. Унаслідок бойових дій пошкоджено, зруйновано або захоплено щонайменше 23,8 тис. км доріг, 33,7 млн.кв.м. житлового фонду. Крім того, постраждали щонайменше 54 адміністративних будівлі, 289 автомобільних та 41 залі-

зничних мостів, 10 військових аеродромів, вісім аеропортів і два порти[139].

Підrozділами територіальних органів ДСНС упродовж 2022 року в Україні зареєстровано 80 654 пожежі. Порівняно з 2021 роком кількість пожеж збільшилася на 1,5%; збільшення кількості пожеж спостерігається майже по всіх видах об'єктів, за винятком транспортних засобів (-22,7%) і відкритих територій (-10,1%), що головним чином є наслідком бойових дій із російськими збройними формуваннями (пожежі, пов'язані з вибухами та обстрілами склали понад 15%)[140].

Найбільша кількість пожеж (близько 90%), зареєстрованих підрозділами територіальних органів ДСНС, із «інших причин», пов'язана з веденням бойових дій російськими військами на території України (потрапляння боєприпасів та їх уламків, вибухи внаслідок потрапляння боєприпасів, ракетні обстріли, обстріли стрілецькою зброєю).

Наведений вище аналіз свідчить про існування актуального науково-практичного завдання у сфері цивільного захисту, яке полягає у вирішенні задачі з розробки експертно-статистичної методики попередження НС природного і техногенного характеру з урахуванням оперативних можливостей територіальної одиниці.

У якості математичного апарату для розрахунку прогнозованих показників ризику слід використовувати уже відомі і перевірені підходи, що у цілому забезпечить високий рівень достовірності кінцевих результатів використання експертно-математичної моделі.

Таким чином, на сьогоднішній день, значна частина надзвичайних ситуацій регіонального рівня, які виникають в Україні, переростає на більш складні рівні внаслідок відсутності завчасної порівняльної оцінки ефективності співвідношення наявного рівня небезпеки та відповідних регіональних сил та засобів їх протидії.

Висновки за першим розділом

1. На сьогодні у світовій практиці з організації та проведення заходів з протидії надзвичайним ситуаціям природного та техногенного характеру регіонального рівня поширення небезпеки залишається не вирішеним питання досягнення та стійкого збереження умови ефективної рівноваги між рівнем територіальної небезпеки та рівнем потенційних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів з її протидії, яке досягається виключно залученням додаткових сил та засобів безпосередньо під час проведення робіт з локалізації та ліквідації надзвичайних ситуацій.

2. Підходи до оцінки потенційних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів та територіального рівня небезпеки у країнах-партнерах з розбудови системи цивільного захисту свідчать, що незважаючи на широке коло розглянутих питань, на сьогодні не існує ефективної методики оцінки оперативного потенціалу аварійно-рятувальних підрозділів та їх оперативної здатності, яка б у повній мірі враховувала складний комплекс чинників складових безпеки та небезпеки умови ефективної протидії надзвичайним ситуаціям природного та техногенного характеру.

3. На сьогоднішній день значна частина надзвичайних ситуацій регіонального рівня, які відбуваються в Україні, переростають на більш складні рівні внаслідок відсутності завчасної порівняльної оцінки ефективності співвідношення наявного рівня небезпеки та відповідних регіональних сил та засобів їх протидії.

4. Найбільша кількість пожеж (близько 90%), зареєстрованих підрозділами територіальних органів ДСНС, із «інших причин», пов'язана з веденням бойових дій російськими військами на території України (потрапляння боєприпасів та їх уламків, вибухи внаслідок потрапляння боєприпасів, ракетні обстріли, обстріли стрілецькою зброєю).

РОЗДІЛ 2

СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ НАДЗВИЧАЙНОЮ СИТУАЦІЄЮ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ ОПЕРАТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

2.1 Послідовність робіт з прийняття управлінських рішень в умовах інформаційних обмежень оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів

Структурно-логічна модель управління надзвичайною ситуацією регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів спирається на класичну схему прийняття командирського рішення в умовах виникнення критичної ситуації управління, до яких у повній мірі слід віднести управління аварійно рятувальними підрозділами (АРП) під час НС техногенного та природного характеру.

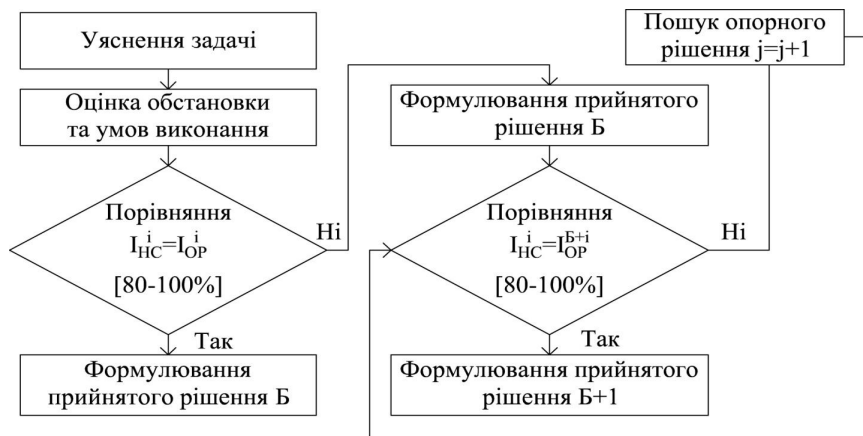
Принциповою характеристикою оперативних дій керівника з ліквідації НС є фактичне виключення з послідовності робіт з прийняття управлінського рішення (рис. 1) плануючого блоку дій з визначення можливих варіантів рішення та їх оцінки.



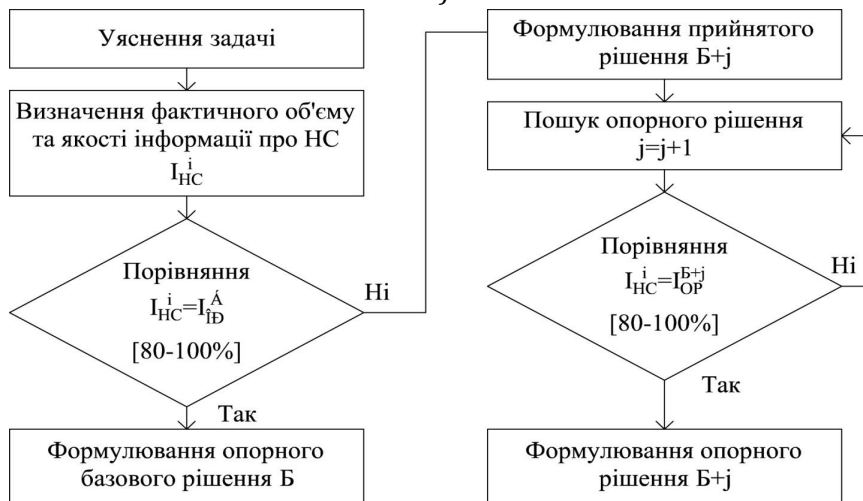
Рис. 2.1 – Послідовність робіт з прийняття управлінського рішення в критичних умовах (→ класична інтерпретація, ---> інтерпретація отримана у ході дослідження)

Це обумовлено рядом особливостей у першу чергу суб'єктивної природи керівника з ліквідації НС, як людини, яка діє в умовах обмеженості часу та постійної небезпеки життя, як особистої, так і особового складу та потерпілих. З другого боку, об'єктивно це є наслідком підготовки керівника з ліквідації НС,

яка базується на алгоритмі прийняття рішення з урахуванням банку даних рішень (рис.2.2), та поняття опорних рішень (рис. 2.3).



а)



б)

Рис. 2.2 – Схема алгоритму прийняття рішення в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів:

а) за класичної процедури; б) за процедури попереднього визначення фактичного об'єму та якості інформації про НС

Фактично процес визначення можливих варіантів рішення та оцінка здійснюється у процесі локалізації наслідків НС, його якість (ефективність) залежить від досвіду та підготовки керівника з ліквідації НС та можливостей системи інформаційної підтримки дій, а саме оперативного надання варіантів оперативних рішень у зоні розвитку НС у залежності від динаміки та характеру її розповсюдження.

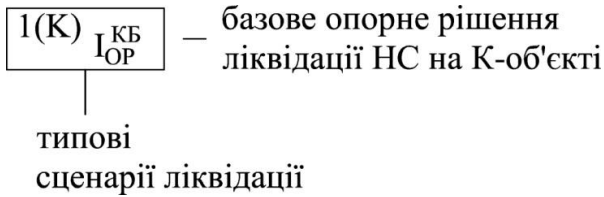


Рис. 2.3 – Схема формування поняття опорного рішення

Відтак сформуємо інформаційні обмеження дій АРП в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, як наведено на рис. 2.4.

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{попередження, локалізація} \\
 \varphi(I, t) < \varphi(I_{оп}, t_{лок}) \\
 t_{лок} \left\{ \begin{array}{l} q_{nrior}^{(t)} < q_{nriorumet}^{(місц)} \\ I_{оп}^j \in [I_{оп}^{BK} - I_{оп}^{B+jK}] \quad j = 1...mk \end{array} \right. \\
 \text{ліквідація} \\
 \varphi(I, t) < \varphi(I_{оп}, t_{лік}) \\
 t_{лік} \left\{ \begin{array}{l} \Delta q(t)_{nrior} = 0 \\ q_2(t) < q_2^{місц} \\ I_{оп}^j = const \end{array} \right.
 \end{array} \right\}$$

Рис. 2.4 – Схема інформаційних обмежень дій АРП

Відповідно структурно-логічна модель управління надзвичайною ситуацією регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів повинна включати інформаційні блоки, які забезпечують рішення:

- 1) Задачі з розміщення опорної інформації (опорних рішень) на об'єкті;
- 2) Задачі вибору варіативних факторів опорних рішень $\gamma(\alpha_1, \alpha_1, \alpha_1, \alpha_1, \alpha_1, \dots, \alpha_m^K)$;
- 3) Задачі вибору варіативних факторів для ліквідації типових НС → формування матриці факторів;
- 4) Задачі класифікації ходу ліквідації НС (рис. 2.5);

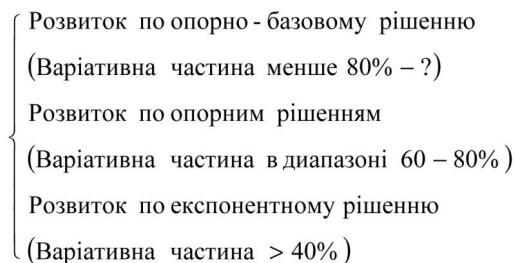


Рис. 2.5 – Варіанти рішення задачі класифікації ходу ліквідації НС в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів

- 5) Задачі розміщення інформації з урахуванням варіації та ємністю конфіденційних обмежень;
- 6) Задачі організації взаємодії системи з банками опорних рішень (рис. 2.6);



Рис. 2.6 – Приклад організації взаємодії системи з банками опорних рішень

Слід зазначити, що система управління надзвичайною ситуацією в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів повинна мати високу ступінь готовності, забезпечувати надійність функціонування її складових та можливість як централізованого, так і безпосереднього управління підрозділами.

В умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів основними завданнями управління є:

1) Підтримання постійної готовності до виконання завдань за призначенням;

2) Завчасні планування дій підрозділів оперативно рятувальних сил цивільного захисту (ОРС ЦЗ);

3) Безперервне збирання та вивчення даних про обстановку у районах НС;

4) Своєчасне прийняття рішення та доведення їх до підлеглих;

5) Організація та забезпечення безперервної взаємодії органів управління та підпорядкованих їм сил цивільного захисту;

6) Підготовка підрозділів ОРС ЦЗ до проведення АРІНР;

7) Організація всебічного забезпечення підрозділів ОРС ЦЗ, залучених до виконання робіт, та підтримання належного рівня морально-психологічного стану цих підрозділів.

Таким чином, послідовність робіт з прийняття управлінських рішень в умовах інформаційних обмежень оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів включає наступні етапи: вибір варіативних факторів опорних управлінських рішень; вибір варіативних факторів процесу ліквідації надзвичайних ситуацій; класифікацію ходу попередження, локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації; завчасну розробку та розміщення опорної інформації (алгоритмів дій) на потенційно-небезпечному об'єкті з урахуванням інформаційно-ємностних та конфіденційних обмежень; організацію взаємодії керівника ліквідації надзвичайної ситуації з банками опорних рішень поза межами потенційно-небезпечного об'єкту у разі необхідності.

2.2 Структурно-логічна модель управління надзвичайною ситуацією регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів

Відповідно структурно-логічна модель управління надзвичайною ситуацією регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів повинна базуватися на наступних принципах управління:

- 1) Безперервність управління;
- 2) Послідовність управління;
- 3) Гнучкість управління;
- 4) Стійкість управління.

Відтак структурно-логічна модель управління надзвичайною ситуацією регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів складається з двох контурів управління, а саме контуру управління в умовах достатності оперативного потенціалу (достатній) та контуру управління надзвичайною ситуацією в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів (обмежений) (рис. 2.7).

Основний (достатній) контур управління надзвичайною ситуацією повинен забезпечити:

- 1) Отримання повідомлення;
- 2) Уточнення та оцінку обстановки у зоні НС, прогнозування масштабів;
- 3) Визначення першочергових завдань, надання попередніх розпоряджень для проведення у готовність підпорядкованих підрозділів;
- 4) Подальший аналіз ситуації;
- 5) Здійснення постійного моніторингу обстановки;
- 6) Організацію всебічного забезпечення проведення аварійно-рятувальних робіт (АРР).

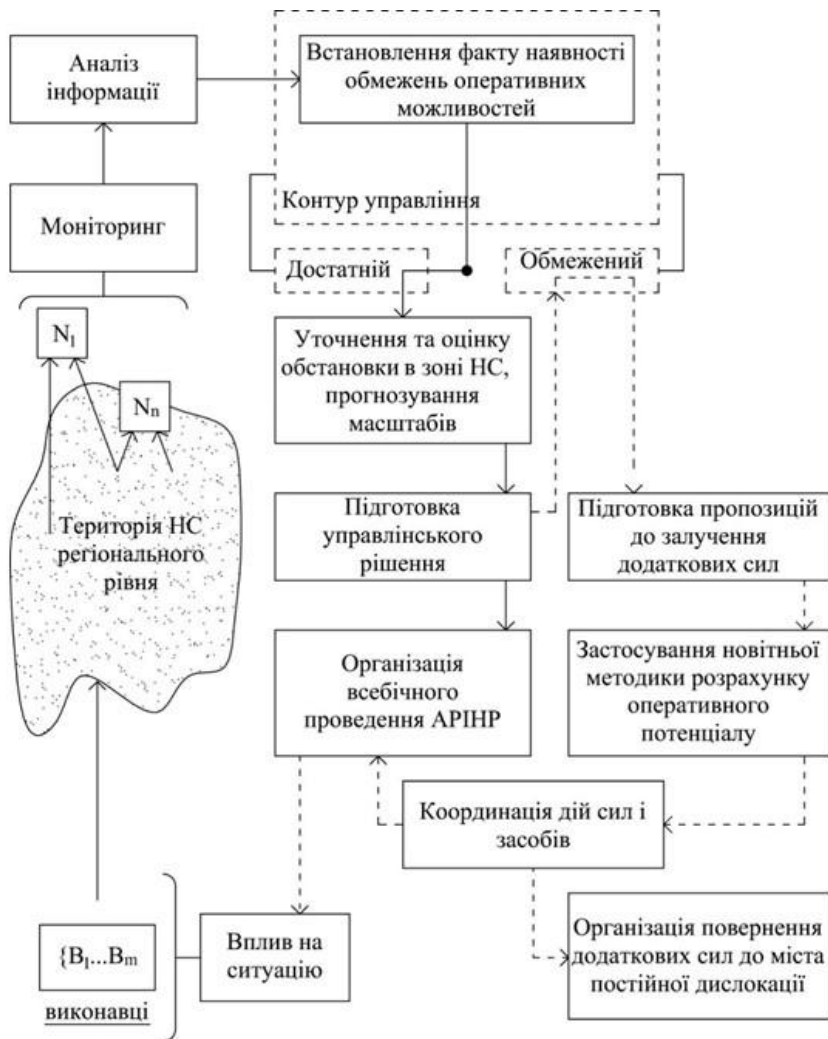


Рис. 2.7 – Структурно-логічна модель управління надзвичайною ситуацією регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів

Включення додаткового (обмеженого) контуру управління додатково повинно забезпечити:

- 1) Підготовку пропозицій до залучення додаткових сил;

2) Координацію дій сил і засобів;

3) Організацію повернення залучених сил до міста постійної дислокації.

Таким чином, структурно-логічна модель управління надзвичайною ситуацією регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів складається з двох контурів управління: загального контуру (достатнього) та додаткового (обмеженого) контуру, який функціонує у разі встановлення факту наявності обмежень оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів. Він складається з восьми блоків, а саме: встановлення факту наявності обмежень оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів; уточнення та оцінки обстановки у зоні надзвичайної ситуації; підготовка управлінського рішення; підготовки пропозицій до залучення додаткових сил; застосування новітньої методики розрахунку оперативного потенціалу; організація всебічного проведення АРiНР; координації дій сил та засобів; організація повернення додаткових сил та засобів до міст постійної дислокації.

