

МІЖНАРОДНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ТА ЄВРОПЕЙСЬКА ІНФОРМАЦІЙНО-МОНІТОРИНГОВА СИСТЕМА COPERNICUS

*Державна служба України з надзвичайних ситуацій, м. Київ, Україна

**Інститут проблем математичних машин і систем НАН України, м. Київ, Україна

Анотація. Проаналізовано світовий досвід і підходи щодо організації моніторингу та попередження надзвичайних ситуацій на прикладі країн-членів Європейського Союзу, в яких діяльність щодо охорони довкілля почалася ще у 1972 році ухваленням кількох послідовних програм дій, заснованих на вертикальному та галузевому підходах до розв'язання екологічних проблем. Доведено, що питання моніторингу безпеки є актуальними в усьому світі, де практично в усіх провідних країнах із метою запобігання несприятливим і небезпечним природним явищам та процесам, а також техногенним катастрофам, для збору даних, їх обробки й узагальнення, прийняття управлінських рішень, видачі сигналів оповіщення й команд на відповідні дії розроблено та створено системи моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій. Характерною особливістю функціонування цих систем є наявність потужної космічної та авіаційної складової з можливостями дистанційного зондування Землі, а визначення та аналіз загроз і ризиків, оцінка та побудова матриці ризиків, розробка можливих сценаріїв їх реалізації, заходи з управління ризиками і їх регулярні перегляди є основними компонентами політики запобігання на всіх рівнях управління. Проведено огляд заходів, які здійснюються ООН у рамках виконання Сендайської рамкової програми зі зниження ризику катастроф на 2015–2030 рр., зокрема, створення і впровадження системи онлайн моніторингу, що дає змогу відстежувати тенденції та проводити порівняння по регіонах, країнах відповідно до цілей і показників програми. На прикладі європейської інформаційно-моніторингової системи Copernicus проведено аналіз підходу Європейського Союзу до моніторингу та прогнозування надзвичайних ситуацій. Визначено необхідність створення сучасної системи моніторингу та прогнозування надзвичайних ситуацій в Україні, яка б могла бути інтегрованою з системою Copernicus, а також вказано на доцільність створення національної платформи зниження ризиків катастроф як ефективного механізму, що дасть змогу істотно підвищити рівень захисту населення і довкілля.

Ключові слова: моніторинг, ризик, управління безпекою, надзвичайні ситуації, дистанційне зондування Землі.

Аннотация. Проанализированы международный опыт и подходы к организации мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций государств-членов Европейского союза, где деятельность в природоохранной сфере началась в 1972 году с утверждения нескольких последовательных программ действий, основанных на вертикальных и секторальных подходах к решению экологических проблем. Доказано, что вопрос мониторинга безопасности актуален во всем мире, где практически всеми ведущими странами для предотвращения неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов, а также антропогенных катастроф, для сбора данных, обработки и обобщения, принятия управленческих решений, выдачи сигналов для оповещения и команд на соответствующие действия разработаны системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Характерной особенностью функционирования этих систем является наличие мощной космической и авиационной составляющей дистанционного зондирования Земли, а определение и анализ угроз и рисков, оценка и построение матрицы рисков, разработка возможных сценариев их реализации, меры по управлению рисками и их регулярный пересмотр являются основными компонентами политики предотвращения на всех уровнях управления. Проведен обзор деятельности Организации Объединенных Наций, которая осуществляется в рамках Сендайской рамочной программы для уменьшения опасности стихийных бедствий на 2015–2030 годы, в частности, создание и внедрение интерактивной системы мониторинга, которая позволяет отслеживать тенденции и проводить сравнение по регионам, странам в соответствии с целями и показателями программы. На примере европейской информационно-мониторинговой системы Copernicus проведен анализ подхода Европейского Союза к мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуа-

цій. Определена необходимость построения современной системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в Украине, которая могла бы быть интегрирована с системой Copernicus, а также указано на целесообразность создания национальной платформы для снижения рисков стихийных бедствий как эффективного механизма, который позволит значительно повысить уровень защиты населения и окружающей среды.

Ключевые слова: мониторинг, риск, управление безопасностью, чрезвычайные ситуации, дистанционное зондирование Земли.