Висновки за другим розділом

1. Послідовність робіт з прийняття управлінських рішень в умовах інформаційних обмежень оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів включає наступні етапи: вибір варіативних факторів опорних управлінських рішень; вибір варіативних факторів процесу ліквідації надзвичайних ситуацій; класифікацію ходу попередження, локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації; завчасну розробку та розміщення опорної інформації (алгоритмів дій) на потенційно-небезпечному об'єкті з урахуванням інформаційно-ємностних та конфіденційних обмежень; організацію взаємодії керівника ліквідації надзвичайної ситуації з банками опорних рішень поза межами потенційно-небезпечного об'єкту у разі необхідності.

2. Структурно-логічна модель управління надзвичайною ситуацією регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів складається з двох контурів управління: загального контуру (достатнього) та додаткового (обмеженого) контуру, який функціонує у разі встановлення факту наявності обмежень оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів. Він складається з восьми блоків, а саме: встановлення факту наявності обмежень оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів; уточнення та оцінки обстановки в зоні надзвичайної ситуації; підготовка управлінського рішення; підготовки пропозицій до залучення додаткових сил; застосування новітньої методики розрахунку оперативного потенціалу; організація всебічного проведення АРiНР; координації дій сил та засобів; організація повернення додаткових сил та засобів до міст постійної дислокації.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ЕКСПЕРТНО-СТАТИСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ ОПЕРАТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ АВАРІЙНО- РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

3.1 Умови понятійного формування експертно- статистичної моделі попередження надзвичайних ситуацій в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів

Формування експертно-статистичної моделі попередження надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру у межах оперативних можливостей територіального підрозділу вимагає, насамперед, розгляду понятійних умов її фізичного існування. Останнє характеризується наявними припущеннями, які потребують чіткого визначення.

Для їх формування необхідно ввести наступні визначення:

1) оперативний потенціал – узагальнена числова характеристика функціональних можливостей основних підрозділів ДСНС у повному обсязі виконувати покладені за напрямом спеціалізації;

2) оперативна здатність – узагальнена числова характеристика основних оперативних підрозділів виконувати оперативні завдання за напрямом спеціалізації;

3) оперативна можливість – нормований показник розрахований як множина нормованого оперативного потенціалу та нормованої оперативної здатності основних підрозділів ДСНС, який визначає можливість оперативного потенціалу у повному обсязі виконувати покладені на нього службові обов'язки за напрямом спеціалізації.

Сформуємо коло основних припущень щодо існування умов понятійного формування експертно-статистичної моделі:

1) надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру до регіонального рівня поширення включно – це

надзвичайні ситуації, які локалізуються та остаточно ліквідуються оперативними можливостями оперативного потенціалу територіального підрозділу без залучення додаткових сил та засобів;

2) функціональною основою оперативного потенціалу територіального підрозділу регіонального рівня є наявний особовий склад, рівень підготовки якого характеризується наявними професійними знаннями та навичками;

3) технічне та інфраструктурне забезпечення функціональної основи оперативного потенціалу є відображенням вимог діючих норм щодо забезпечення ефективності дій особового складу оперативного потенціалу. Наявність останніх у повній мірі залежить лише від часу їх поетапного введення в експлуатацію;

4) оперативна здатність оперативного потенціалу територіального підрозділу регіонального рівня визначається наявним особовим складом підрозділів забезпечення, рівень підготовки якого характеризується наявними професійними знаннями та навичками.

У межах сформованих припущень формування шуканої експертно-статистичної моделі має наступну графічну інтерпретацію рис. 3.1.

На рис. 3.1 наведені наступні визначення $\int НП$, $\int НС_{об}$, $\int НС_{міс}$, $\int НС_{річ}$ – інтегральна оцінка рівня небезпеки виникнення надзвичайних подій та надзвичайних ситуацій різного рівня у межах відповідальності територіального підрозділу лінії; (1,2,3,4) – фактичний рівень небезпеки виникнення НС та НП відповідного рівня поширення; ОП, ОЗ – динаміка зміни оперативного потенціалу та оперативної здатності основних підрозділів територіальної підпорядкованості до дій за призначенням;

Ω (ОМ) – динаміка зміни оперативних можливостей підрозділів територіальної підпорядкованості до дій за призначенням.

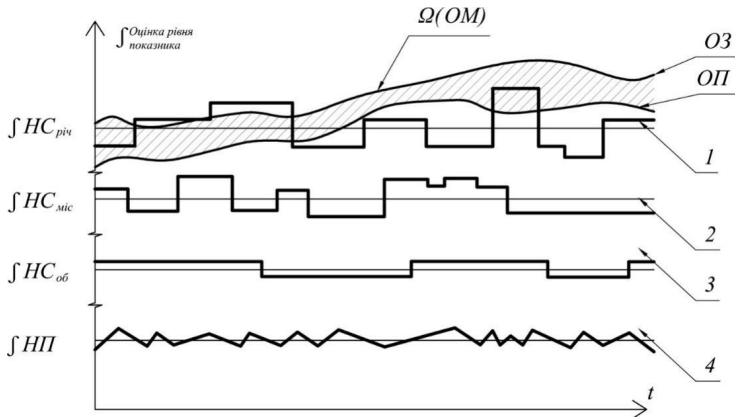


Рис. 3.1 – Графічна інтерпретація понятійного формування експертно-статичної моделі попередження НС регіонального рівня

Тоді за існуючої системи класифікації НС настання НС відповідного рівня обумовлено досягненням одного або кількох наслідків одночасно відповідного рівня, як-то об'єктового, місцевого, регіонального за виразом (3.1):

$$q_i > q_i^{[рег]} > q_i^{[міс]} > q_i^{[об]}, \quad (3.1)$$

за умови $i = 1...6$

де $q_i^{[рег]}$, $q_i^{[міс]}$, $q_i^{[об]}$ – межі наслідків НС, які відповідають відповідному рівню у межах існуючої класифікації;

i – номер наслідку, а саме:

- 1 – територія поширення,
- 2 – кількість жертв,
- 3 – кількість постраждалих,
- 4 – кількість осіб з порушенням умов життєдіяльності,
- 5 – прямі збитки,
- 6 – затрати на ліквідацію.

З урахуванням наведених припущень вираз (3.1) слід доповнити наступним чином (3.2), що у цілому відповідає умові існування шуканій експертно-статистичній моделі:

$$OM_{тер} \geq q_i > q_i^{[pez]} > q_i^{[mic]} > q_i^{[об]}, \quad (3.2)$$

де $OM_{тер}$ – оперативні можливості територіального підрозділу щодо попередження НС природного та техногенного характеру без додаткового залучення сил та засобів.

У свою чергу $OM_{тер}$ – це якісна сума оперативних можливостей підрозділів місцевого рівня (OM_{mic}) підпорядкування, що визначається рівнянням (3.3):

$$OM_{тер} = \sum_{K=1}^{M_{тер}} (OM_{mic}), \quad (3.3)$$

де $M_{тер}$ – кількість оперативних підрозділів місцевого підпорядкування.

Відповідно OM_{mic} – визначаються як множина оперативного потенціалу (OP_{mic}) та оперативної здатності, (OZ_{mic}) – основних підрозділів до виконання завдань за призначенням за виразом (3.4):

$$OM_{mic} = OP_{mic} \cdot OZ_{mic}, \quad (3.4)$$

Враховуючи різну фізичну сутність складників порівняння (3.2), надалі слід оперувати нормованими величинами, що фактично дозволяє переписати рівняння (3.2) до виду (3.5) з більш жорсткою умовою існування:

$$OM_{тер}^{np} \geq \sum_{i=1}^6 q_i^{npтер}, \quad (3.5)$$

де $OM_{тер}^{np}$, $q_i^{npтер}$ – нормовані величини відповідних показників рівняння.

У свою чергу $q_i^{тер}$ визначається як відображення ($f_{неб}$) низки факторів небезпеки за всіма її можливими проявами на території функціонування основних оперативних підрозділів у відповідності до виразу (3.6):

$$q_i^{тер} = f_{неб}(\phi_{прир}^{тер}, \phi_{тех}^{тер}, \phi_{соц}^{тер}, \phi_{воєн}^{тер}), \quad (3.6)$$

де $\phi_{прир}^{тер}, \phi_{тех}^{тер}, \phi_{соц}^{тер}, \phi_{воєн}^{тер}$ – нормовані чинники небезпеки за відповідними проявами, що мають місце на території функціонування основних оперативних підрозділів.

Слід зазначити, що експертно-статистична модель, яка розглядається, має невідповідність за кількістю параметрів та рівнянь. З метою подолання невідповідності надалі потрібно виконання наступного шагу дослідження, а саме рішення низки окремих експертно-статистичних задач $\Omega(\Psi_{пкoc}^{mic})$ та $\Omega(\Psi_{зкoc}^{mic})$, та формування системи рівнянь відповідно їх основних параметрів.

Таким чином, визначено основні терміни понятійного формування експертно-статистичної моделі. Вони включають оперативний потенціал, оперативну здатність та оперативну можливість аварійно-рятувальних підрозділів.

3.2 Рішення окремих експертно-статистичних задач з оцінки оперативного потенціалу та здатності аварійно-рятувальних підрозділів

3.2.1 Експертно-статистична задача з оцінки оперативного потенціалу аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування

Рішення окремої експертно-статистичної задачі з оцінки оперативного потенціалу $\Omega(\Psi_{пкoc}^{mic})$ включає в себе обґрунтування параметрів та формування аналітичної залежності з визначення динаміки змін оперативного потенціалу основних підрозділів.

З аналізу сталої нормативно-правової та аналітичної бази, до коефіцієнтів прямого впливу на рівень оперативного потенціалу основних підрозділів відносяться:

1) Інтегральний коефіцієнт зростання рівня небезпеки K_{HS}^{ij} ; де i – напрям діяльності оперативних підрозділів;
 j – номер територіального підрозділу, до якого здійснюється процедура розрахунку.

Наведений коефіцієнт розраховується у відповідності до виразу (3.7):

$$K_{HS}^{ij} = K_{HT}^{ij} \cdot K_{HT}^{ij} \cdot K_{HT}^{ij} \cdot K_{HT}^{ij} \cdot K_{HT}^{ij}; \quad (3.7)$$

де K_{HT}^{ij} – коефіцієнт зростання рівня небезпеки техногенного характеру;

K_{HT}^{ij} – коефіцієнт зростання рівня небезпеки природного характеру;

K_{HT}^{ij} – коефіцієнт зростання рівня небезпеки соціального характеру;

K_{HT}^{ij} – коефіцієнт зростання рівня небезпеки воєнного характеру за методом експертної оцінки з урахуванням статистичного матеріалу.

За відсутності статистичної інформації за окремими напрямками основної діяльності або неможливості прямої експертної оцінки територіального підрозділу приймається середньозважена оцінка за регіоном.

2) Інтегральний коефіцієнт глобалізації рівня небезпеки $K_{TH\Sigma}^{ij}$. Наведений коефіцієнт розраховується у відповідності до виразу (3.8) як максимально середньозважена оцінка небезпеки трансграничного впливу країн, що межують з Україною:

$$K_{TH\Sigma}^{ij} = \max \{ K_{TH}^{kj} \} k_1 = \dots m, \quad (3.8)$$

де K_{TH}^{kj} – експертна оцінка поширення небезпеки від k_1 – країни, що межує з j – територіальним підрозділом;

K_{VHS}^{ij} – інтегральний коефіцієнт ускладнення та збільшення кола задач запобігання НС та пожежам.

Наведений коефіцієнт розраховується у відповідності до виразу (3.9) як множина експертних середньозважених оцінок щодо збільшення та ускладнення завдань за основними K_{VZO}^{ij} та додатковими K_{VZO}^{ij} службовими обов'язками:

$$K_{V\Sigma}^{ij} = K_{VZO}^{ij} \cdot K_{VZO}^{ij}, \quad (3.9)$$

3) Інтегральний коефіцієнт ускладнення та збільшення кола задач реагування на надзвичайні ситуації та пожежі K_{VPS}^{ij} .

Наведений коефіцієнт розраховується у відповідності до виразу (3.10) як множина експертних середньозважених оцінок щодо збільшення та ускладнення завдань за основними K_{VPO}^{ij} та додатковими K_{VPO}^{ij} службовими обов'язками:

$$K_{VPS}^{ij} = K_{VPO}^{ij} \cdot K_{VPO}^{ij}, \quad (3.10)$$

4) Інтегральний коефіцієнт нормативної відповідності існуючої штатної чисельності $Q_{ШТф}^{ij}$ до штатної чисельності $Q_{ШТном}^{ij}$, яка передбачається за нормативним розрахунком K_{HBS}^{ij} .

Наведений коефіцієнт розраховується у відповідності до виразу (3.11) як максимально і середньозважена експертна оцінка нормативної відповідності за існуючими нормативними розрахунками за напрямом діяльності (i):

$$K_{HBS}^{ij} = \max \{ K_{HBq_{n_3}}^{ij} \} \text{ за умов } n_3 = 1 \dots m_1, \quad (3.11)$$

$$K_{HBq_n}^{ij} = \frac{Q_{ШТ\phi}^{ij}(q_n)}{Q_{ШТnom}^{ij}(q_n)} \quad (3.12)$$

де m_1 – кількість затверджених нормативно-правових актів, що визначають нормативну потребу штатної чисельності за (i) напрямом діяльності оперативних підрозділів.

Визначений коефіцієнт може приймати значення у діапазоні від (0-1). Досягнення верхньої межі фактично відповідає цілковитому врахуванню вимог діючих нормативно-правових актів, якими визначається штатна чисельність оперативних підрозділів за (i) напрямом діяльності.

У рамках процесу імплементації та гармонізації чинного нормативно-правового та законодавчого поля до вимог законодавчого поля країн ЄС та провідних країн світу (відповідно до підрозділу 1.2.), у частині забезпечення дієвої безпеки населення, на кшталт США, Канади, Великобританії тощо, запропонований коефіцієнт слід розглядати у порівнянні зі світовою практикою формування штатної чисельності оперативних підрозділів, що потребує доповнення виразів (3.11) та (3.12) виразом щодо прямої експертної оцінки нормативної положенності за нормативно-правовими документами, які проходять імплементацію (3.13), а саме:

$$K_{HB\Gamma\Sigma}^{ij} = \max \{ K_{HB\Sigma}^{ij}, K_{HB\Sigma}^{ip}, \dots, K_{HB\Sigma}^{ipmr} \}, \quad (3.13)$$

де $K_{HB\Gamma\Sigma}^{ij}$ – гармонізований інтегральний коефіцієнт нормативної відповідності;

$K_{HB\Sigma}^{ij}, K_{HB\Sigma}^{ipmr}$ – інтегральні коефіцієнти нормативної відповідності за (i) напрямом діяльності оперативних підрозділів країн світу ($p1 \dots pmr$), чие законодавство імплементується.

5) Інтегральний коефіцієнт зміни якісного складу населення $K_{H\Gamma\Sigma}^{ij}$. Наведений коефіцієнт розраховується, за виразом

(3.14) як множина експертних середньозважених оцінок щодо кількісної зміни населення $K_{КлиН}^j$, зростання рівня урбанізації $K_{УрбН}^j$, збільшення населення з фізичними обмеженнями в екстремальних умовах (люди похилого віку, люди з особливими вадами тощо) $K_{Фон}^j$:

$$K_{ЯН\Sigma}^{ij} = K_{КлиН}^j \cdot K_{УрбН}^j \cdot K_{Фон}^j, \quad (3.14)$$

б) Інтегральний коефіцієнт зміни території обслуговування $K_{ЯТ\Sigma}^{ij}$. Наведений коефіцієнт розраховується у відповідності до виразу (3.15) як множина експертних середньозважених оцінок щодо кількісної зміни ПНО та об'єктів потенційної небезпеки (ОПН) у зоні обслуговування j – оперативного підрозділу $K_{ПНОТ}^{ij}$:

$$K_{ЯТ\Sigma}^{ij} = K_{ПНОТ}^{ij} \cdot K_{ОМЛТ}^{ij} \cdot K_{ОППТ}^{ij} \cdot K_{ОНЧТ}^{ij}, \quad (3.15)$$

де $K_{ОМЛТ}^{ij}$ коефіцієнт кількісної зміни об'єктів з масовим перебуванням людей та їх складністю;

$K_{ОППТ}^{ij}$ коефіцієнт кількісної зміни об'єктів підвищеної поверховості; кількісної зміни об'єктів за межами нормативного часу прибуття $K_{ОНЧТ}^{ij}$ (виникає у разі зміни меж територіальних громад).

У підсумку ми отримуємо прогнозовану чисельність особового складу основних оперативних підрозділів, виходячи з прогнозованої потреби оперативного потенціалу $ОП_j^i$, який визначається за виразом (3.16):

$$ОП_j^i = ОП_{Фj}^i \cdot \frac{K_{Н\Sigma}^{ij} \cdot K_{ГН\Sigma} \cdot K_{УЗ\Sigma}^{ij} \cdot K_{УР\Sigma}^{ij} \cdot K_{ЯН\Sigma}^{ij}}{K_{НВГ\Sigma}^{ij}}, \quad (3.16)$$

де $ОП_{фj}^i$ – оцінка фактичного стану оперативного потенціалу з урахуванням наявного некомплекту основних підрозділів, розраховується за виразом (3.17):

$$ОП_{фj}^i = \frac{(ШЧ_j^i - Н_j^i)}{100}, \quad (3.17)$$

де $ШЧ_j^i$ – штатна чисельність особового складу (j) оперативного підрозділу за (i) напрямом основної діяльності.

Відтак шукана прогнозна чисельність особового складу основних оперативних підрозділів з урахуванням прогнозного зростання оперативного потенціалу основних підрозділів ДСНС визначається за виразом (3.18):

$$ПШЧ_j^i(ОП) = ШЧ_j^i \cdot ОП_j^i, \quad (3.18)$$

Загальна прогнозна штатна чисельність особового складу оперативних підрозділів визначається:

1) У разі загальної чисельності по (j) територіального підрозділу за виразом (3.19):

$$ПШЧ(ОП)_j = \sum_{i=1}^{m_i} ПШЧ(ОП)_j^i, \quad (3.19)$$

де m_i – кількість основних напрямів діяльності (j) територіального підрозділу;

2) У разі загальної чисельності по (i) напрямку основної діяльності за виразом (3.20):

$$ПШЧ(ОП)^i = \sum_{j=1}^{m_j} ПШЧ(ОП)_j^i, \quad (3.20)$$

де m_j – кількість територіальних підрозділів де функціонально передбачено виконання (i) напряму основної діяльності.

3) У разі загальної чисельності потреб ДСНС України по особовому складу оперативних підрозділів за виразом (3.21):

$$ПШЧ (ОП)^{ДСНС} = \sum_{i=1}^{m_i} \sum_{j=1}^{m_j} ПШЧ (ОП)_j^i, \quad (3.21)$$

Отримане рішення окремої експертно-статистичної задачі з оцінки оперативного потенціалу аварійно-рятувальних підрозділів (3.16-3.20) дозволяє провести оцінку ефективності оперативного потенціалу аварійно-рятувальних підрозділів на усіх рівнях підпорядкування, як-то об'єктовий, місцевий, регіональний та у разі необхідності узагальнити за виразом (3.21) у рамках усієї Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

3.2.2 Експертно-статистична задача з оцінки оперативної здатності аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування

Рішення окремої експертно-статистичної задачі з оцінки оперативної здатності $\Omega(\Psi_{зкоч}^{mic})$ включає в себе обґрунтування параметрів та формування аналітичної залежності з визначення динаміки змін оперативної здатності основних підрозділів.

Високий рівень оперативної здатності основних підрозділів визначається чітким нормативним співвідношенням чисельності особового складу основних та допоміжних підрозділів. З іншого боку, сучасний розвиток інформаційних технологій, як і в частині організації взаємодії так і в частині управління підрозділами, удосконалення системи соціальної та психологічної підтримки, дозволяє застосувати при визначенні ефективності оперативної здатності основних підрозділів саме експертно-статистичний підхід, що був заснований і до обґрунтування оперативного потенціалу.

Тоді до коефіцієнтів прямого впливу на рівень оперативної здатності основних підрозділів відносяться:

1) Інтегральний коефіцієнт $K_{HB3\Sigma}^{i\varphi j}$ нормативної відповідності існуючої штатної чисельності $Q_{шт\text{тот}}^{i\varphi j}$, яка передбачається за $q_{n\varphi}$ – нормативним розрахунком.

Наведений коефіцієнт розраховується з відповідності до виразу (3.22), як максимальна із оцінок співвідношення нормативної відповідності за існуючими нормативними розрахунками за (φ) напрямом забезпечення оперативної здатності (i) на пряму основної діяльності:

$$K_{HB3\Sigma}^{i\varphi j} = \max \left\{ K_{HB3\Sigma qn}^{i\varphi j} \varphi \right\} \text{ за умов } q_{n\varphi} = 1 \dots m\varphi, \quad (3.22)$$

$$K_{HB3\Sigma}^{i\varphi j} = \frac{Q_{шт\text{зф}}^{i\varphi j} (q_{n\varphi})}{Q_{шт\text{зпот}}^{i\varphi j} (q_{n\varphi})}, \quad (3.23)$$

де $(m\varphi)$ – кількість затверджених нормативно-правових актів, що методологічно визначають нормативну потребу штатної чисельності за (φ) напрямом забезпечення оперативної здатності (i) на пряму основної діяльності.

Зазначений коефіцієнт теоретично може приймати значення у діапазоні від (0-1). Досягнення верхньої межі фактично відповідає урахуванню вимог діючих нормативно-правових актів. Наступний крок, як і у випадку з вирішенням чисельності оперативного потенціалу, стосується процесу імплементації чинного законодавства до вимог законодавства провідних країн світу. Його виконання дозволяє доповнити вирази (3.22) та (3.23) виразом щодо експертної оцінки нормативної положеності за нормативно-правовими документами, які проходять імплементацію у вигляді гармонізованого інтегрального коефіцієнту $K_{HB3\Gamma\Sigma}^{i\varphi j}$ нормативної відповідності за оперативним забезпеченням (3.24):

$$K_{HB3ΓΣ}^{iφj} = \max \left\{ K_{HB3ΓΣ}^{iφj}, K_{HB3ΓΣ}^{iφp_1}, \dots, K_{HB3ΓΣ}^{iφp_{mn}} \right\}, \quad (3.24)$$

де $K_{HB3ΓΣ}^{iφp_1}, \dots, K_{HB3ΓΣ}^{iφp_{mn}}$ – інтегральні коефіцієнти нормативної відповідності за

($φ$) напрямом забезпечення оперативної здатності (i) на пряму оперативного потенціалу відповідних країн світу.

2) Інтегральний коефіцієнт якості управління оперативним потенціалом $K_{УПРΣ}^{iφj}$.

Наведений коефіцієнт розраховується за виразом (3.25) як множина експертних середньозважених оцінок щодо зростання людських ресурсів, необхідних для забезпечення: ($K_{взаєм}^{iφj}$) – взаємодії, ($K_{коорд}^{iφj}$) – координації, ($K_{контр}^{iφj}$) – контролю:

$$K_{УПРΣ}^{iφj} = K_{взаєм}^{iφj} \cdot K_{коорд}^{iφj} \cdot K_{контр}^{iφj}. \quad (3.25)$$

3) Інтегральний коефіцієнт якості інформаційно-телекомунікаційної підтримки оперативного потенціалу $K_{інфΣ}^{iφj}$.

Наведений коефіцієнт розраховується за виразом (3.26), як множина експертних середньозважених оцінок щодо збільшення обсягів інформаційного навантаження ($K_{інфор}^{iφj}$) та складності засобів телекомунікації та зв'язку ($K_{зв}^{iφj}$):

$$K_{УПРΣ}^{iφj} = K_{взаєм}^{iφj} \cdot K_{коорд}^{iφj} \cdot K_{контр}^{iφj}. \quad (3.26)$$

4) Інтегральний коефіцієнт якості супроводу оперативного потенціалу $K_{супΣ}^{iφj}$. Наведений коефіцієнт розраховується за виразом (3.27) як множина експертних середньозважених оцінок щодо забезпечення ефективного рівня супроводу: психологічного ($K_{псих.суп.}^{iφj}$); медичного та реабілітаційного ($K_{мед.суп.}^{iφj}$); соціаль-

ного ($K_{\text{соц.суп.}}^{i\phi j}$) ; правового ($K_{\text{прав.суп.}}^{i\phi j}$) ; технічно-експлуатаційного ($K_{\text{тех.суп.}}^{i\phi j}$):

$$K_{\text{суп}\Sigma}^{i\phi j} = K_{\text{псих.суп.}}^{i\phi j} \cdot K_{\text{мед.суп.}}^{i\phi j} \cdot K_{\text{соц.суп.}}^{i\phi j} \cdot K_{\text{прав.суп.}}^{i\phi j} \cdot K_{\text{тех.суп.}}^{i\phi j} \quad (3.27)$$

У підсумку ми отримуємо прогнозну чисельність особового складу допоміжних підрозділів, виходячи з прогнозної чисельності основних підрозділів забезпечення за виразом (3.28):

$$OZ_j^{i\phi} = OZ_{\phi j}^{i\phi} \frac{K_{\text{упр}\Sigma}^{i\phi j} \cdot K_{\text{інф}}^{i\phi j} \cdot K_{\text{суп}}^{i\phi j}}{K_{\text{НВЗ}\Sigma}}, \quad (3.28)$$

де $OZ_j^{i\phi}$ – оцінка фактичного стану оперативної здатності з урахуванням

наявного компоненту підрозділів забезпечення, який розраховується за виразом (3.29):

$$OZ_{\phi j}^{i\phi} = \frac{(\text{ШЧ}_j^{i\phi} \cdot H_j^{i\phi})}{100}, \quad (3.29)$$

де $\text{ШЧ}_j^{i\phi}$ – штатна чисельність особового складу (y) допоміжного підрозділу за (i) напрямом основної діяльності;

$H_j^{i\phi}$ – некомплект особового складу (ϕ) допоміжного підрозділу за (i) напрямом основної діяльності.

Від так шукана прогнозна чисельність особового складу допоміжних підрозділів з урахуванням прогнозного зростання оперативного потенціалу та необхідності забезпечення його ефективної оперативної здатності визначається за виразом (3.30):

$$\text{ПШЧ}(OZ)_j^{i\phi} = \text{ШЧ}_j^{i\phi} \cdot OZ_j^{i\phi}, \quad (3.30)$$

де $ПШЧ(ОЗ)_j^{i\phi}$ – прогнозна штатна чисельність особового складу (y) допоміжного підрозділу за (i) напрямом основної діяльності оперативного потенціалу.

Загальна прогнозна штатна чисельність особового складу допоміжних підрозділів визначається:

1) У разі загальної чисельності по (j) територіальному підрозділу за виразом (3.31):

$$ПШЧ(ОЗ)_j = \sum_{i=1}^{m_i} \sum_{\phi=1}^{m_\phi} ПШЧ(ОЗ)_j^{i\phi} \quad (3.31)$$

де m_ϕ – кількість напрямів забезпечення (i) напрямку основної діяльності (j) територіального підрозділу.

2) У разі загальної чисельності потреб ДСНС ($ПШЧ^{ДСНС}$) по особовому складу допоміжних підрозділів за виразом (3.32):

$$ПШЧ(ОЗ)^{ДСНС} = \sum_{j=1}^{m_j} \sum_{i=1}^{m_i} \sum_{\phi=1}^{m_\phi} ПШЧ(ОЗ)_j^{i\phi} \quad (3.32)$$

Відповідно загальна потреба ДСНС у штатній чисельності буде визначатися за виразом (3.33):

$$\sum ПШЧ^{ДСНС} = ПШЧ(ОП)^{ДСНС} + ПШЧ(ОЗ)^{ДСНС}, \quad (3.33)$$

Отримане рішення окремої експертно-статистичної задачі з оцінки оперативної здатності аварійно-рятувальних підрозділів (3.28-3.32) дозволяє провести оцінку ефективності оперативної здатності аварійно-рятувальних підрозділів на усіх рівнях підпорядкування, як-то об'єктовий, місцевий, регіональний та у разі необхідності узагальнити за виразом (3.33) у рамках усієї державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Таким чином, рішення окремих задач з оцінки штатної оперативного потенціалу та оперативної здатності потреби оперативної здатності аварійно-рятувальних підрозділів до-

зволяє визначити умови розвитку необхідної інфраструктури аварійно-рятувальної служби, її технічного дооснащення, умови підвищення фахової якості кадрів та формує часові проміжки досягнення необхідного рівня оперативної здатності, яка відповідає прогнозованому рівню оперативного потенціалу.

3.3 Експертно-статистична модель попередження надзвичайних ситуацій в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів

Відповідно шукана експертно-статистична модель попередження надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру у межах оперативних можливостей територіального підрозділу описується системою, яка складається з рівнянь (3.4), (3.6), та умовою (3.5).

$$OM_{mic} = OP_{mic} \cdot OZ_{mic},$$

$$q_i^{тер} = f_{неб}(\phi_{прир}^{тер}, \phi_{тех}^{тер}, \phi_{соц}^{тер}, \phi_{воєн}^{тер}),$$

$$OM_{тер}^{np} \geq \sum_{i=1}^6 q_i^{npтер},$$

Слід зазначити, що OP_{mic} та OZ_{mic} є відповідними відображеннями (f_{OP}) та (f_{OZ}) низки параметрів, що формують кількісну та якісну характеристику останніх, відповідно до вирішення окремих задач $\Omega(\Psi_{пкoc}^{mic})$ та $\Omega(\Psi_{зкoc}^{mic})$ відповідно до параграфу 3.2.1 та 3.2.2. у вигляді виразів (3.34) та (3.35):

$$OP_{mic} = f_{ПО}(\Psi_{пкoc}^{mic}, \Psi_{пясoc}^{mic}, \Psi_{птз}^{mic}, \Psi_{пінф}^{mic}). \quad (3.34)$$

$$OZ_{mic} = f_{OЗ}(\Psi_{зкoc}^{mic}, \Psi_{зясoc}^{mic}, \Psi_{зптз}^{mic}, \Psi_{зінф}^{mic}). \quad (3.35)$$

де $\Psi_{пкoc}^{mic}$ – нормований параметр щодо кількісної відповідності особового складу основних підрозділів;

$\Psi_{пяoc}^{mic}$ – нормований параметр щодо якісної відповідності особового складу основних підрозділів;

$\Psi_{птз}^{mic}$ – нормований параметр щодо повноти технічного забезпечення основних підрозділів;

$\Psi_{пінф}^{mic}$ – нормований параметр щодо повноти інфраструктурного забезпечення основних підрозділів;

$\Psi_{зкoc}^{mic}, \Psi_{зяoc}^{mic}, \Psi_{зптз}^{mic}, \Psi_{зінф}^{mic}$ – аналогічні нормовані параметри стосовно підрозділів забезпечення, функціонування яких визначає рівень оперативної здатності основних підрозділів.

Відповідно шукана експертно-статистична модель попередження надзвичайних ситуацій в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів представляє собою систему аналітичних залежностей (3.36):

$$\left\{ \begin{array}{l} OM_{мер}^{np}(\Psi_{пкoc}^{mic}, \Psi_{зкoc}^{mic}, t_{рез}) \geq \sum_{i=1}^6 q_i^{npмер}(t) \\ q_i^{npмер}(t) = f_{неб}^{мер}(t, \Omega_{неб}^{мер}(\varphi_{прир}^{мер}, \varphi_{тех}^{мер}, \varphi_{соц}^{мер}, \varphi_{воєн}^{мер})) \\ OM_{мер}^{np} = f_{\Omega}^{мер}(\Omega(\Psi_{пкoc}^{mic}), \Omega(\Psi_{зкoc}^{mic}), t_{рез}) \\ t_{рез} = f_{реал}^{мер}(\Psi_{пяoc}^{mic}, \Psi_{птз}^{mic}, \Psi_{пінф}^{mic}, \Psi_{зяoc}^{mic}, \Psi_{зптз}^{mic}, \Psi_{зінф}^{mic}) \end{array} \right. \quad (3.36)$$

Таким чином, експертно-статистична модель попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів складається з чотирьох аналітичних залежностей. Перша описує досягнення необхідного рівня безпеки території та населення у відповідності до існуючого співвідношення потенційної небезпеки від наслідків надзвичайних ситуацій та оперативних можливостей територіального підрозділу з її протидії.

Друга встановлює залежність потенційної небезпеки наслідків надзвичайної ситуації різного характеру від часу та рішення окремої експертно-аналітичної задачі з прогнозування потенційного рівня небезпеки у межах функціонування територіального підрозділу. Третя дозволяє визначити нормований показник оперативної можливості відповідно до рішення окремих експертно-статичних задач з оцінки оперативного потенціалу та оперативної здатності та часу на їх практичну реалізацію в умовах четвертої параметричної залежності, яка визначає час необхідний до досягнення відповідного функціонального рівня оперативних можливостей територіального підрозділу.

Висновки за третім розділом

1. Визначені основні терміни понятійного формування експертно-статистичної моделі. Вони включають оперативний потенціал, оперативну здатність та оперативну можливість аварійно-рятувальних підрозділів.

2. Рішення окремих задач з оцінки штатної оперативного потенціалу та оперативної здатності потреби оперативної здатності аварійно-рятувальних підрозділів дозволяє визначити умови розвитку необхідної інфраструктури аварійно-рятувальної служби, її технічного дооснащення, умови підвищення фахової якості кадрів та формує часові проміжки досягнення необхідного рівня оперативної здатності, яка відповідає прогнозованому рівню оперативного потенціалу.