Abstract. The world experience and approaches on organization of monitoring and prevention of emergency situations are analyzed using the example of European Union member-states, where the activity on environment protection has started since 1972 by approving a few consistent programmes of action based on vertical and sectoral approach to the ecological problems solution. It has proved that the issue of safety monitoring is relevant all over the world, where almost in all leading countries the monitoring and prediction systems of the emergency situations designed and established. The main purpose of such systems is the prevention of natural phenomena and technogenic emergency situations and processes by monitoring data collection, processing and consolidation, by decision making with alarm signalization and recommended actions due to current situation. The availability of powerful satellite-based and UAV-based components with the possibility of Earth remote sensing is the characteristic feature of these systems. The identification and the analysis of risks and hazards, the evaluation and construction of risk matrix, the development of possible events scenario, the risk management measures with their periodic review are the main components of emergency prevention policy at all levels of management. The review of measures for the 2015–2030 period under the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction of UNISDR is performed, in particular, the development and establishment of online monitoring system, which gives the possibility to carry out the cross-regions and cross-countries comparisons according to objectives and indexes of the Sendai Framework. The analysis of European Union approaches to the monitoring and prediction of emergency situations is performed using an example of Copernicus Programme. The necessity of development of modern monitoring and predicting of emergency situations system in Ukraine is proposed in this article. This system should be compatible and should be integrated with Copernicus Programme components. The expedience of the development of the national risk reduction platform is also pointed out in this article as the effective mechanism for the essential increasing of the level of the population and environment protection.

Keywords: monitoring, risk, safety management, emergency situations, Earth remote sensing.

1. Вступ

Питання моніторингу і прогнозування ризику надзвичайних ситуацій (НС) у розвинених країнах чітко відображені у законодавчих та нормативно-правових актах, зокрема, в ЄС діє низка нормативних документів [1–3]. Лідерами з цих питань є США, Японія та ЄС, де моніторинг небезпечних явищ, процесів, факторів здійснюється з обов'язковим розміщенням засобів контролю на космічних платформах та передачею отриманої інформації на наземні центри моніторингу. Методи дистанційного зондування земної поверхні (ДЗЗ) дають змогу одночасно охоплювати великі за площею території, забезпечувати оперативність і повторюваність визначення великої кількості параметрів земної поверхні, здійснювати моніторинг, значно зменшуючи при цьому кількість складних і трудомістких хімічних аналізів, що суттєво спрощує і знижує собівартість досліджень. Так, Оксфордським університетом підтверджено, що використання аерокосмічної зйомки та комп'ютерних технологій дає можливість знизити вартість моніторингу до 90%, і вартість такої інформації постійно знижується. Але ефективність дослідження характеристик земної поверхні та процесів, що відбуваються на ній, за результатами ДЗЗ найчастіше може бути досягнута тільки під час сумісної обробки даних, одержаних у різний час різними знімальними системами, з різних аерокосмічних апаратів, у різних діапазонах.

Варто зазначити, що систем моніторингу НС у окремих країнах ЄС немає, проте спільною системою ведеться моніторинг доквілля, якості поверхневих водоем (басейнів окремих річок, озер), якості підземних вод, повітря тощо.

Метою статті є обґрунтування доцільності створення в Україні сучасної системи моніторингу та прогнозування надзвичайних ситуацій на основі аналізу міжнародного досвіду щодо запобігання надзвичайних ситуацій, визначення можливих шляхів інтеграції даних моніторингу до Європейської інформаційно-моніторингової системи Copernicus та доцільності створення національної платформи зниження ризиків катастроф.

2. Міжнародний досвід та заходи, що здійснюються Україною у сфері зменшення ризиків катастроф

У лютому 2009 р. Європейська Комісія ухвалила комюніке щодо Соціального підходу до запобігання природних і антропогенних катастроф, в якому визначила процедури загального алгоритму запобігання катастроф (рис. 1) на основі концепції ризик-орієнтованого підходу (РОП) і запропонувала заходи для мінімізації впливу катастроф.