3. Експертно-статистична модель попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів складається з чотирьох аналітичних залежностей. Перша описує досягнення необхідного рівня безпеки території та населення у відповідності до існуючого співвідношення потенційної небезпеки від наслідків надзвичайних ситуацій та оперативних можливостей територіального підрозділу з її протидії. Друга встановлює залежність потенційної небезпеки наслідків надзви-

чайної ситуації різного характеру від часу та рішення окремої експертно-аналітичної задачі з прогнозування потенційного рівня небезпеки у межах функціонування територіального підрозділу. Третя дозволяє визначити нормований показник оперативної можливості відповідно до рішення окремих експертно-статичних задач з оцінки оперативного потенціалу та оперативної здатності та часу на їх практичну реалізацію в умовах четвертої параметричної залежності, яка визначає час, необхідний до досягнення відповідного функціонального рівня оперативних можливостей територіального підрозділу.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ ОПЕРАТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

4.1 Алгоритм застосування методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів

Розробка методики в частині визначення потреб штатної чисельності особового складу основних підрозділів повинна враховувати наступні умови [141], а саме:

1) рівень інфраструктурного насичення оперативних підрозділів місцями постійної дислокації $K(ОП)_{ji}^{inf}$ повинен відповідати прогностичній чисельності особового складу оперативних підрозділів. Останній визначається виразом (4.1):

$$K(ОП)_{ji}^{inf} = \frac{ПШЧ(ОП)_j^i}{\sum Q(ОП)_{ji}^{inf}}, \quad (4.1)$$

де $\sum Q(ОП)_{ji}^{inf}$ – загальний вміст інфраструктури місць постійної дислокації (j) територіального підрозділу у відповідності до існуючої нормативно-правової бази, яка регламентує питання розміщення та функціонування оперативних підрозділів за (i) напрямом основної діяльності. З метою забезпечення ефективного функціонування основних оперативних підрозділів фактичний коефіцієнт інфраструктурного насичення повинен знаходитися у межах діапазону (4.2):

$$K(ОП)_{ji}^{inf} \cdot \epsilon [ОП_{fj}^i \div 1], \quad (4.2)$$

2) коефіцієнт технічного насичення оперативних підрозділів основною та спеціалізованою технікою $K(ОП)_{ji}^{mex}$ повинен відповідати прогнозній чисельності особового складу оперативних підрозділів. Останній визначається виразом (4.3):

$$K(ОП)_{ji}^{mex} = \frac{ПШЧ(ОП)_j^i}{\sum Q(ОП)_{ji}^{mex}}, \quad (4.3)$$

де $\sum Q(ОП)_{ji}^{mex}$ – загальна кількість особового складу, яка передбачається

у (j) територіальному підрозділі у відповідності до існуючої нормативно-правової бази, яка регламентує питання ефективного оперативного функціонування основних підрозділів, фактичний коефіцієнт технічного насичення повинен знаходитися у межах діапазону (4.4):

$$K(ОП)_{ji}^{mex} \in [1 \div 1 \cdot K_{рез(i)}^{mex}], \quad (4.4)$$

де $K_{рез(i)}^{mex}$ – коефіцієнт резервування техніки та обладнання за (i) – напрямом основної діяльності у відповідності до існуючої нормативно-правової бази.

3) коефіцієнт професійного насичення оперативних підрозділів фахівцями потрібної кваліфікації $K(ОП)_{ji}^{проф}$ повинен відповідати прогнозній чисельності особового складу оперативних підрозділів. Останній визначається виразом (4.5):

$$K(ОП)_{ji}^{проф} = \frac{ПШЧ(ОП)_j^i}{\sum Q(ОП)_{ji}^{проф/мсзо}}, \quad (4.5)$$

де $\sum Q(ОП)_{ji}^{проф}$ – загальна можливість спеціалізованих структурних підрозділів системи ДСНС (мсзо) з підготовки фахівців необхідної кваліфікації за (i) напрямом основної діяльності.

З метою забезпечення ефективного функціонування основних оперативних підрозділів фактичний коефіцієнт професійного насичення повинен знаходитися в межах діапазону (4.6):

$$K(ОП)_{ji}^{проф} \in [1 \div 1 + (1 - ОП_{fj}^i)], \quad (4.6)$$

Коефіцієнт $K(ОП)_{ji}^{инф}$, $K(ОП)_{ji}^{max}$ та $K(ОП)_{ji}^{проф}$ – є коефіцієнтами прямого впливу. Їх фактичне стале значення та прогнозна динаміка зміни дозволять визначити фактичні часові проміжки реалізації збільшення оперативного потенціалу ДСНС до необхідного рівня ефективності.

При розробці фактичних програм удосконалення кадрового потенціалу слід орієнтуватися на більш тривалі терміни реалізації відповідного напрямку оперативного потенціалу або оперативної здатності, виходячи із загальної умови ефективності оперативних можливостей $ОМ^{ДСНС}$ ДСНС (4.7):

$$ОМ^{ДСНС} \geq P_{небез} \quad (4.7)$$

де $ОМ^{ДСНС}$ визначається за виразом (4.8):

$$ОМ^{ДСНС} = ОП^{ДСНС} \cdot ОЗ^{ДСНС} \quad (4.8)$$

де $ОП^{ДСНС}$ – нормативний рівень оперативного потенціалу ДСНС;

$ОЗ^{ДСНС}$ – нормативний рівень оперативної здатності ДСНС;

$P_{небез}$ нормований рівень природно-техногенної небезпеки України, який визначається за виразом (4.9):

$$P_{небез} = (P_{небез}^{нр} \cdot P_{небез}^{пр}) \cdot K_{впл}^{востн} \cdot K_{впл}^{соц}, \quad (4.9)$$

де $P_{небез}^{нр}$, $P_{небез}^{пр}$ – відповідно рівень природної та техногенної небезпеки території України;

$K_{впл}^{воч}$, $K_{впл}^{соц}$ – коефіцієнт взаємовпливу небезпек воєнного та соціального характеру на стан природної та техногенної безпеки території України [142].

У відповідності до розробленої у розділі 3 експертно-статистичної моделі попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, схема алгоритму її реалізації у практичній діяльності буде мати вигляд, який наведено на рис. 4.1.



Рис. 4.1 – Схема алгоритму практичної реалізації застосування методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей АРП

Таким чином, алгоритм практичної реалізації методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів складається з 19 блоків, які розміщено на 5 ієрархічних рівнях, а саме: добір експертів та методу проведення експертизи; визначення показників експертної оцінки та їх діапазонів; безпосереднє застосування методики; формування пропозицій щодо забезпечення необхідного рівня ефективності оперативних можливостей територіальних підрозділів; визначення періодичності проведення експертно-статистичної оцінки та розробка відповідного нормативно-правового супроводу та пов'язані прямими та зворотними аналітичними зв'язками.

4.2 Процедури застосування методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів

Методика попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів базується на керуючому алгоритмі, який описує логічну послідовність дій за трьома групами процедур (рис. 4.2), які умовно можливо поділити наступним чином [143]:

I група – процедури організації експертно-статистичної оцінки, до якої входять: процедура визначення виду експертизи (П1); процедура визначення кількості та якості експертної групи (П2); процедура визначення узгодженості експертної групи (П3).

II група – процедури проведення експертно-статистичної оцінки, до якої входять: процедура формування масиву статистичної інформації за двома напрямками – небезпека та безпека території (П4); процедура визначення якісних параметрів та діапазонів їх варіювання у рамках експертної оцінки (П5); проце-

дура аналізу співвідношення безпека – небезпека з формуванням практичних пропозицій зі збільшення лівої частини, або (та) зниження правої частини співвідношення (П6);

III група – процедури формалізації експертно-статистичної оцінки, до якої входять: процедура визначення періодичності проведення оцінки (П7); процедура нормативно-правового супроводу (П8).

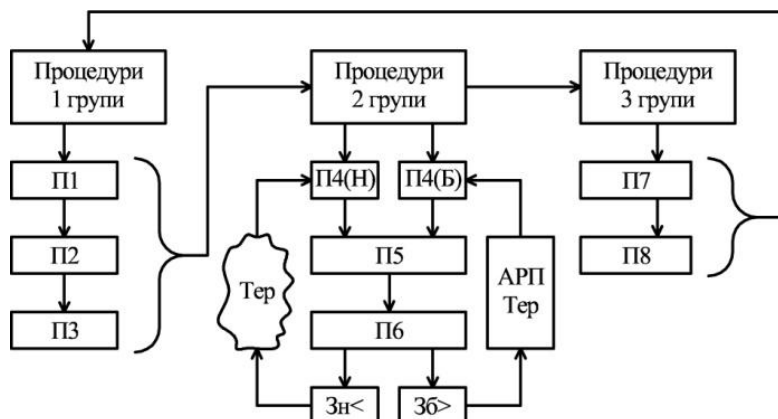


Рис. 4.2 – Схема застосування процедур реалізації алгоритму методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів

Розглянемо процедури I групи методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів.

Процедура визначення виду та характеру експертизи базується на класифікації Е – підходів до проведення експертизи, яка наведена на рис. 4.3.

Аналіз можливості застосування наведених експертних підходів до чіткого визначення нормативних показників небезпеки території та відповідності оперативної можливості територіальних підрозділів наведено у табл. 4.1.



Рис. 4.3 – Класифікація підходів до проведення експертизи в рамках виконання процедури П1

Як бачимо з аналізу табл. 4.1. найбільш ефективним є поєднання декількох Е – підходів до проведення експертизи у рамках застосування експертно-статистичної методики на різних її етапах [144].

Так, при оцінці показників небезпеки доцільно використовувати Е – підходи: 1, 2, 3, 6, 7. При оцінці кількісних показників оперативної можливості підрозділів – 4, 5, 8, 9, 10, 11. При оцінці якісних показників оперативної можливості підрозділів – 1, 3, 5, 8, 9, 10. При оцінці ефективності запропонованих заходів щодо зниження рівня небезпеки – 5, 6, 7, 11. При оцінці ефективності запропонованих заходів щодо збільшення рівня небезпеки – 5, 8, 9, 10, 11. У разі обґрунтування переваги застосування того чи іншого Е – підходу в рамках наведених груп – 8 ÷ 11.

Таблиця 4.1 – Можливість застосування Е – підходів до формування нормативних показників методики

п.к.	φ_{np}	$\varphi_{тех}$	$\varphi_{соц}$	$\varphi_{возн}$	$\psi_{пк}$	$\psi_{ня}$	$\psi_{пт}$	$\psi_{пін}$	$\psi_{зк}$	$\psi_{зя}$	$\psi_{зг}$	$\psi_{зін}$	$З_n$	$З_о$	Якість оцінки Е
E1	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
E2	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E3	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
E4	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-
E5	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
E6	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
E7	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
E8	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+
E9	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
E10	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
E11	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+

Слід зазначити, що ефективність експертизи залежить від точності і надійності отриманих результатів, а відтак залежить, як від вибору Е – підходу, так і від кваліфікації експертної групи. Вибір експертів є досить складним завданням, частіше за все враховується декілька особистих властивостей: компетентність – професійна і кваліметрична, зацікавленість експерта у результатах експертизи, ставлення до справи, об'єктивність.

Майже не враховуються такі риси, як схильність до ризику та інші психологічні та особисті особливості.

За відсутності на сьогодні системних досліджень та однозначної думки щодо підходів оцінки якості експертів, останні можливо класифікувати відповідно до рис. 4.4.

Наведені на рис. 4.4 підходи мають переваги та суттєві недоліки, що визначає застосування комбінованого підходу, маючи за мету максимальне зменшення їх негативного впливу на кінцевий результат експертизи.

Наступним кроком є застосування процедури визначення кількості та якості експертної групи.



Рис. 4.4 – Класифікація підходів оцінки якості експертів

На першому етапі, виходячи із задачі експертизи, необхідно виявити власне самих експертів; на другому етапі із виявлених експертів необхідно сформувати експертну групу.

Проблема складання списку можливих експертів полегшується тоді, коли певний вид експертизи проводиться багаторазово, або проводиться періодично, а отже є у наявності база експертів з визначенням їх якісних характеристик щодо процедури аналізу.

У разі проведення експертизи вперше для формування експертної групи слід скористатися алгоритмом «Сніжної грудки». Попре існуючі недоліки, зазначений підхід дозволяє визначити генеральну сукупність експертів. В той же час залучення всіх фахівців генеральної сукупності для проведення експертизи недоцільно та й практично неможливо. Тому на основі генеральної сукупності необхідно визначити репрезентативну сукупність. З цією метою визначимо нижню та верхню межі чисельності вибірки експертів.

Верхня межа чисельності (n_{\max}) вибірки визначається виходячи з нерівності (4.10):

$$n_{\max} \leq \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{2K_{\max}}, \quad (4.10)$$

де K_i – компетентність i – го фахівця за умовною шкалою компетентності;

K_{\max} – максимально можлива компетентність експерта за умовною шкалою компетентності.

Нижня межа чисельності n_{\min} експертної вибірки визначається виразом (4.11):

$$n_{\min} = 0,5 \left(\frac{3}{\varepsilon} + 5 \right), \quad (4.11)$$

де ε – задана величина змін середньої помилки при включенні або виключенні експерта з вибірки, визначається в межах нерівності (4.12):

$$\varepsilon > \frac{B - B^{\wedge}}{B_{\max}}, \quad (4.12)$$

де B – середня оцінка прогнозованої величини, у балах;

B^{\wedge} – середня оцінка, яка дана експертною групою, з якої виключений (включений) один експерт;

B_{\max} – максимально можлива оцінка прогнозованої величини у прийнятій шкалі оцінок.

Шукана величина експертної вибірки повинна знаходитися в діапазоні $[n_{\min}; n_{\max}]$.

З метою виключення надлишкової варіативності в рамках процедури П2. Вирази (4.10) та (4.11) слід доповнити виразом необхідної кількості ($n_{\text{ос}}$) експертів вибірки з урахуванням теорії вибіркового спостереження (4.13):

$$n_{ec} = \frac{p(1-p)}{\Delta^2 \tilde{p}} \cdot t_c^2, \quad (4.13)$$

де t_c^2 – критерій Стьюдента при заданому рівні істотності;
 p – питома вага експертів;
 $\Delta \tilde{p}$ – середня гранична помилка частки.

Відповідно умовою не протиріччя формування експертної вибірки є нерівність (4.14):

$$n_{\min} \leq n_{ec} \leq n_{\max}, \quad (4.14)$$

Враховуючи, що компетентність експертів сформованої вибірки (n_{ec}) досить різна, виникає питання об'єктивної оцінки якості формування експертної вибірки поділяються за своїм підходом на об'єктивні і суб'єктивні. Зважаючи на складність експертизи, застосуємо комплексний підхід, який полягає у об'єднанні обох методик.

Так, ступінь придатності фахівця до проведення експертизи у разі об'єктивного оцінювання (K_a) визначається на підставі професійного анкетування за виразом (4.15):

$$K_a = \frac{\sum V_{ij}}{\sum V_j}, \quad (4.15)$$

де V_{ij} – вага j -ої градації i -ї характеристики тестового завдання, в умовних балах.

Ступінь придатності фахівця до проведення експертизи у разі (об'єктивного) оцінювання (K_c) визначається за виразом (4.16):

$$K_c = \frac{\sum \lambda l}{\sum n}, \quad (4.16)$$

де λl – суб'єктивна оцінка (самооцінка), в умовних балах у межах діапазону ($0 \div 10$), яка характеризує ступінь обізнаності спеціаліста за l – тою проблемою;

n – максимально можлива суб'єктивна оцінка, в умовних балах.

У разі застосування комплексного підходу для отримання показника комплексної оцінки якості експертної вибірки ($K_{n_{ec}}$) треба застосовувати вираз (4.17):

$$K_{n_{ec}} = \frac{\sum_{R=1}^{n_{ec}} K_{KR}}{n_{ec}}, \quad (4.17)$$

де K_{KR} – оцінка якості (R) експерта, яка визначена у рамках комплексного підходу за виразом (4.18):

$$K_{KR} = \frac{\frac{\sum V_{ij}}{\sum V_i} + \frac{\sum \lambda L}{\sum n}}{m + 1}, \quad (4.18)$$

де m – кількість використаних підходів до суб'єктивної оцінки.

Наступна процедура (ПЗ) експертно-статистичної методики стосується оцінки узгодженості думок експертів сформованої у рамках попередньої процедури (П2) вибірки.

Відповідно до існуючих на цей час практик оцінка ступеня узгодженості думок експертів оцінюється за коефіцієнтом конкордації ($K_{кон}$) – для всієї вибірки (n_{ec}) або коефіцієнтом рангової кореляції для пари експертів вибірки [145].