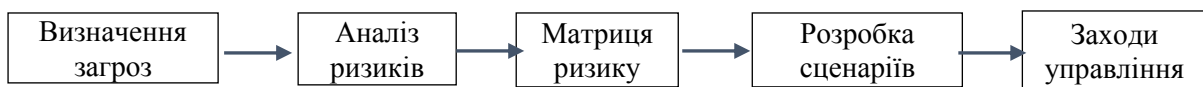


Рисунок 1 – Алгоритм запобігання катастроф

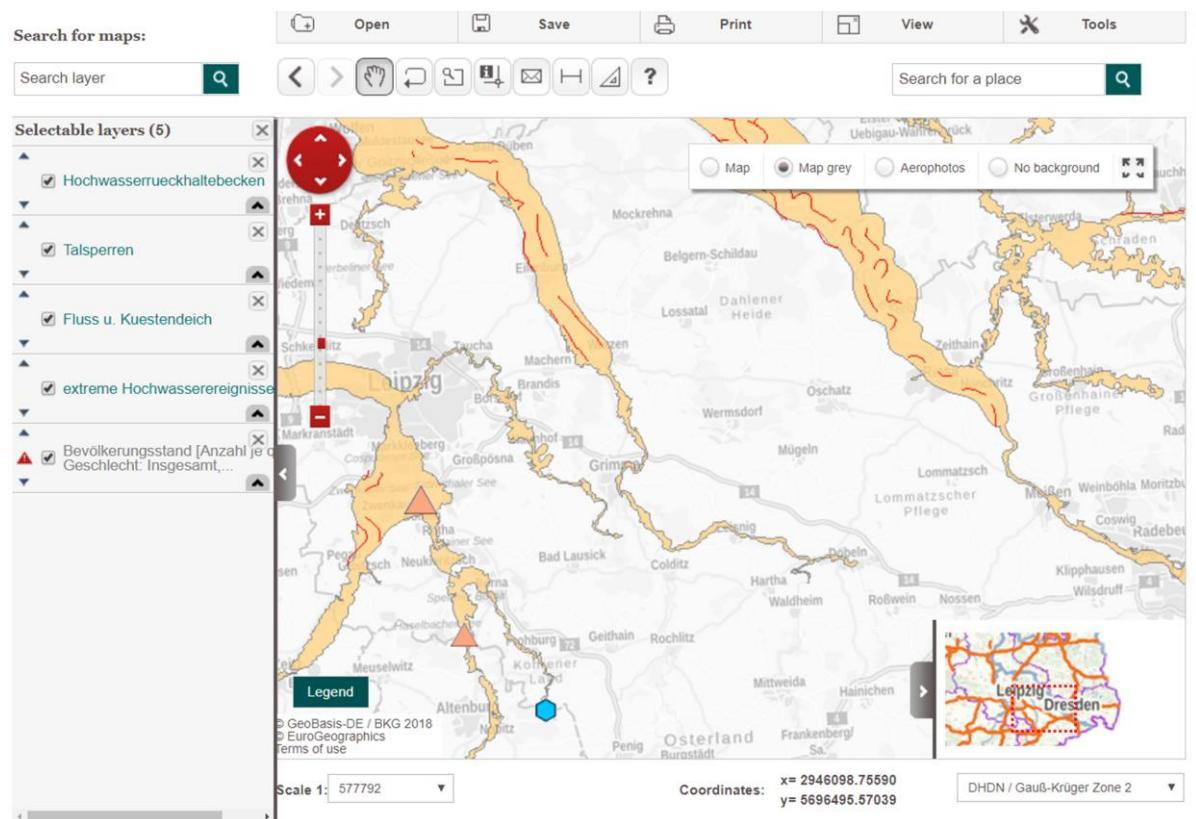


Рисунок 2 – Приклад карти ризику затоплень (джерело даних: <http://www.geoportal.de/DE/Geoportal/Karten/karten.html?lang=de&lang=en&wmcid=64>)

Документ закликав до розробки політики ЄС та окремих країн, що підтримувала б цикл мінімізації наслідків катастроф: запобігання – готовність – реагування – відновлення. Політика запобігання катастроф на основі аналізу ризику та розробки на основі цього аналізу заходів управління ризиком була визначена як основна на всіх рівнях управління безпекою. При цьому розгляд основних можливих природних і техногенних катастроф має бути з урахуванням впливу майбутньої зміни клімату.

Україна, у 2014 році підписавши угоду про асоціацію з ЄС, узяла на себе зобов'язання щодо імплементації вимог директив з безпеки, а саме: Директиви Севезо III [1] та Директиви управління ризиками затоплення [2]. Директива про оцінку і управління ризиками затоплення вказує на необхідність розробки кожною державою загальних спеціалізованих карт (рис. 2), на яких буде вказано райони, потенційно схильні до затоплення з градацією частоти ризиків таких затоплень. Подібні карти мають містити інформацію щодо чисельності населення затоплюваної території, інформацію щодо виду економічної діяльності на таких територіях, потенційно небезпечних об'єктів та інші дані, які можуть бути важливими для цього питання. На основі цих карт мають бути розроблені плани з управління ризиками затоплення. Для оцінки ризику затоплень обов'язково треба враховувати опис затоплень, що відбулися у минулому, і їх наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людей.

Державною службою України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) як відповідальним органом за впровадження Директиви [2] у 2018 році вже завершено заходи з прийняття нормативно-правової бази щодо наближення національного законодавства до положень Директиви, зокрема, впродовж 2016–2018 років забезпечено прийняття низки законодавчих актів [4–7]. Спільно з Міністерством природи, Державним водним агентством, Українським гідрометеорологічним центром та Українським гідрометеорологічним інститутом проведено попередню оцінку ризиків затоплення і, як результат, визначено території, які мають потенційно значні ризики затоплення в усіх районах річкових басейнів України. Так, за результатами проведеної попередньої оцінки ризиків затоплення в Україні визначено 221 територію, що мають потенційно значні ризики затоплення, протяжність цих територій становить 8 748 км. Найбільша кількість таких територій розташована у річкових басейнах річок Дністер (86 територій протяжністю 2 903 км), Дніпро (29 територій – 2 734 км) та Дунай (47 територій – 1 993 км) [8]. Отже, ДСНС України здійснює заходи щодо управління ризиками затоплення у чіткій відповідності з вимогами ЄС, зокрема, наступними етапами є розроблення карт загроз і ризиків затоплення та підготовчі процедури щодо розроблення планів управління ризиками затоплення.

Щодо наближення національного законодавства до вимог Директиви СЕВЕЗО розроблено проект Закону України [9] про внесення змін у чинне законодавство. Крім цього, розроблено проект Закону України про розроблення системи добровільного страхування цивільної відповідальності суб'єктів господарювання для запровадження альтернативних механізмів забезпечення належного рівня техногенної і пожежної безпеки [10]. Проте, на нашу думку, зроблені й помилкові рішення щодо інспекційних перевірок безпеки об'єктів прийняттям нової процедури бальної оцінки ризику [11]. Розроблена з метою достовірної оцінки запропонована постановою [11] «бальна» система оцінки ризику вимагає від осіб, які здійснюють державний нагляд, глибоких знань технологічних процесів виробництва суб'єктів, що перевіряються, або залучення до таких перевірок сторонніх експертів з відповідними знаннями, інакше такий контроль буде лише формальним.

Нині на міжнародній арені широко визнається той факт, що цілеспрямовані зусилля щодо зниження ризиків техногенних катастроф і стихійних лих мають систематично інтегруватися у політику, плани і програми збалансованого розвитку. У документах ООН збалансований розвиток, подолання бідності, належне управління і зниження ризику катастроф є взаємозалежними та пов'язаними завданнями, і тому для їх ефективного вирішення у майбутньому наголошується на активізації зусиль зі створення на регіональному й загальнодержавному рівнях необхідних передумов для зменшення цього ризику. Такий підхід багатьма країнами визнається як важливий складовий елемент для досягнення узгоджених на міжнародному рівні завдань збалансованого розвитку відповідно до цілей Декларації тисячоліття [12]. Важливість координації зусиль зі зниження ризику стихійних лих на міжнародному і регіональному, а також національному та місцевому рівнях в останні декілька

років знайшла своє відображення у низці рамкових багатосторонніх міжнародних програм і декларацій [13–15]. Серед них особливе значення має «Іокогамська стратегія безпечнішого світу» [13], що була прийнята у 1994 р. і зараз є базовим документом ООН у сфері зниження ризику стихійних лих і пом'якшення їх негативних наслідків. На Всесвітній конференції зі зниження ризику стихійних лих у 2005 р. представники урядів 168 країн, включаючи Україну, прийняли Хіогську рамкову програму дій (ХРПД) на 2005–2015 рр. [14]. У програмі наголошувалося на необхідності «підтримати створення і зміцнення національних комплексних механізмів, таких як багатогалузеві національні платформи», а також наданні пріоритету заходам зі зниження ризику стихійних лих на національному і місцевому рівнях.

У цих документах визначається поняття «Національна платформа зниження ризику катастроф» у країні як певний механізм у вигляді форуму або комітету за участю зацікавлених сторін, що слугує для пропагування заходів зі зниження ризику на різних рівнях і забезпечує координацію зусиль, аналіз інформації та надання рекомендацій за пріоритетними напрямками, які вимагають відпрацювання заходів у рамках скоординованого процесу. Національна платформа має виконувати функції координаційного механізму для включення заходів зі зменшення ризиків у політику, плани і програми розвитку тощо. Стратегічною метою Національної платформи є підвищення стійкості країни до негативних наслідків реалізації катастроф у процесі збалансованого розвитку держави шляхом виконання таких завдань [15]:

- утворити координаційний механізм співпраці між зацікавленими сторонами для підвищення ефективності заходів зі зниження ризику лих;
- сприяти створенню необхідних передумов для розвитку культури запобігання катастрофам через підвищення обізнаності щодо заходів зниження ризику лих і важливості їх залучення до політики, планів і програм збалансованого розвитку;
- сприяти інтеграції зниження ризику лих до національної політики, планів і програм соціально-економічного розвитку, а також у міжнародні програми надання допомоги.

Відповідно до рекомендацій ООН організація, що виконує функцію Національної платформи зниження ризику лих, повинна бути чинною установою з досить високим статусом, що має можливість забезпечувати співпрацю між зацікавленими сторонами, а також відповідні повноваження для координації зусиль у сфері запобігання катастрофам і зниження ризику їх виникнення на національному рівні. Крім того, цій установі треба мати певні можливості для забезпечення керівництва процесом, а також ефективного виконання політичних зобов'язань, мобілізації необхідних ресурсів і знань у сфері зниження ризику лих. Про створення Національної платформи країна має повідомити керівника регіонального підрозділу з просвітницьких програм секретаріату Міжнародної стратегії зниження небезпеки лих ООН офіційним листом від установи, яка відповідає за процес зниження ризику лих у державі. Незважаючи на залучення України до Хіогської рамкової програми та позитивний досвід функціонування національних платформ у країнах Європи та СНД, у нашій державі досі не створено такого механізму. Треба відзначити, що серед сусідніх європейських країн відповідна платформа нині функціонує у Польщі, Угорщині, Туреччині. Привертає увагу той факт, що серед усіх європейських національних платформ зниження ризику стихійних лих більша частина (18) має статус державної установи, і лише три функціонують як неурядові організації.