Коефіцієнт конкордації ($K_{\text{кон}}$) для експертної вибірки (n_{ec}) розраховується за виразом (4.19):

$$K_{\text{кон}} = \frac{12 \sum_{j=1}^n d_j^2}{m^2 (n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i}, \quad (4.19)$$

де d_j – відхилення суми від середнього значення визначається за виразом (4.20):

$$d_j = S_j - \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{n}; \quad (4.20)$$

а сума рангів s_j – виразом (4.21):

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij}. \quad (4.21)$$

Складник T_i , який відповідає за врахування ефекту наявності стандартизованих рангів визначається за виразом (4.22):

$$T_i = \sum_{i=1}^m (t_i^3 - t_i), \quad (4.22)$$

де i – кількість груп зв'язаних (однакових) рангів;
 t_i – кількість зв'язаних рангів у кожній групі.

Слід зазначити, що коефіцієнт конкордації змінюється у межах від 0 до 1. Чим більше значення коефіцієнту, тим вище ступінь узгодженості експертної вибірки.

Статистичну істотність коефіцієнта конкордації слід перевірити за критерієм Персона (χ^2) а виразом (4.23) та умовою істотності (4.24):

$$\chi_p^2 = \frac{12 \sum_{j=1}^n d^2}{\left[mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^m Ti \right]}; \quad (4.23)$$

$$\begin{cases} \chi_p^2 > \chi_T^2 \Rightarrow \text{статистична істотність} \\ \chi_p^2 < \chi_T^2 \Rightarrow \text{статистична істотність відсутня} \end{cases}, \quad (4.24)$$

де χ_p^2 – розрахунковий значний коефіцієнт,
 χ_T^2 – табличне значення коефіцієнту, Персона визначене для $n-1$ ступенів свободи довірчої ймовірності ($P = 0,95$).

У разі відсутності статистичної істотності необхідне збільшення числа експертів вибірки за умов виконання нерівності (4.14) [146].

Розкид думок експертів, попре коефіцієнту конкордації, слід оцінити також за статистичними показниками, а саме:

1) за дисперсією оцінок σ_j^2 , поставлених j – му напряму відповідно до виразу (4.25):

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{m_j - 1} \sum (C_{ij} - M_j)^2, \quad (4.25)$$

де C_{ij} – оцінка відносної ваги (у балах) наданої i – м експертом j – му фактору;

середня величина в умовних балах (M_j), яка розраховується за виразом (4.26):

$$M_j = \frac{\sum_{i=1} C_{ij}}{m_j}. \quad (4.26)$$

2) за коефіцієнтом варіації оцінок, даних j -му напрямку відповідно до виразу (4.27):

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j} \cdot 100. \quad (4.27)$$

3) за загальною дисперсією оцінок відповідно до виразу (4.28):

$$\sigma_o^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (M_j - M)^2, \quad (4.28)$$

$$M = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m C_{ij}}{\sum_{j=1}^n m_j}. \quad (4.29)$$

за загальною дисперсією рангів відповідно до виразу (4.30):

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (\bar{S}_j - \bar{S})^2, \quad (4.30)$$

$$\bar{S} = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m R_{ij}}{\sum_{j=1}^n m_j}. \quad (4.31)$$

Характеристики загальних дисперсій відображають узагальнену якість експертної вибірки за усіма факторами. Характеристики розраховані за виразами (4.25) та (4.26) визначають якість експертної вибірки за окремими факторами.

З метою отримання достовірного результату при застосуванні методики оцінки оперативних можливостей територіальних підрозділів до дій за призначенням, у рамках процедури (ПЗ) узгодженості експертної вибірки, окрему увагу слід приділити визначенню ступеню узгодженості оцінок кожного експерта, порівнянню з оцінками інших експертів з вибірки (n_{ec}).

Ця частина процедури досягається за використання непарної рангової кореляції між оцінками двох будь-яких експертів $Exp1$ та $Exp2$ ($\rho_{exp1,2}$) та додаткової аналітичної оцінки на підставі інформаційної міри збігу думок Устюжанінова.

Так, коефіцієнт парної рангової кореляції між оцінками двох експертів визначається за виразом (4.32):

$$\rho_{exp1,2} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n \psi_j^2}{\frac{1}{6} \cdot (n^3 - n) - \frac{1}{12} \cdot (T_{Exp1} - T_{Exp2})} \quad (4.32)$$

де ψ_j – різниця по модулю величини рангів оцінок j -го фактора, поставлених експериментами $Exp1$ та $Exp2$, як-то:

$$\psi_j = |R_{Exp1j} - R_{Exp2j}|; \quad (4.33)$$

де T_{Exp1}, T_{Exp2} – показники зв'язаних рангів оцінок відповідних експертів, які обчислюються відповідно до виразу (4.22).

Зазначимо, що шуканий коефіцієнт $\rho_{exp1,2}$ знаходиться у межах діапазону $[-1;1]$. Досягнення коефіцієнтом парної рангової кореляції верхньої межі свідчить про повний збіг думок щодо ранжування значущості факторів, які розглядаються. У разі досягнення нижньої межі – це свідчить про зворотній результат відповідно.

Інформаційна міра збігу думок Устюжанінова визначається за виразом (4.34):

$$E_{Exp1,2} = \frac{2n_{Exp1,2}}{n_{Exp1} \cdot \log_2 \left(1 + \frac{n_{Exp2}}{n_{Exp1}} \right) + n_{Exp2} \log_2 \left(1 + \frac{n_{Exp1}}{n_{Exp2}} \right)}, \quad (4.34)$$

де $n_{Exp1,2}$ – кількість факторів, однаково оцінених обома експертами в умовних балах;

n_{Exp1}, n_{Exp2} – кількість факторів, оцінених відповідно першим та другим експертами.

Підсумовуючи розгляд порядку застосування процедури (ПЗ), слід зауважити, що з метою зменшення тиску формальних чинників на процес формування експертної вибірки слід застосовувати поділ вибірки на 2 та більше число частин (у разі потреби), до яких включити експертів за параметрами співпадіння або неспівпадіння думок більшості при умові виконання лівої частини нерівності (4.15) [147].

Процедури методики II групи виконання керуючого алгоритму розглянуті авторами у рамках рішення окремих задач формування математичної моделі попередження надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру у межах оперативних можливостей територіального підрозділу.

Процедури III групи слід розглядати у контексті практичного застосування результатів розрахунку за використання методики.

Таким чином, методика попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, у складі керуючого алгоритму та його процедурного наповнення, дозволяє у подальшому провести розрахунок необхідної штатної чисельності оперативного потенціалу та оперативної здатності територіальних підрозділів ДСНС, виходячи з наявних та прогнозних рівнів потенційної небезпеки природного, техногенного, соціального та воєнного характеру та врахувати їх взаємовплив. Особливостями такого підходу є можливість у якості математичного апарату для розрахунку прогнозних показників небезпеки ви-

користувувати вже відомі та апробовані підходи, що у цілому забезпечить високий рівень достовірності кінцевих результатів застосування методики оцінки оперативних можливостей територіальних підрозділів ДСНС в умовах сучасних небезпек та соціальних трансформацій.

Висновки за четвертим розділом

1. Алгоритм практичної реалізації методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів складається з 19 блоків, які розміщено на 5 ієрархічних рівнях, а саме: добір експертів та методу проведення експертизи; визначення показників експертної оцінки та їх діапазонів; безпосереднє застосування методики; формування пропозицій щодо забезпечення необхідного рівня ефективності оперативних можливостей територіальних підрозділів; визначення періодичності проведення експертно-статистичної оцінки та розробка відповідного нормативно-правового супроводу та пов'язані прямими та зворотними аналітичними зв'язками.

2. Методика попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, у складі керуючого алгоритму та його процедурного наповнення, дозволяє у подальшому провести розрахунок необхідної штатної чисельності оперативного потенціалу та оперативної здатності територіальних підрозділів ДСНС, виходячи з наявних та прогнозних рівнів потенційної небезпеки природного, техногенного, соціального та воєнного характеру та врахувати їх взаємовплив.

Особливостями такого підходу є можливість у якості математичного апарату для розрахунку прогнозних показників небезпеки використовувати уже відомі та апробовані підходи, що у цілому забезпечить високий рівень достовірності кінцевих результатів застосування методики оцінки оперативних можливостей територіальних підрозділів ДСНС в умовах сучасних небезпек та соціальних трансформацій.

РОЗДІЛ 5

ПЕРЕВІРКА ДОСТОВІРНОСТІ І ПРОПОЗИЦІЇ З ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИКИ

5.1 Хронологія протікання надзвичайної ситуації регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей на прикладі вибухів на арсеналі в м. Лозова Харківської області

27.08.2008 р. о 15 год. 55 хв. на пункт зв'язку СДПЧ-24 Лозівського районного управління ГУ МНС України в Харківській області по телефону надійшло повідомлення про пожежу сухої трави на території військової частини А – 0829 Міністерства оборони України. О 16 год. 00 хв. на пункт зв'язку СДПЧ-24 надійшло повідомлення про направлення другої автоцистерни.

По сигналу «Тривога» виїхала автоцистерна СДПЧ-24 та прибула до місця виклику о 16 год. 05 хв. На КПП-1 караул зустрів черговий і вказав напрям подальшого слідування до КПП-2. Біля КПП-2 пожежний розрахунок зустрів військовий і вказав маршрут подальшого слідування до КПП-3, біля якого розташована відомча пожежна частина Міністерства оборони України по охороні території та інфраструктури військової частини А – 0829. На озброєнні пожежної частини знаходилось три пожежні автоцистерни та два пожежних танка. На час прибуття відділення СДПЧ-24 площа пожежі складала близька 1000 м². Горінням була охоплена територія, яка була захарашена ящиками, спіяними гілками, чагарником, купами паперових відходів та будівельного сміття. На момент прибуття відділення СДПЧ-24 відомчої пожежної техніки на місці пожежі не було і заходи по її гасінню відомчою пожежною частиною не здійснювались [148].

Прибуле відділення СДПЧ-24 Лозівського РУ приступило до гасіння, о 16 год. 10 хв. прибуло друге відділення СДПЧ-24, але прийняти участь у гасінні не встигло, так-як о 16 год. 15 хв. у глибині території за КПП-3 на відстані приблизно 400-500 метрів пролунала перша серія вибухів. Практично зразу після цьо-

го з глибини території, через КПП-3 виїхали пожежні автомобілі відомчої пожежної частини, які вірогідно виконували інше завдання на території арсеналу. О 16 год. 17 хв. пролунала команда «Евакуація» і обидва відділення СДПЧ-24, замикаючи колону техніки військової частини А – 0829, негайно покинули територію арсеналу.

О 16 год. 35 хв. до чергової частини ГУ МНС України в Харківській області від начальника ГУ МНС України в Харківській області надійшло повідомлення про пожежу та вибухи на території військової частини А – 0829, після чого він доповів про цю подію Міністру України з надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. Віддав команду про направлення до місця події зведеного загону по гасінню великих пожеж, до складу якого входять 10 пожежних автоцистерн, мобільна оперативна група Головного управління, блок тилового забезпечення, віддав розпорядження про приведення у готовність гелікоптеру МНС Мі-8, оголосив збір всього особового складу та перехід Харківського гарнізону МНС на посилений варіант несення служби та особисто відбув до місця виникнення надзвичайної ситуації.

З моменту отримання повідомлення до 17 год. 00 хв. черговою частиною здійснювалось інформування Міністерства України з надзвичайних ситуацій та вищих посадових осіб облдержадміністрації Харківської області. О 17 год. 30 хв. під час слідування начальником ГУ МНС України в Харківській області віддане розпорядження про додаткове направлення до м. Лозова десяти пожежних автоцистерн з м. Харкова. О 18 год. 05 хв., після узгодження з МНС, було передане усне розпорядження на виїзд у район надзвичайної ситуації підрозділу Навчального центру ОРС ЦЗ (м. Мерефа), на озброєнні якого знаходиться спеціальна техніка для ліквідації наслідків катастроф і містечко життєзабезпечення та приведення у готовність сил ГУ МНС в Дніпропетровській, Донецькій, Полтавській областях та Спеціа-

льного аварійно-рятувального загону ОРС ЦЗ (м. Ромни), до висування, вони о 19 год. 59 хв. отримали письмове розпорядження МНС на виїзд до місця НС.

В період з 22 год. 30 хв. до 01 год. 22 хв. 28.08.2008 року прибула вся техніка з районів Харківської області та м. Харкова до м. Лозова у складі 203 чоловік особового складу, 43 одиниці техніки та піротехнічної групи Головного управління. Після прибуття техніки особовим складом розпочалось обладнання польового штабу з ліквідації НС та містечка життєзабезпечення. Одночасно із залученням особового складу підрозділів ГУ МНС України в Харківській області були здійснені термінові заходи негайної евакуації населення м. Лозова із загальною чисельністю мешканців близько 4 тис. чоловік.

О 01 год. 30 хв. прибула колона ГУ МНС в Дніпропетровській області у складі 60 чоловік, 10 пожежних автоцистерн і 1 піротехнічної групи.

О 04 год. 40 хв. прибула колона ГУ МНС в Донецькій області у складі 66 чоловік, 10 пожежних автоцистерн і 1 піротехнічної групи.

О 05 год. 30 хв. прибула колона ГУ МНС в Полтавській області у складі 27 чоловік, 5 пожежних автоцистерн і 1 піротехнічної групи.

Усього на той час сили МНС склали – 356 чоловік особового складу, 47 пожежних автоцистерн, 21 одиниця інженерної техніки та 5 піротехнічних груп.

О 06 год. 33 хв. був здійснений обліт гелікоптером МНС території арсеналу, а також о 07 год. 00 хв.

З цього часу підрозділами МНС здійснювалось локальне гасіння осередків займань у небезпечній зоні за територією арсеналу.

Для забезпечення заходів пожежогасіння і водопостачання для заправки водою трьох пожежних танків по узгодженню з керівництвом Південної залізниці був залучений пожежний поїзд

ємністю 180 м³ води. Для здійснення заходів авіаційної розвідки і контролю за розвитком ситуації в режимі моніторингу був задіяний і постійно використовувалася гелікоптер МНС Мі-8.

Для гасіння у найбільш інтенсивних осередках в умовах неможливого доступу у зони ураження були приведені у режим готовності два пожежних літака МНС АН-26 з ємністю води на борту по 8 тон кожний, які були передислоковані з м. Ніжин до м. Харків.

О 13 год. 00 хв. було проведено засідання Державної комісії ТЕБ та НС під керівництвом 1-го Віце-прем'єр Міністра України Турчінова О.В.

Протягом дня 28 серпня 2008 року вживалися заходи щодо гасіння пожежі пожежними танками, прокладено 1 км рукавної лінії від джерела водопостачання до технічної території арсеналу.

На ранок 29 серпня 2008 року була проведена наземна розвідка у зоні надзвичайної ситуації, за результатами якої було прийнято рішення про рекогносцировку сил для подальшого виконання практичних заходів по розчищенню під'їзних шляхів із застосуванням важкої інженерної техніки, а також зрошуванню території арсеналу за допомогою пожежних танків і пожежного потягу. Також було прийнято рішення про очистку місцевості від боєприпасів, які знаходяться за межами арсеналу, у секторі відповідальності МНС.

О 18.00 год. 5 вересня особовий склад піротехнічного підрозділу ГУ МНС в Дніпропетровській області було відправлено до місця постійної дислокації [149].

Хронологія нарощування оперативного потенціалу під час ліквідації надзвичайної ситуації внаслідок вибухів на арсеналі в м. Лозова Харківської області наведено на рис. 5.1 – 5.2 та у таблицях 5.1 та 5.2.