Україна, як і інші країни-учасниці ООН, спрямовує свої зусилля на створення потенціалу протидії стихійним лихам на державному та місцевому рівнях і використовує для досягнення цієї мети принципи Сендайської рамкової програми зі зниження ризиків [15] та резолюції ООН щодо показників ризику [16]. З метою універсалізації даних, які надаються країнами у рамках моніторингу до 2030 року, потрібно:

- добитися значного зниження світового рівня смертності внаслідок стихійних лих, щоб у період 2020-2030 років середня кількість таких смертей із розрахунку на 100 000 осіб була меншою, ніж у 2005–2015 роках (ціль А);

- домогтися значного скорочення кількості постраждалих осіб у загальносвітовому масштабі, щоб у період 2020–2030 років середня кількість осіб, які постраждали від лих, з розрахунку на 100 000 осіб була меншою, ніж у 2005–2015 роках (ціль В);

- скоротити прямі економічні втрати від стихійних лих відносно світового валового внутрішнього продукту (ціль С);

- значно зменшити шкоду, заподіяну стихійними лихами об'єктам критичної інфраструктури, та збитки у вигляді порушень роботи основних служб, включно з медичними установами й навчальними закладами, зокрема, й за рахунок зміцнення їхнього потенціалу протидії (ціль D);

- значно збільшити кількість країн із національними та місцевими стратегіями зі зменшення ризиків стихійних лих (ціль E);

- посилити міжнародну співпрацю з країнами, що розвиваються, через надання їм достатньої та неперервної підтримки у реалізації ухваленої на національному рівні політики у рамках виконання (ціль F);

- істотно покращити ситуацію з наявністю систем раннього запобігання, які охоплюють різні види загроз, інформації та оцінок ризиків стихійних лих, а також розширити доступ до них (ціль G).

ДСНС України забезпечено збір даних про наслідки від надзвичайних ситуацій в Україні за 2015-2017 роки за показниками цілей А-G щодо зменшення ризиків стихійних лих та надано їх до онлайн-ресурсу управління ООН (Senday Framework Monitor). Слід зазначити, що інструмент онлайн-моніторингу Сендайської рамкової програми є важливою підсистемою збору даних про втрати від катастроф (DesInventar Sendai), що дає змогу створювати та підтримувати повністю сумісні бази даних втрат, які можуть бути використані для збору даних, необхідних для глобальних цілей А, В, С і D. Дані, необхідні для моніторингу цих індикаторів, детальні технічні рекомендації для користувачів країни та їх узгодження з онлайн-овою системою надано у технічному керівництві для моніторингу та звітування про прогрес у досягненні глобальних цілей Сендайської рамкової програми [16]. Основні показники, моніторинг яких здійснюється в рамках досягнення відповідних цілей:

- А-1. Число загиблих та осіб, що пропали без вісті у результаті лих на 100 000 осіб;
- А-2. Число загиблих у результаті лих на 100 000 осіб;
- А-3. Число осіб, що пропали без вісті у результаті лих на 100 000 осіб;
- В-1. Число безпосередньо постраждалих у результаті лих на 100 000 осіб;
- В-2. Число осіб, що зазнали каліцтва або постраждалих від хвороб у результаті лих на 100 000 осіб;

- В-3. Число осіб, житло яких було пошкоджено у результаті лих;

- В-4. Число осіб, житло яких було знищено у результаті лих;

- В-5. Число людей, засоби до існування яких постраждали або були знищені у результаті лих;

- С-1. Прямі економічні втрати, пов'язані з лихами по відношенню до світового валового внутрішнього продукту (складений показник);

- С-2. Прямі втрати у сільському господарстві, пов'язані з лихами. Сільським господарством вважаються сільськогосподарські культури, тваринництво, риболовля, бджільництво, аквакультура та лісне господарство, а також пов'язані з ними об'єкти та інфраструктура;

- С-3. Прямі економічні втрати всіх інших пошкоджених або зруйнованих промислових активів, пов'язаних з лихами;

- С-4. Прямі економічні втрати в житловому секторі, пов'язані з лихами;
- С-5. Прямі економічні втрати у результаті пошкодження або руйнування найважливіших об'єктів інфраструктури у результаті лих;
- С-6. Прямі економічні втрати у зв'язку із пошкодженням або руйнуванням культурного надбання у результаті лих;
- D-1. Збиток, обумовлений лихами, нанесений найважливішим об'єктам інфраструктури (складений індикатор);
- D-2. Кількість зруйнованих або пошкоджених медичних закладів у результаті лих;
- D-3. Кількість зруйнованих або пошкоджених навчальних закладів у результаті лих;
- D-4. Число інших зруйнованих або пошкоджених будівель та об'єктів інфраструктури у результаті лих;
- D-5. Число збоїв у роботі основних служб у результаті лих (складений індикатор);
- D-6. Число збоїв у системі освіти у результаті лих;
- D-7. Число збоїв у медичному обслуговуванні у результаті лих;
- D-8. Число збоїв у роботі інших основних служб у результаті лих.

Деякі з указаних показників передбачають дезагрегацію (деталізацію) за типом загроз, статтю та віком постраждалих, типом втрачених (пошкоджених) активів, територіальним поділом.

Отже, створення та ефективне функціонування міжнародних систем для збору даних, їх обробки і узагальнення, прийняття рішень, видачі сигналів оповіщення та команд на відповідні дії визнано пріоритетними завданнями у багатьох країнах світу, й Україна приєднується до цього. Характерною особливістю функціонування цих систем є наявність модулів ДЗЗ.

Є низка міжнародних ініціатив, спрямованих на використання даних ДЗЗ для запобігання й ліквідації НС та екстреного реагування. До них слід віднести міжнародну глобальну систему GEOSS, Міжнародну хартію щодо космосу та великих катастроф, Партнерство з комплексної стратегії глобальних спостережень, Глобальний моніторинг в інтересах охорони навколишнього середовища та безпеки (GMES), Програму запобігання та зменшення наслідків стихійних лих Всесвітньої метеорологічної організації, Платформу ООН UN-SPI DER, Міжнародну ініціативу International Charter «Space and Major Disasters», Програму Copernicus Європейського Союзу.

3. Європейська інформаційно-моніторингова система Copernicus

Серед найкращих зразків міжнародних систем спостереження та прийняття рішень із використанням ДЗЗ є програма Європейського Союзу Copernicus [3, 17, 18], яка забезпечує всі сторони (країни), що беруть участь у ліквідації наслідків стихійних лих, техногенних НС і гуманітарних криз, своєчасною та точною геопросторовою інформацією, яку отримують із супутників ДЗЗ та інших джерел. Діяльність у рамках програми Copernicus розпочата на основі нормативних документів [19, 20] у 2007-2008 рр. Космічна частина інформаційної системи Copernicus обслуговується набором спеціальних супутників (сімейства Sentinel) та місій, що надають допомогу (дієві комерційні та громадські супутники). Супутники Sentinel спеціально розроблені для задоволення потреб служб Copernicus та їхніх користувачів. З моменту запуску Sentinel-1A (рис. 3) у 2014 році Європейський Союз розпочав програму з розміщення сімейства з майже 20 супутників на орбіті на період до 2030 року.

У рамках цієї програми пропонуються інформаційні послуги щодо даних супутникового спостереження за Землею та локальних даних (не з космосу). Програма координується та управляється Європейською Комісією. Copernicus упроваджується у партнерстві з країнами-членами ЄС, Європейською космічною агенцією (ESA), Європейською організацією

цією з експлуатації метеорологічних супутників (EUMETSAT), Європейським центром з середньострокового прогнозу погоди (ECMWF), агенціями ЄС, Mercator Ocean та країнами, з якими підписано міжнародні угоди. Міжнародне співробітництво є важливою частиною програми Copernicus і спрямовано на підтримку глобальної ролі ЄС щодо внеску у вирішення глобальних проблем та викликів. У світлі політики поширення інформації у рамках Програми доступ до даних Copernicus викликає підвищений інтерес, тому у даному контексті ЄС шукає можливості щодо обміну даними на користь програми Copernicus. Таким чином, найшвидший спосіб отримати доступ до даних програми Copernicus у частині даних, для доступу до яких потрібна автентифікація, це пропозиція обміну даними локальних спостережень з України. Державне космічне агентство України та Європейська Комісія підписали Угоду про співробітництво в галузі доступу до даних і використання даних супутників «Sentinel» програми «Copernicus». Церемонія підписання Угоди відбулася 25 травня у рамках візиту делегації Державного космічного агентства (ДКА) України на чолі з Головою Павлом Дегтяренком до м. Брюссель (Королівство Бельгія) [21, 22]. В обмін на це ДКА України надає вільний відкритий доступ до даних власних супутників для використання у програмі Copernicus. Обмін даними між серверами ДКА України та серверами програми Copernicus здійснюється з використанням високошвидкісного з'єднання data hub to data hub.



Рисунок 3 – Перший супутник програми Copernicus «Сентинел-1А» (3 квітня 2014 року)

Інформаційні послуги авторизованим користувачам Програми Copernicus надаються безкоштовно з відкритим доступом. Це стосується тільки даних з низькою та середньою просторовою роздільною здатністю [23].