Таблиця 5.1 – Хронологія нарощування оперативного потенціалу (техніка) під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей

№	Час	Кількість техніки, що прибула	Загальна кількість техніки
<i>I доба</i>			
1	16.05	1 АЦ	1 АЦ
2	16.10	1 АЦ	2 АЦ
3	22.30	43 одиниці з районів Харківської області	45
<i>II доба</i>			
1	01.30	10 одиниць з Дніпропетровської області	55
2	04.40	10 одиниць з Донецької області	65
3	05.30	5 одиниць з Полтавської області	70
4	09.15	1 пожежний потяг	71
5	10.00	1 пожежний танк	72
6	19.00	10 одиниць з Дніпропетровської області вирушили до місця дислокації	62
7	19.00	10 одиниць з Донецької області вирушили до місця дислокації	52
8	19.00	5 одиниць з Полтавської області вирушили до місця дислокації	47
<i>III доба</i>			
1	11.41	Гелікоптер Мі-8 (172 МО) почав обліт території	48
2	11.56	Гелікоптер Мі-8 (172 МО) закінчив обліт території	47
<i>IV доба</i>			
1	06.00	Почали працювати 2 танки	49
2	08.00	Почали працювати 4 танки	53
<i>V доба</i>			
1	22.50	Міські підрозділи Харкова повернулись на місце дислокації (43 одиниці)	10

Таблиця 5.2 – Хронологія нарощування оперативного потенціалу (особовий склад) під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей

№	Час	Кількість особового складу, що прибув	Загальна кількість особового складу
<i>I доба</i>			
1	16.05	6 осіб (СДПЧ-24)	6
2	16.10	6 осіб (СДПЧ-24)	12
3	22.30	203 особи Харківська область + 1 піротехнічна група (5 осіб)	220
<i>II доба</i>			
1	01.30	60 осіб (Дніпропетровська область) + 1 піротехнічна група (5 осіб)	286
2	04.40	66 осіб (Донецька область) + 1 піротехнічна група (5 осіб)	357
3	05.30	27 осіб (Полтавська область) + 1 піротехнічна група (5 осіб)	389
4	19.00	60 осіб (Дніпропетровська область) + 1 піротехнічна група (5 осіб) вирушили до місця дислокації	324
5	19.00	66 особи (Донецька область) + 1 піротехнічна група (5 осіб) вирушили до місця дислокації	253
6	19.00	27 осіб (Полтавська область) + 1 піротехнічна група (5 осіб) вирушили до місця дислокації	221
<i>III доба</i>			
1	14.45	1 група піротехніків відбула до Харкова (5 осіб)	216
<i>IV доба</i>			
1	18.25	міські підрозділи Харкова повернулись на місце дислокації (203 особи)	13

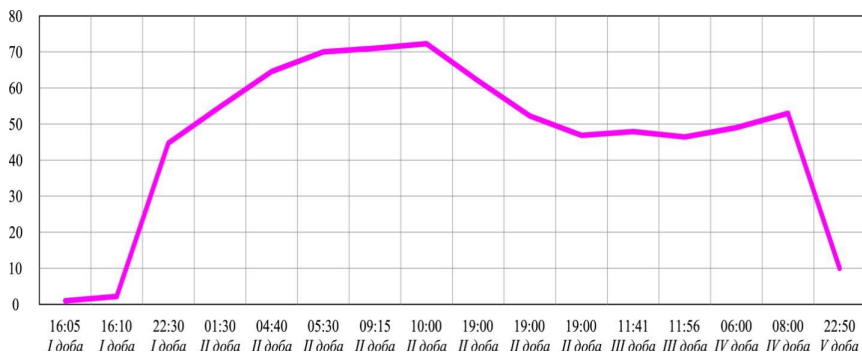


Рис. 5.1 – . Динаміка нарощування оперативного потенціалу (техніка) під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей

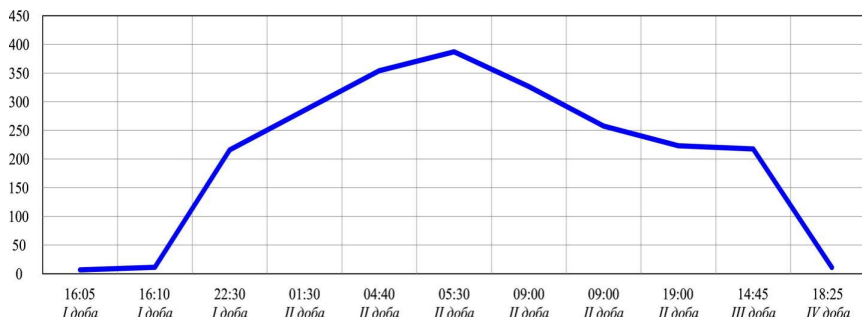


Рис. 5.2 – . Динаміка нарощування оперативного потенціалу (особовий склад) під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей

Таким чином, хронологія протікання надзвичайної ситуації внаслідок вибухів на арсеналі в м. Лозова Харківської області та динаміка нарощування оперативного потенціалу під час її ліквідації дозволяє характеризувати її, як надзвичайну ситуацію регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей та надалі провести на основі існуючих даних щодо залучених під час її ліквідації сил та засобів, перевірку достовірності розробленої експертно-статистичної моделі та відповідної методики.

5.2 Аналіз результатів отриманих за допомогою розробленої експертно-статистичної моделі та відповідної методики

Дії з ліквідації надзвичайної ситуації регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей на прикладі вибухів на арсеналі силами і засобами ДСНС включають в себе наступні види робіт:

- отримання завдання у керівника ліквідації надзвичайної ситуації (КЛНС);
- розвідка напрямків, секторів НС;
- постановка завдань, інструктаж за вимогами безпеки;
- збивання полум'я по кромці НС (пожежі);
- засипка кромки НС (пожежі) ґрунтом;
- гасіння водою і вогнегасними розчинами;
- прокладка загороджувальних, опорних мінералізованих смуг;
- отжиг горючих матеріалів перед фронтом НС (пожежі);
- ліквідація залишків НС (пожежі);
- контроль стану.

Для кожної дії відомі тривалість, інтенсивність (кількість особового складу, необхідного для виконання кожної дії в годину) і безліч безпосередніх попередніх їм видів робіт.

Для формування поліноміальної залежності розвитку надзвичайної ситуації регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей на прикладі вибухів на арсеналі використовувався блок моделювання НС інформаційної системи дистанційного моніторингу НС, який дозволяє оцінити можливе поширення НС з урахуванням наявних сил та засобів залучених до локалізації та ліквідації НС [150].

Для визначення номенклатури сил та засобів ліквідації НС був проведений морфологічний аналіз визначення номенклатури засобів.

Ідея застосування методу морфологічного аналізу полягає у визначенні всіх можливих комбінацій станів НС, з урахуван-

ням можливостей різних відомств, які залучались для ліквідації конкретної НС внаслідок вибухів на арсеналі в м. Лозова Харківської області.

Морфологічний аналіз дозволив систематизувати великий обсяг даних про можливі варіанти НС і визначити номенклатуру сил та засобів різної відомчої приналежності для кожного варіанту, з урахуванням особливостей конкретної НС внаслідок вибухів на арсеналі у м. Лозова Харківської області.

Формування угруповання сил оперативного потенціалу здійснювалося шляхом розв'язання оберненої задачі ефективності. При цьому процес ліквідації НС розглядався як цілеспрямований процес функціонування системи.

Показником ефективності операції з ліквідації НС є ймовірність досягнення мети операції не менше 0,95.

Операція з ліквідації НС є процесом динамічним, отже, використання експертно-статистичної моделі попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів передбачає застосування, у якості розрахункового модулю, програмного забезпечення «Експерт», створеного з використанням можливостей Excel.

Відтак рішення задачі лінійного програмування зводиться до максимізації виробничої функції, за умови локалізації НС у заданий час, з урахуванням обмежень щодо граничного кількості сил та засобів, які можуть виділити відомства, що залучаються.

Зворотне завдання ефективності вирішується методом Монте-Карло, при цьому передбачається, що закони розподілу випадкових факторів підкоряються рівномірному закону розподілу ймовірності.

Це обумовлено тим, що справжні закони розподілу випадкових факторів, які впливають на процес ліквідації НС не відомі, а вибір рівномірного закону розподілу дозволяє отримати саму песимістичну оцінку.

Результатом виконання завдання є номенклатура сил та засобів та їх кількість (рис. 5.3).

На підставі обчислених значень кожному відомству на місцевості визначається зона відповідальності із зазначенням географічних координат і меж лісових кварталів.

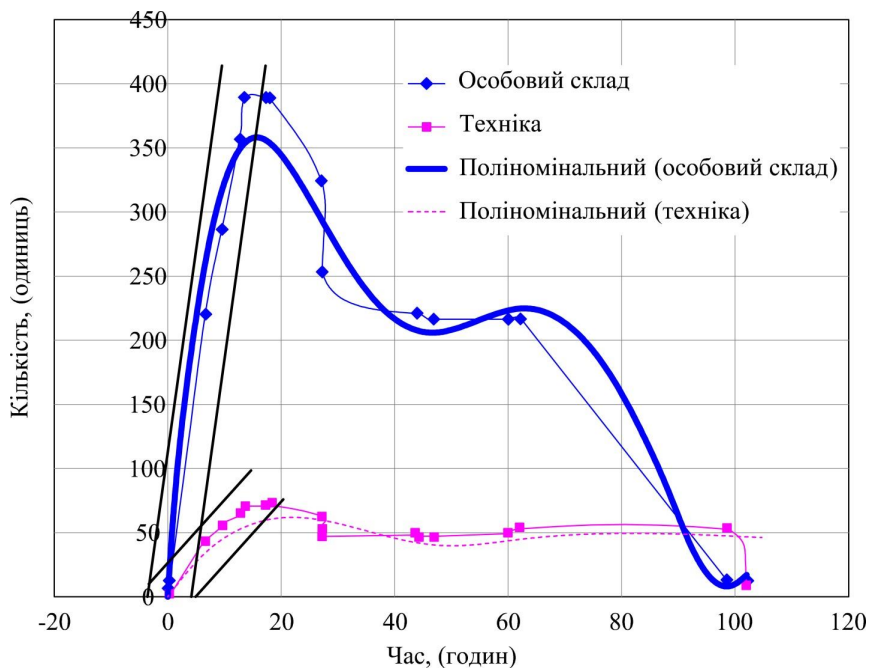


Рис. 5.3 – Порівняльний аналіз результатів комп'ютерного моделювання та натурних досліджень процесу нарощування оперативного потенціалу (техніка та особовий склад) під час ліквідації надзвичайної ситуації регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів на прикладі вибухів на арсеналі у м. Лозова Харківської області

Таким чином, результати натурального дослідження процесу ліквідації надзвичайної ситуації регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних

підрозділів на прикладі вибухів на арсеналі у м. Лозова Харківської області входять у довірчий інтервал, отриманий під час комп'ютерного моделювання за допомогою розробленого математичного апарату, розрахований з надійністю 0,95, що підтверджує достовірність розробленої експертно-статистичної моделі та методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, яка була створена на її основі.

5.3 Застосування розробленої експертно-статистичної моделі та методики на її основі для визначення штатної чисельності аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування

З метою вдосконалення оперативних можливостей територіальних підрозділів ДСНС заходи з оптимізації наявної штатної чисельності пропонується провести у 4 етапи [151].

Перші два етапи повинні послідовно забезпечити тактичні переваги системи протидії над існуючою та потенційною загрозою виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру у державі. Два наступних етапи мають на меті забезпечити відповідний стратегічний позитивний баланс щодо розвитку безпечного існування регіонів держави за постійно змінних умов невизначеності природно-техногенно-соціального середовища як всередині, так і за межами України.

Так, на I етапі – оптимізація штатної чисельності територіальних підрозділів з метою приведення останньої до рівня нормативної положенності, відповідно діючих на сьогодні вітчизняних та міжнародних норм законодавства у сфері цивільної безпеки. Окремо враховано існуючий процес імплементації та гармонізації чинного нормативно-правового та законодавчого поля до вимог законодавчого поля країн ЄС та провідних країн світу на кшталт США, Канади, Великобританії, у частині забезпечення дієвої безпеки населення [152].

Зміни II етапу – забезпечення цілковитої переваги оперативних можливостей територіальних підрозділів над прогнозним рівнем територіальної небезпеки природного та техногенного характеру.

Слід зазначити, що ефективна реалізація I та II етапів оптимізації штатної чисельності, потребує реформи системи підготовки кадрів ДСНС України, з максимальним залученням науково-педагогічного та наукового потенціалу профільних ЗВО, маючи за мету нарощування ними темпів якісної підготовки фахівців за гостродефіцитними спеціальностями. З іншого боку, необхідно нарощувати темпи модернізації техніки та створення підрозділів, які за своїм технічним оснащенням відповідають найвищим вимогам світових стандартів, насамперед, у частині технічного забезпечення авіаційних підрозділів та підрозділів спеціального призначення.

Зміни III етапу – забезпечення цілковитої переваги оперативних можливостей основних територіальних підрозділів над прогнозним рівнем територіальної небезпеки природного та техногенного характеру з урахуванням загальнодержавних процесів соціальної трансформації.

Слід зазначити, що час реалізації III етапу оптимізації штатної чисельності цілковито залежить від реалізації програми удосконалення існуючої та будівництва нової інфраструктури у межах територіальних громад, насамперед, з урахуванням процесів децентралізації [153].

Таким чином, фактичне стале значення наведених оцінок територіальних підрозділів та динаміка, що прогнозується щодо можливості їх зміни у рамках кожного етапу дозволяє визначити фактичні часові проміжки реалізації заходів з оптимізації чисельності територіальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

5.4 Розрахунок поетапної оптимізації оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування

Застосування основних положень методики дозволило провести поетапний розрахунок оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування на прикладі ГУ ДСНС у Харківській області [154].

Аналізуючи в цілому результати розрахунку, слід зазначити, що у разі створення ефективної та збалансованої регіональної системи протидії надзвичайним ситуаціям природного та техногенного характеру, оптимізаційні зміни I-IV етапів штатної чисельності територіальних підрозділів повинні спиратися на одночасне регулювання питань у межах їх компетенції з:

1) Інфраструктурного насичення оперативних підрозділів місцями постійної дислокації, рівень насиченості якої повинен відповідати розрахунковій чисельності особового складу оперативних підрозділів на кожному етапі оптимізації та вимогам існуючої нормативно – правової бази, яка регламентує питання розміщення та функціонування оперативних підрозділів за відповідним напрямом діяльності;

2) Технічного насичення оперативних підрозділів основною та спеціальною технікою, рівень насиченості якої повинен відповідати розрахунковій чисельності особового складу оперативних підрозділів на кожному етапі оптимізації та вимогам існуючої нормативно – правової бази, яка регламентує питання ефективного оперативного функціонування основних підрозділів;

3) Професійного насичення оперативних підрозділів фахівцями потрібної кваліфікації, рівень насиченості якої повинен відповідати розрахунковій чисельності особового складу оперативних підрозділів на кожному етапі оптимізації та вимогам існуючої нормативно – правової бази з цього питання [155].

Таким чином, пропонується розроблені експертно-статистичну модель попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів та відповідну методику, створену на її основі використовувати для поетапної оптимізації оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування у всіх структурних підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Висновки за п'ятим розділом

1. Хронологія протікання надзвичайної ситуації внаслідок вибухів на арсеналі у м. Лозова Харківської області та динаміка нарощування оперативного потенціалу під час її ліквідації дозволяє характеризувати її, як надзвичайну ситуацію регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей та надалі провести на основі існуючих даних щодо залучених під час її ліквідації сил та засобів, перевірку достовірності розробленої експертно-статистичної моделі та відповідної методики.

2. Результати натурного дослідження процесу ліквідації надзвичайної ситуації регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів на прикладі вибухів на арсеналі у м. Лозова Харківської області входять у довірчий інтервал, отриманий під час комп'ютерного моделювання за допомогою розробленого математичного апарату, розрахований з надійністю 0,95, що підтверджує достовірність розробленої експертно-статистичної моделі та методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, яка була створена на її основі.

3. Фактичне стале значення наведених оцінок територіальних підрозділів та динаміка, що прогнозується щодо можливості їх зміни у рамках кожного етапу дозволяє визначити фактичні часові проміжки реалізації заходів з оптимізації чисельно-

сті територіальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

4. Пропонується розроблені експертно-статистичну модель попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів та відповідну методику, створену на її основі, використовувати для поетапної оптимізації оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування у всіх структурних підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Вирішена важлива науково-технічна задача в області цивільного захисту. Запропонована методика попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, що забезпечує мінімізацію наслідків надзвичайних ситуацій регіонального рівня шляхом використання останньої при розробці управлінських рішень та заходів з їх ліквідації.

За підсумками роботи отримані наступні результати:

1. Аналіз світової практики з організації та проведення заходів з протидії надзвичайним ситуаціям природного та техногенного характеру регіонального рівня, у тому числі і тих, що відбуваються в Україні, переконливо довів, що значна частина надзвичайних ситуацій регіонального рівня переростає на більш складні рівні внаслідок відсутності завчасної порівняльної оцінки ефективності співвідношення наявного рівня небезпеки та оснащення і особового складу відповідних регіональних підрозділів.

Тому розробка методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, реалізація якої дозволить забезпечити стійку перевагу регіональної системи протидії над існуючою та потенційною загрозою виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

2. Розроблена структурно-логічна модель управління надзвичайною ситуацією регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, яка складається з двох контурів управління: загального контуру (достатнього) та додаткового (обмеженого) контуру, що функціонує у разі встановлення факту наявності обмежень оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів. Він складається з восьми блоків, а саме: встановлення факту наявності обмежень оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів; уточнення та оцінки обстановки в зо-

ні надзвичайної ситуації; підготовка управлінського рішення, підготовки пропозицій до залучення додаткових сил; застосування новітньої методики розрахунку оперативного потенціалу; організація всебічного проведення АРiНР; координації дій сил та засобів; організація повернення додаткових сил та засобів до міст постійної дислокації.

3. Розроблена експертно-статистична модель попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів складається з чотирьох аналітичних залежностей. Перша описує досягнення необхідного рівня безпеки території та населення у відповідності до існуючого співвідношення потенційної небезпеки від наслідків надзвичайних ситуацій та оперативних можливостей територіального підрозділу з її протидії. Друга встановлює залежність потенційної небезпеки наслідків надзвичайної ситуації різного характеру від часу та рішення окремої експертно-аналітичної задачі з прогнозування потенційного рівня небезпеки у межах функціонування територіального підрозділу. Третя дозволяє визначити нормований показник оперативної можливості відповідно до рішення окремих експертно-статистичних задач з оцінки оперативного потенціалу та оперативної здатності та часу на їх практичну реалізацію в умовах четвертої параметричної залежності, яка визначає час, необхідний до досягнення відповідного функціонального рівня оперативних можливостей територіального підрозділу.