Обробка інформаційних потоків у Copernicus наведена на рис. 4. Користувач у залежності від рівня доступу має можливість працювати як з необробленими даними прямих спостережень, так і використовувати результати обробки та прогнозних розрахунків у зручному для сприйняття виді. Для роботи з потоками необроблених даних прямих спостере-

жень надаються докладні інструкції користувачів, в яких наведено структуру даних та їх формат (<https://sentinel.esa.int/>). Copernicus також збирає інформацію з in-situ систем (локальні дані), таких як наземні станції, які доставляють дані, отримані безліччю датчиків на землі, на морі або у повітрі. У результаті для моделювання процесів в атмосфері, океанах та на поверхні землі використовуються не тільки дані супутникових спостережень, а й дані локальних наземних, атмосферних та морських систем вимірювання. Головне призначення даних локальних спостережень (не з космосу) полягає в уточненні даних супутникових спостережень та для періодичного калібрування систем супутникового спостереження. В результаті обробки даних спостережень та моделювання створюються різноманітні поточні та прогностні тематичні карти, виявляються особливості та аномалії, є можливість перегляду та уточнення статистичних даних.

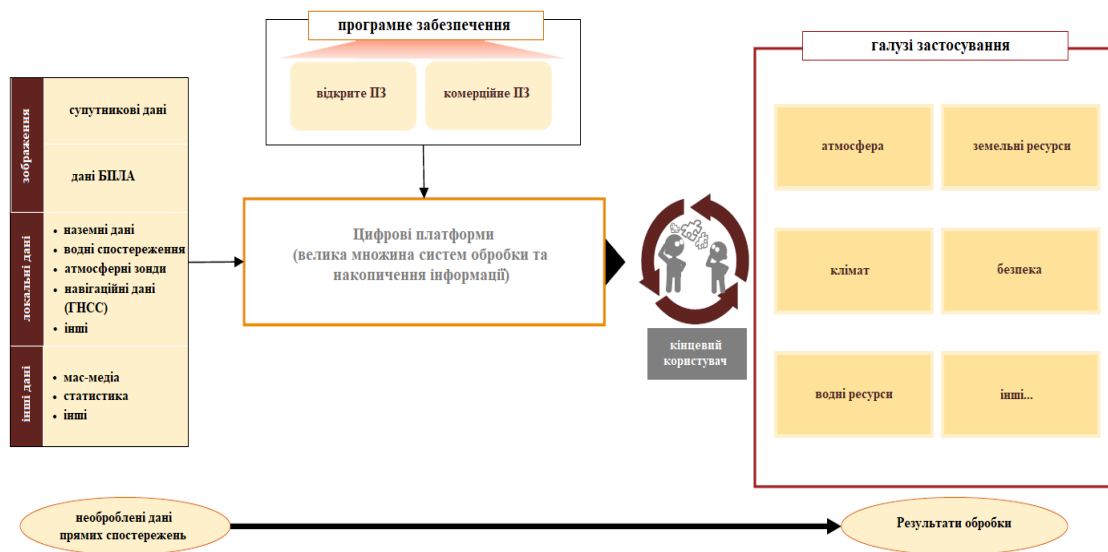


Рисунок 4 – Інформаційні потоки у програмі Copernicus

Інформація, яка отримується системою, оптимізується через шість тематичних потоків послуг Copernicus:

1. Служба моніторингу атмосфери (CAMS).
2. Служба моніторингу морського середовища (CMEMS).
3. Служба моніторингу землі (CLMS).
4. Служба зміни клімату (C3S).
5. Служба безпеки Copernicus.
6. Служба надзвичайних ситуацій Copernicus EMS.

Наприклад, кінцеві оброблені дані моніторингу щодо складу атмосфери, отримані на основі даних супутника Sentinel-5P (Precursor) для Києва, наведені на рис. 5. На рис. 5 наводяться концентрації озону та діоксиду азоту у мкг/м^3 , у той же час первинні необроблені дані супутникового спостереження – це виміряні спектри випромінювання в діапазоні довжин хвиль від 270 нм до 2385 нм. Тобто величини концентрацій розраховуються на основі даних щодо поглинання електромагнітного випромінювання при проходженні через атмосферу.

Розглянемо більш детально Службу надзвичайних ситуацій Copernicus EMS, яка надає всім учасникам управління природними катастрофами, техногенними надзвичайними ситуаціями та гуманітарними кризами своєчасну і точну геопросторову інформацію, отриману з даних супутникового спостереження та з локальних (in-situ) джерел даних.

Служба Copernicus EMS складається із двох компонентів:

- компонент карт;

- компонент раннього запобігання.

Компонент карт (Copernicus EMS-Mapping) забезпечує вищезгадані суб'єкти (головним чином органи цивільного захисту та гуманітарні установи з надання допомоги) картами на основі супутникових знімків. Служба розпочала свою діяльність 1 квітня 2012 року, наукова підтримка здійснюється Спільним науково-дослідним центром Європейської Комісії (JRC).