4. Розроблена методика попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів у складі керуючого алгоритму та його процедурного наповнення дозволяє у подальшому провести розрахунок необхідної штатної чисельності оперативного потенціалу та оперативної здатності територіальних підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій, виходячи з наявних та прогнозних рівнів потен-

ційної небезпеки природного, техногенного характеру та врахувати їх взаємовплив.

5. Результати натурного дослідження процесу ліквідації надзвичайної ситуації регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів на прикладі вибухів на арсеналі у м. Лозова Харківської області входять у довірчий інтервал, отриманий під час комп'ютерного моделювання за допомогою розробленого математичного апарату, розрахований з надійністю 0,95, що підтверджує достовірність розробленої експертно-статистичної моделі та методики попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, яка була створена на її основі.

Пропонується розроблена експертно-статистична модель попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів та відповідну методику, створену на її основі, використовувати для поетапної оптимізації оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів регіонального рівня підпорядкування у всіх структурних підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. California residents die from forest fires – October 2017. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/lesnyye-pozhary-v-kalifornii.html>
2. Extensive California forest fires – December 2017. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/pozhary-v-kalifornii.html>.
3. The number of victims of forest fires is growing in China – April 2017. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/dva-cheloveka-stali-jertvami-lesnogo-pojara-na-vostoke-kitaya.html>.
4. A large-scale forest fire burns in Tunisia – August 2017. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/v-tunise-pylaet-masshtabnyi-lesnoi-pozhar---avgust-2017-goda.html>.
5. Forest fires in Spain and Portugal claimed dozens of lives – October 2017. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/lesnyye-pozhary-v-ispanii-i-portugalii.html>.
6. Forest fires in India claimed 10 lives – March 2018. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/lesnyye-pozhary-v-indii.html>.
7. Home Risks and Dangers Emergencies in the World Greek Tragedy – July 2018. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/grecheskaya-tragediya.html>.
8. Chernobyl fires still burning on anniversary of accident. URL: <https://www.dw.com/en/chernobyl-fires-still-burning-on-anniversary-of-accident/a-53253968>.
9. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%

B5%D0%B6%D1%96_%D0%B2_%D0%A2%D1%83%D1%80%D0
%B5%D1%87%D1%87%D0%B8%D0%BD%D1%96_(2021)

10. <https://news.liga.net/ua/all/news/v-evrope-iz-za-anomalnoy-jary-vygorelo-660-000-ga-lesa-eto-istoricheskiy-rekord>

11. In Italy, an avalanche covered a small hotel – January 2017. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/shod-laviny-v-italii.html>.

12. The Italian city of Amatrice continues to "shake" – February 2017. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/italyanskii-gorod-amatrice-prodoljaet-sotryasat.html>.

13. In Turkey, the earthquake affected people and homes – March 2017. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/zemletryasenie-v-turcii-travmy-poluchili-5-chelovek.html>.

14. Powerful earthquake in Mexico: 273 people died. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/zemletryaseniye-v-meksike-273-pogibshikh.html>.

15. The earthquakes in Iraq and Iran have killed more than a hundred people. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/zemletryaseniya-v-irake-i-irane.html>.

16. Natural disasters in Rio de Janeiro and Mexico. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/prirodnnye-kataklizmy-Rio-i-Mexika>.

17. Earthquakes in Taiwan – February 2018. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/zemletryaseniye-na-Taiwane-6feb.html>.

18. The earthquake in Japan claimed 42 lives in September 2018. URL: <https://www.insure.travel/travel-alert/chrezvychainye-situacii-v-stranah-mira/zemletryasenie-v-yaponii-uneslo-42-zhizni.html>.

19. Keiji Doi. Earthquake Early Warning System in Japan. / Early Warning Systems for Natural Disaster Reduction. 2003. pp. 447-452

20. <https://susipilne.media/398408-novij-zemletrus-utureccini-so-vidomo/>

21. Roles of Humidity and Temperature in Shaping Influenza Seasonality / Anice C. Lowen and John Steel // J Virol 2014; 88 (14): 7692–7695.10.1128 / JVI.03544-13 URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4097773/>.

22. <https://dsns.gov.ua/uk/operational-information/nadzvicaini-situaciyi-za-kordonom/operativna-informacia-shhodo-viniknennia-nadzvicainix-situacii-technogennogo-i-prirodnogo-xarakteru-ta-rezonansnix-podii-shhovinikli-za-mezami-ukrayini-stanom-na-7-godin-26-kvitnia-2023-roku>

23. Transmission of a 2009 Pandemic Influenza Virus Shows a Sensitivity to Temperature and Humidity Similar to That of an H3N2 Seasonal Strain / John Steel,1 Peter Palese,1,2 and Anice C. Lowen1 // J Virol. 2011 Feb; 85(3): 1400–1402. Published online 2010 Nov 17. doi: 10.1128/JVI.02186-10 URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3020521/>.

24. Decline in temperature and humidity increases the occurrence of influenza in cold climate / Kari Jaakkola, Annika Saukkoriipi, Jari Jokelainen, Raija Juvonen, Jaana Kauppila, Olli Vainio, Thedi Ziegler, Esa Rönkkö, Jouni JK Jaakkola, and Tiina M Ikäheimo, the KIAS-Study Group // Environ Health. 2014; 13: 22. Published online 2014 Mar 28. doi: 10.1186/1476-069X-13-22 URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3978084/>.

25. Cold temperature and low humidity are associated with increased occurrence of respiratory tract infections / Author links open overlay panel Tiina M.Mäkinen, RaijaJuvonen, JariJokelainen, Terttu H.Harju, Ari Peitso, AiniBloigu, SylviSilvennoinen-Kassinen, MaijaLeinonen, JuhaniHassi // Respiratory Medicine Volume 103,

Issue 3, March 2009, Pages 456-462. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0954611108003429>.

26. Flu Risk And Weather: It's Not The Heat, It's The Humidity / Nancy Shute // Public Health March 8, 2013 [Электрон.ресурс]. – Режим доступа: <https://www.npr.org/sections/healthshots/2013/03/08/173816815/flu-risk-and-weather-its-not-the-heat-its-the-humidity>.

27. The Flu Season / Content source: Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD) // Page last reviewed: July 12, 2018. URL: <https://www.cdc.gov/flu/about/season/flu-season.htm>.

28. Modelling the global spread of diseases: A review of current practice and capability/ Caroline E. Walters,, Margaux M.I. Meslé, and Ian M. Halla // National Center for Biotechnology Information: Epidemics. 2018 Dec; 25: 1–8.

29. Lisa Lloyd Alun 2009. The Geographic Spread of Infectious Diseases: Models and Applications Princeton, 2009, pp. 304.

30. Study Shows Why the Flu Likes Winter / By Gina Kolata Dec. 5, 2007. URL: https://www.nytimes.com/2007/12/05/health/research/05flu.html?_r=1&.

31. Study: Flu likes weather cold and dry or humid and rainy / Robert Roos // Filed Under: Influenza, General Mar 08, 2013. URL: <http://www.cidrap.umn.edu/news-perspective/2013/03/study-flu-likes-weather-cold-and-dry-or-humid-and-rainy>.

32. New research uncovers pattern in global flu outbreaks /University of California – san diego, public release: 2-nov-2016. URL: https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-11/uoc--nru110216.php.

33. Climate Influences on Specific Diseases / Under the Weather: Climate, Ecosystems, and Infectious Disease (2001) //

Chapter: Climate Influences on Specific Diseases URL:
<https://www.nap.edu/read/10025/chapter/6>.

34. <https://dsns.gov.ua/uk/operational-information/nadzvicaini-situaciyi-za-kordonom/operativna-informaciia-shhodo-viniknennia-nadzvicainix-situacii-technogenogo-i-prirodnogo-xarakteru-ta-rezonansnix-podii-shho-vinikli-za-mezami-ukrayini-stanom-na-7-godin-18-grudnia-2022-roku>

35. Humidity Impacts Infection Spread and Susceptibility / Sources: Yang W, Elankumaran S, Marr LC: Relationship between humidity and influenza A viability in droplets and implications for influenza's seasonality. PLoS One 2012, 7(10) Hirotoishi Matsui, 2 Margrith W. Verghese, Mehmet Kesimer, Ute E. Schwab, Scott H. Randell, John K. Sheehan, Barbara R. Grubb, and Richard C. Boucher, Reduced Three-Dimensional Motility in Dehydrated Airway Mucus Prevents Neutrophil Capture and Killing Bacteria on Airway Epithelial Surfaces, 2005, The Journal of Immunology Lee Shiu Hung MD FFCM, The SARS epidemic in Hong Kong: what lessons have we learned?//, August 2003, JR Soc Med 96:374-378 URL: <http://www.welloinc.com/wp-content/uploads/2014/06/Our-Health-and-Indoor-Weather.pdf>.

36. <http://loveopium.ru/evropa/katastrofa-v-vengrii.html>

37. <https://tsn.ua/ru/svit/napadenie-na-saudi-aramco-ataka-na-saudovskie-zavody-vyzvala-rekordnyy-skachok-cen-na-neft-a-ssha-i-iran-stali-blizhe-k-voyne-1412403.html>

38. https://www.bbc.com/ukrainian/2015/06/150605_s_gha_na_petrol_station_kills_about_175

39. <https://infopost.media/top-avarij-na-yevropejskyh-energetychnyh-kompaniyah-yaki-pohytnuly-ekonomiku-yevropy/>

40. Macondo Investigation Report. № 2010-10-I-OS, 2016.- Vol. 4.- 132 p.

41. Macondo Well Deepwater Horizon Blowout: Lessons for Improving Offshore Drilling Safety/ National Academy of

Engineering and National Research Council// The national academies press, DOI 10.17226/13273, 2011.–196 p.

42. Loss of Well Control at Suncor Altares. //Engineering and Technical Investigation Report. British Columbia BC Oil and Gas Commission, 2013.– 11 p.

43. <https://focus.ua/world/364959>

44. Final Investigation Report Report No. 2012-03-I-CA (Chevron richmond refinery)//U.S. CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD, Draft for Public Review , JANUARY 2015.– 121 p.

45. Final investigation reportno. 2010.02.i.pr caribbean petroleum tank terminal explosion and multiple tank fires// U.S. Chemical Safety and hazard investigation board, 2015.– 99 p.

46. <https://abc7news.com/news/federal-report-accuses-tesoro-martinez-refinery-of-lax-safety/1454623/>

47. <https://dsns.gov.ua/upload/1/6/6/3/7/9/8/utocneno-publicnii-zvit-ns-2020.pdf>

48. <https://dsns.gov.ua/upload/1/6/6/3/7/9/3/an-kmu-ns-12-2021publzvit.pdf>

49. <https://dsns.gov.ua/upload/1/6/6/3/7/8/9/an-kmu-ns-12-2022publzvit.pdf>

50. <https://echo.ua/blog/samsonova/1360296-echo/>

51. <https://mir24.tv/news/16257734/shest-krupneishih-katastrof-v-metropolitenah-mira>

52. <https://tsn.ua/ukrayina/v-ukraine-v-srednem-kazhdye-sem-minut-proshodit-pozhar-a-kazhdyy-den-v-ogne-pogibaet-pyat-chelovek-395434.html>

53. <https://www.sb.by/articles/podborka-samykh-krupnykh-pozharov-poslednego-desyatiletia.html>

54. <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2018/09/02/incendio-atinge-a-quinta-da-boa-vista-rio.ghtml>

55. Unplanned Explosions at Munitions Sites//Small Arms Survey, Updated June 2014.–№ 6.– 4 p.

56. Unplanned Explosions at Munitions Sites//Small Arms Survey, Updated October 2019.

57. Ivarsson, A. & Ek, E. (2010). Tillsynskompetens inom området skydd mot olyckor på kommunal nivå. Förvaltningshögskolan Göteborgs universitet.

58. Jaldell, H. (2004). Tidsfaktorns betydelse vid räddningsinsatser. En uppdatering av en samhällsekonomisk studie. Räddningsverket P21-449/04. ISBN 91-7235-240-8.

59. Juås, B. (1995). Tidsfaktorns betydelse vid räddningstjänstens insatser. Forskningsrapport 95:15. Högskolan i Karlstad. Indikatorer för bedömning av räddningstjänstens insatsförmåga 40 Mia Kumm, Anders Lönnermark & Artur Zakirov.

60. Jaldell, H. (2005). Output specification and performance measurement in fire services: An ordinal output variable approach. *European Journal of Operational Research*, 161, s. 525–535.

61. Jaldell, H. (2011). Kostnadsnyttoanalyser och evidens av brandskydd i bostäder. Brandvarnare och handbrandsläckare. MSB 309-11. ISBN 978-91-7383-159.

62. Jaldell, H. (2012). Kostnadsnyttoanalyser. Sprinkler i särskilda boenden för äldre. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Dnr 2010-9200.

63. Jaldell, H. (2012). Efficiency of Fire Protection Devices in Buildings. Evidence from Response data. Karlstads universitet.

64. Juås, B. (1994). Räddningstjänst vid byggnadsbränder. Forskningsrapport 94:7. Högskolan i Karlstad.

65. Kumm, M. & Andreasson, R. (2008). Emergency exercise in the Hallandsås tunnel the 7th of November 2008.

66. Kumm, M. (2010). Rescue operations during construction of tunnels. Research report SiST 2010:11. Mälardalen University Press. ISBN 978-91-7485-024-6.

67. Hellberg, E. & Granström, A. (1999). Skogsbrand och miljö. Organisation och tillämpningar för framtida arbete inom räddningstjänsten. Räddningsverkets rapport P21-285/99. ISBN 91-7253-008-1. Räddningsverket, Karlstad.

68. Intervju med Erik Hellberg, Naturvårdsverket (komplettering 2014).

69. Hansen, R. (2012). Regression analysis of wildfire suppression. Proceedings from the third international conference on modelling, monitoring and management of forest fires, New Forest, United Kingdom, May 22–24, 2012.

70. Hansen, R. (2012). Estimating the amount of water required to extinguish wildfires under different conditions and in various fuel types. International journal of wildland fire, vol. 21(5), s. 525–536, ISSN 1049-8001.

71. Lönnermark, A., Persson, H., Blomqvist, P., & Hogland, W. (2008). Biobränslen och avfall. Brandsäkerhet i samband med lagring. SP Rapport 2008:51. Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

72. Koppejan, J., Lönnermark, A., Persson, H., Larsson, I., Blomqvist, P., Arshadi, M., Valencia-Reyes, E., Melin, S., Howes, P., Wheeler, P., Baxter, D., & Nikolaisen, L. (2013). Health and Safety Aspects of Solid Biomass Storage, Transportation and Feeding. IEA Bioenergy.

73. Persson, H. (2012). Brand i silo. Brandsläckning samt förebyggande och förberedande åtgärder. ISBN 978-91-7383-220-5. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

74. Landstinget Västmanland (2009). Slutrapport av projektet "Ambulansplacering i länet".

75. <http://climber.se/qlikview/>, (2013).

76. FESSAM Fire and Emergency Services Self-Assessment Manual, 8th edition. CPSE Center for Public Safety Excellence and CFAI Commission on Fire Accreditation International. www.publicsafetyexcellence.org.

77. CFAI Standards of Cover, 5th edition. CPSE Center for Public Safety Excellence and CFAI Commission on Fire Accreditation International. www.publicsafetyexcellence.org.

78. ISO Mitigation Online. Public Protection Classification Service (PPCTM) and Fire Suppression Rating Schedule. www.isomitigation.com/ppc/2000/ppc2001.html

79. Greater Manchester Fire and Rescue Service. Evaluation Toolkit.

80. London Fire Brigade. Performance 2012–2013.

81. Hu, Z.H.; Sheng, Z.H. Disaster spread simulation and rescue time optimization in a resource network. *Inf. Sci.* 2015, 298, 118–135.

82. Wei, X.; Lv, W.; Song, W. Rescue route reselection model and algorithm for the unexpected accident. *Procedia Eng.* 2013, 62, 532–537.

83. Zhao Chengshuai, Lu Chunhua. A Decision-Making Model of Emergency Storage Repositories in City Fireplanning. *J. of Institute of Disaster-Prevention Science and Technology* 2010; 2:61-65.

84. LIU Xingwang, ZHU Daming. Application of GIS to Fire Risk Assessment in Urban Community. *GEOSPATIAL INFORMATION* 2009; 5:75-80.

85. MA Maodong, HAN Yao, Zhang Qian. Evaluation method of emergency response capabilities based on FAHP. *Journal of Safety Science and Technology* 2009; 2:98-102.

86. Zhang Qin, Gao Yife. Construction of Evaluation Index System for Earthquake Emergency Response Ability of Urban Communities. *JOURNAL OF CATASTROPHOLOGY* 2009; 3:133-136.

87. Zhang Wei. Urban Emergency Capability Assessment Based on Fuzzy Synthesis Evaluation. *Electric Power Science and Engineering*, 2009; 4:70-73.

88. D'Agostino, F.; Farinelli, A.; Grisetti, G.; Iocchi, L. Monitoring and information fusion for search and rescue operations in large-scale disasters. In *Proceedings of the International*

Conference on Information Fusion, Washington, DC, USA, 8–11 July 2002; Volume 671, pp. 672–679.

89. Khamis, N.; Misfian, A.M.; Md Noor, R. Towards sustainable software criteria: Rescue operation and disaster management system model. In Proceedings of the ICNSC IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, Evry, France, 10–12 April 2013; pp. 398–403.

90. Barsky, L.E.; Trainor, J.E.; Torres, M.R.; Aguirre, B.E. Managing volunteers: Fema’s urban search and rescue programme and interactions with unaffiliated responders in disaster response. *Disasters* 2007, 31, 495–507.

91. Burby, R.J.; Beatley, T.; Berke, P.R.; Deyle, R.E.; French, S.P.; Godschalk, D.R.; Kaiser, E.J.; Kartez, J.D.; May, P.J.; Olshansky, R. Unleashing the power of planning to create disaster-resistant communities. *J. Am. Plan. Assoc.* 1999, 65, 247–258.

92. Glavovic, B.C.; Saunders, W.S.A.; Becker, J.S. Land-use planning for natural hazards in New Zealand: The setting, barriers, ‘burning issues’ and priority actions. *Nat. Hazards* 2010, 54, 679–706.

93. Adaktylou, N., Cartalis, C., 2005. Detecting and monitoring plumes caused by major industrial accidents with JPLUME, a new software tool for low-resolution image analysis. *Environ. Model. Softw.* 20, 1486–1494.

94. Antonioni, G., Spadoni, G., Cozzani, V., 2007. A methodology for the quantitative risk assessment of major accidents triggered by seismic events. *J. Hazard. Mater.* 147 (1–2), 48–59.

95. Antonioni, G., Bonvicini, S., Spadoni, G., Cozzani, V., 2009. Development of a framework for the risk assessment of Na-Tech accidental events. *Reliab. Eng. Syst. Saf.* 94 (9), 1442–1450.

96. Brekke, C., Solberg, A.H.S., 2005. Oil spill detection by satellite remote sensing. *Remote Sens. Environ.* 95, 1–13.

97. Cahoon Jr., D.R., Stocks, B.J., Levine, J.S., III, Cofer, W.R., Pierson, J.M., 1994. Satellite analysis of the severe 1987 forest fires

in northern China and southeastern Siberia. *J. Geophys. Res.* 99, 18627–18638.

98. Chrysoulakis, N., Adaktylou, N., Cartalis, C., 2005. Detecting and monitoring plumes caused by major industrial accidents with JPLUME, a new software tool for low resolution image analysis. *Environ. Model. Softw.* 10, 1486–1494.

99. Chrysoulakis, N., Herlin, I., Prastacos, P., Yahia, H., Grazzini, J., Cartalis, C., 2007. An improved algorithm for the detection of plumes caused by natural or technological hazards using AVHRR imagery. *Remote Sens. Environ.* 108, 393–406.

100. Cruz, A.M., Steinberg, L.J., Vetere Arellano, L., Nordvik, J.P., Pisano, F., 2004. State of the Art in natech Risk Management (NATECH: Natural Hazard Triggering a Technological Disaster). EUR 21292 EN, © European Communities.

101. El Hajji, C., Piatyszek, E., Laforest, V., 2013. Development of generic scenario of industrial accidents triggered by floods: a first step toward decreasing the vulnerability of industrial facilities. *Risk analysis VIII*, in: Brebbia, C.A. (Ed), *Risk analysis VIII*, Witt press.

102. Ferraro, G., Baschek, B., de Montpellier, G., Njoten, O., Perkovic, M., Vespe, M., 2010. On the SAR derived alert in the detection of oil spills according to the analysis of the EGEMP. *Mar. Pollut. Bull.* 60, 91–102. French Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy. Town planning, pollution and risk prevention Department. Appendix 2_foreign accidents. ARIA (analysis, research and information on accidents) database.

103. Galderisi, A., Ceudech, A., Pistucc, M., 2008. A method for Na-tech risk assessment as supporting tool for land use planning mitigation strategies. *Nat. Hazard.* 46 (2), 221–241. 10.1007/s11069-008-9224-8.

104. Girgin, S., Krausmann, E., 2013. RAPID-N: Rapid natech risk assessment and mapping framework. *J. Loss Prev. Process Industries* 26, 949–960, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2013.10.004>.

105. Jha, M.N., Levy, J., Gao, Y., 2008. Advances in remote sensing for oil spill disaster management: State-of-the-art sensors technology for oil spill surveillance. *Sensors* 8, 236–255.

106. Discussion Document. OECD Workshop on Natech Risk Management K. E. Köppke. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Date of consultation: Nov. 2012, Available:

<http://www.oecd.org/chemicalsafety/riskmanagementofinstallationsandchemicals/50337868.pdf>.

107. E. Krausmann, D. Baranzini, "Natech risk reduction in OECD Member Countries: Results of a questionnaire survey" in Report JRC 54120, Dresden– Germany, European Communities, 2009.

108. E. Krausmann, D. Baranzini. "Natech risk reduction in the European Union". *Journal of Risk Research*, Vol., 15, No. 8, Sep. 2012, pp.1027-1047.

109. E. Krausmann, A. M. Cruz. "Impact of the 11 March, 2011, Great East Japan earthquake and tsunami on the chemical industry". Submitted to *Journal of Loss Prevention*, 2012.

110. E. Krausmann, A. M. Cruz, B. Affeltranger. "The impact of the 12 May 2008 Wenchuan earthquake on industrial facilities." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol., 23, No. 2, Mar, 2010, pp.242-248.

111. "Industrial Facilities: Bhuj, India Earthquake. Earthquake Engineering Abstracts" M.Praveen Earthquake Engineering Research Institute. Date of consultation: Nov. 2012, Available: http://www.eeri.org/earthquakes/Reconn/bhuj_India/indusfac.pdf

112. Андронов В.А. Природні та техногенні загрози, оцінювання небезпек / В.А. Андронов, А.С. Рогозін, О.М. Соболев, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко – Х.: Національний університет цивільного захисту України, 2011. 264 с.

113. Рак Ю.П. Оцінка стану життєдіяльності регіонів України: інтегральний підхід / Ю.П. Рак, О.Б. Зачко // Пожежна безпе-

ка. Збірник наукових праць. – Львів: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2008. No 13. С. 86-90.

114. Тютюник В.В. Оцінка індивідуальної небезпеки населення ре-гіонів України в умовах надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко, О.В. Тютюник // Проблеми надзвичайних ситуацій Зб. наук. праць. Х.: Університет цивільного захисту України, 2009. Вип. 9. С. 146-157.

115. Труш О.О. Структурно-функціональне забезпечення територіального управління запобіганням та ліквідацією надзвичайних ситуацій (на прикладі Управління пожежної безпеки в Харківській області) / О.О. Труш // Автореф. дис... канд. наук з держ. управління: 25.00.02; Національна академія державного управління при Президентові України, Харківський регіональний інститут, 2003. 19 с.

116. Хміль Г. Комплексна оцінка техногенної та природної безпеки України в регіональному вимірі. / Г. Хміль // Надзвичайна ситуація, №5, 2005. – С. 52-55.

117. Тютюник В.В. Системний підхід до оцінки небезпеки життєдіяльності при територіально-часовому розподілі енергії джерел надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугін // Проблеми надзвичайних ситуацій: Зб. наук. праць. – Х.: Національний університет цивільного захисту України, 2011. Вип. 14. С. 171-194.

118. Калугін В.Д. Системний підхід до оцінки ризиків надзвичайних ситуацій в Україні / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2012. 1/6 (55). С. 59-70.

119. Тютюник В.В. Аналіз факторів, які провокують виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру / В.В. Тютюник, В.Д. Калугін // Системи обробки інформації. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2011. Вип. 4(94). С. 280-284.

120. Іванець Г.В. Аналіз стану техногенної, природної та соціальної небезпеки адміністративно-територіальних одиниць України на основі моніторингу / Г.В. Іванець // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, 2016, випуск 3(48) – С. 142-145.

121. Тютюник В.В. Дослідження механізму цепного розвитку процесу розповсюдження нестабільності у сейсмічнонебезпечних регіонах Землі / В.В. Тютюник, В.Д. Калугин // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2012. – Вип. 1(30). – С. 178 – 184.

122. Тютюник В.В. Оцінка ризику функціонування природно-техногенно-соціальної системи при сезонних коливаннях сейсмічної активності / В.В. Тютюник, В.Д. Калугин, Л.Ф. Черногор // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист – Київ-Кременчук: НАН України, МНС України, ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», 2013. Вип. 5. С. 165-179.

123. Тютюник В.В. Кластерний аналіз території України за головними показниками повсякденного функціонування та виявлення техногенної небезпеки / В.В. Тютюник, Н.В. Бондарев, Р.І. Шевченко, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугін // Геоінформатика. – Київ: Інститут геологічних наук НАН України, 2014. 4(52). С. 63-72.

124. Тютюник В.В. Дерева класифікації території України за основними показниками повсякденного функціонування та прояву техногенної небезпеки / В.В. Тютюник, М.В. Бондарев, Р.І. Шевченко, Л.Ф. Черногор, В.Д. Калугін // Системи обробки інформації. – Харків: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2014. Вип. 9(125). С. 228-237.

125. Андронов В.А. Комплексні показники оцінювання стану природно-техногенної небезпеки адміністративно-територіальних одиниць України / В.А. Андронов, Ю.П. Бабков, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуа-

цій. – Х.: Національний університет цивільного захисту України, 2010. Вип. 12. С. 9-20.

126. <https://www.pravda.com.ua/rus/news/2014/03/20/7019765/>

127. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році. URL:https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2014/ND_2014.pdf

128. <https://112.ua/avarii-chp/v-hersonskoy-obl-v-rezultate-vzryva-sklada-s-boepripasami-pogiblo-3-voennyh-12-raneny-istochnik-182887.html>

129. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2015 році. URL:<https://www.dsns.gov.ua/files/2017/8/18/Analit%20dopovid/analit%20oglad.pdf>

130. <https://fakty.ua/207990-vzryvy-v-svatovo-lyudi-bezhali-v-podvaly-brosaya-vse-foto-video>

131. https://censor.net.ua/news/398646/pri_utilizatsii_boepripasov_na_predpriyatii_ukroboronproma_v_hmelnitskoyi_oblasti_pro_izoshel_vzryv

132. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2016 рік. URL: https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2017/%D0%90%D0%9E_2016.pdf

133. <https://bykvu.com/ru/bukvy/61656-v-balaklee-fiksiryuyutsya-odinochnye-vzryvy-boepripasov/>

134. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2017 рік. URL: https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2017/%D0%90%D0%9E_2017.pdf

135. <https://www.unian.net/incidents/2151281-pojar-i-vzryvyi-na-donetchine-vblizi-voennogo-sklada-izyyali-150-boepripasov.html>

136. <https://tsn.ua/ru/ukrayina/vzryvy-boepripasov-v-kalinovke-v-voennoy-prokurature-nazvali-osnovnuyu-versiyu-1267944.html>

137. <https://tsn.ua/ru/ukrayina/vzryvy-boepripasov-v-kalinovke-v-voennoy-prokurature-nazvali-osnovnuyu-versiyu-1267944.html>

138. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2018 рік. URL: https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2017/%D0%90%D0%9E_2018.pdf

139. https://rozumkov.org.ua/uploads/article/2022_Gum.pdf

140. Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту «Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2022 року».

141. https://24tv.ua/ru/ichnja_vzryvy_novosti_9_oktjabrja_2018_vzryvy_v_ichne_chno_sluchilos_vsenovosti_n1044507

142. https://24tv.ua/ru/v_balaklee_snova_vzryvajutsja_boepri_pasy_foto_i_video_n1234595.

143. Beliuchenko D., Burmenko A., Loboichenko V., Maxsymov A. Specifics of the multivariate simulation evaluation of the system “rescuer – emergency equipment – emergency” functioning. Scientific foundations of modern engineering: monograph. Boston: Primedia e Launch, 2020. P.211-215. Available at: DOI: 10.46299/isg.2020.MONO.TECH.I

144. Burmenko A. Investigating in alternative electricity supply for preventing emergencies under conditions of limited capacity. / Burmenko A., Deyneko N., Hrebtsova I., Kryvulkin I., Procopenko O., Tarasenko O. R. Shevchenko // Esteem-European Journal of Enterprise Technologies № 3/12 (105) Applied physics. 2020. P. 56-61

145. Андронов В.А., Бурменко О.А., Сошинський О.І., Шевченко Р.І. Структурно-логічна модель управління надзвичайною ситуацією регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів. / Науково-102

технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: Технічні науки та архітектура. Х.:ХНАМГ 2020, 4 (157). С. 91-96.

146. Бурменко О.А., Шевченко Р.І. Формування експертно-статистичної моделі попередження надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру у межах оперативних можливостей територіального підрозділу. / Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: Технічні науки та архітектура. – Х.:ХНАМГ – 2020, – №154 – С. 288-292.

147. Андронов В.А., Бурменко О.А., Шевченко Р.І. Обґрунтування задачі з формування експертно-статистичної методики оцінки оперативних можливостей підрозділів аварійно-рятувальних служб. /Theoretical foundations of modern science and practice. Abstracts of XI International Scientific and Practical Conference. Melbourne, Australia 2020. Pp.144-146.

148. Андронов В.А., Бурменко О.А., Шевченко Р.І. Обґрунтування підходів до вирішення задачі з розробки експертно-статистичної методики оперативних можливостей підрозділів аварійно-рятувальних служб. / Impact of modernity on science and practice. Abstracts of XII international scientific and practical conference. Edmonton, Canada 2020. pp. 228-230.

149. Бурменко О.А., Сошинський О.І., Шевченко Р.І. Формування процедур реалізації керуючого алгоритму експертно-статистичної методики оцінки оперативних можливостей територіальних підрозділів ДСНС України. / Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: Технічні науки та архітектура. Х.:ХНАМГ 2020, 3 (156). С. 180-187.

150. Андронов В.А., Бурменко О.А., Сошинський О.І., Шевченко Р.І. Формування експертно-статистичної методики оцінки оперативних можливостей територіальних підрозділів ДСНС. / Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗУ, 2020. Вип. 1 (31). С. 4-17.

151. Бурменко О.А., Шевченко Р.І. Розробка керуючого алгоритму комплексної експертно-статистичної методики з оцін-

ки оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів. / Innovative development of science and education. Abstracts of the 1st International scientific and practical conference. ISGT Publishing House. Athens, Greece. 2020. Pp. 167-169.

152. Бурменко О.А., Шевченко Р.І. Визначення основних етапів розробки комплексної експертно-статистичної методики з оцінки оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів. / Modern science: problems and innovations. Abstracts of the 1st International scientific and practical conference. SSPG Publish. Stockholm, Sweden. 2020. Pp. 199-201.

153. Бурменко О.А., Стрілець В.В., Шевченко Р.І. Формування пропозицій з удосконалення оперативного потенціалу піротехнічних підрозділів ДСНС України. / Problems of implementation of science into practice. Abstracts of XIII international scientific and practical conference. Oslo, Norway 2020. pp. 180-184.

154. Бурменко О.А., Сошинський О.І., Шевченко Р.І. Розробка процедур реалізації керуючого алгоритму експертно-статистичної методики оцінки потенційних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів. / Impact of modernity on science and practice. Abstracts of XVIII International Scientific and Practical Conference. Boston. USA. 2020. pp. 244-245.

155. Азаров С.І., Бурменко О.А., Шевченко Р.І. Розробка пропозицій з визначення раціонального рівня оперативних можливостей територіального підрозділу в умовах НС природного характеру. / SCIENTIFIC BASES OF SOLVING OF THE MODERN TASKS. Abstracts of XIX International Scientific and Practical Conference. Frankfurt am Main, Germany 2020. pp. 134-137 pp.

Навчальне видання

Андронов Володимир Анатолійович
Бурменко Олександр Анатолійович

**МЕТОДИКА ПОПЕРЕДЖЕННЯ
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ
В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ
ОПЕРАТИВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ
АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ
ПІДРОЗДІЛІВ**

Монографія

ISBN 617-8130-26-8



В авторській редакції

Підписано до друку 10.07.23.
Формат 60×84^{1/16}. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 6,16. Гарнітура Cambria.
Наклад 50 прим.

Видавець: Мірошніченко Олег Анатолійович
61002, м. Харків, вул. Дарвіна, 16, кв. 25.
Свідоцтво Державного комітету телебачення
і радіомовлення України
серія ДК № 5818 від 28.11.2017 р.
ел. пошта: merash@i.ua

Сектор редакційно-видавничої діяльності
Національного університету цивільного захисту України
61023, м. Харків, вул. Чернишевська, 94
www.nuczu.edu.u

Надруковано у друкарні «Impress»
61002, Харків, вул. Пушкінська, 56
Тел.: (057) 714-42-11, 752-08-38
www.impress.biz.ua