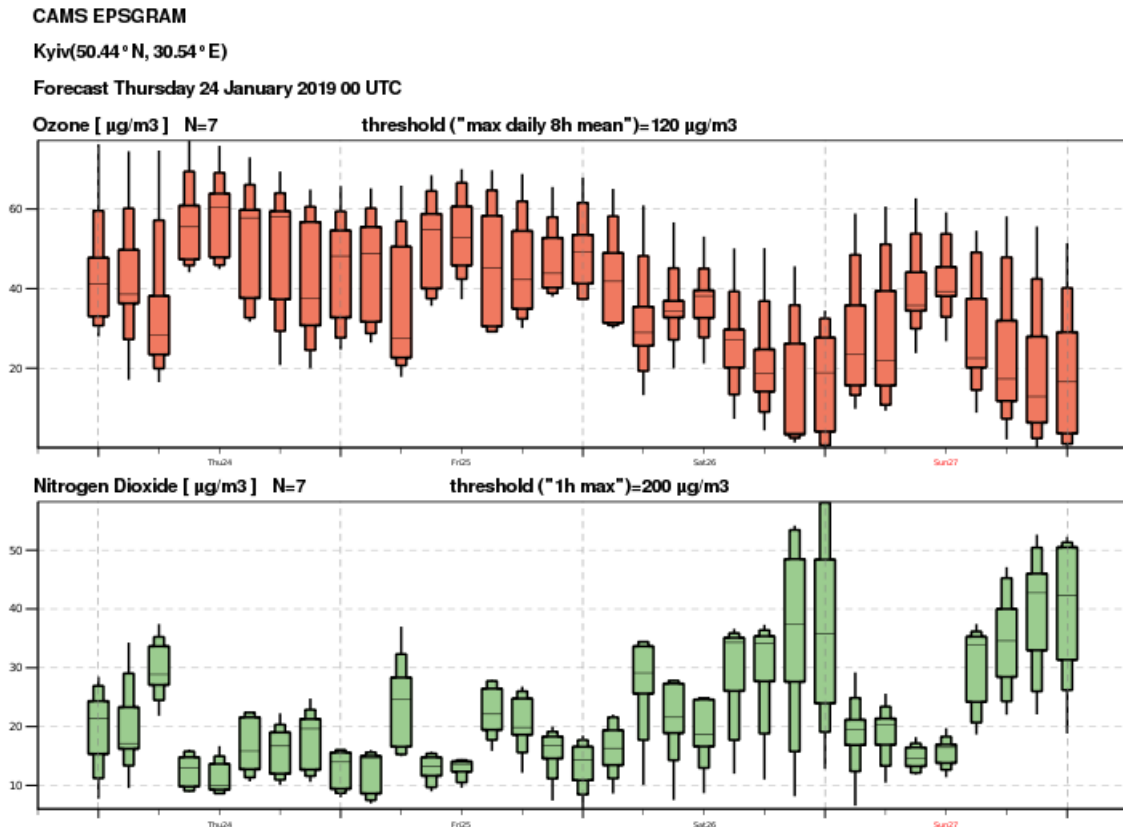


Рисунок 5 – Приклад супутникових даних

Продукти, що генеруються сервісом, можуть використовуватися як у вигляді цифрових або друкованих карт, так і можуть бути об'єднані з іншими джерелами даних (наприклад, у вигляді наборів цифрових функцій у геоінформаційній системі) для підтримки геопросторового аналізу та процесів прийняття рішень органами управління у надзвичайних ситуаціях. Copernicus EMS-Mapping може підтримувати всі етапи циклу управління надзвичайними ситуаціями: готовність, запобігання, зменшення ризику катастроф, реагування на надзвичайні ситуації та відновлення.

Компонент раннього запобігання (Early Warning Component of the Copernicus EMS) складається з трьох різних систем:

- Європейська система поінформованості про повені (EFAS), яка надає інформацію щодо поточних і прогнозованих повеней в Європі з прогнозом до 10 днів;
- Європейська інформаційна система лісових пожеж (EFFIS), яка надає інформацію майже у реальному часі та історичну інформацію про лісові пожежі й режими лісових пожеж у регіонах Європи, Близького Сходу та Північної Африки;
- Європейська обсерваторія посух (EDO), яка надає інформацію, що стосується посухи, та запобігання їй для Європи.

Глобальна система поінформованості про повені (GloFAS), Глобальна інформаційна система пожеж (GWIS) і Глобальна обсерваторія посухи (GDO) доповнюють систему раннього запобігання на глобальному рівні.

Служба Copernicus EMS надає інформацію лише авторизованим користувачам безкоштовно як у режимі надзвичайної ситуації, так і у режимі «нетермінового» реагування, для підтримки заходів з управління надзвичайними ситуаціями, не пов'язаними з негайним реагуванням (затримка у часі від однієї до трьох годин).

Система космічних спостережень програми Copernicus базується на використанні даних спостережень шести сімейств супутників: Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3, Sentinel-4, Sentinel-5, Sentinel-6. Кожне сімейство супутників складається із двох або чотирьох супутників. Частина супутників вже виведено на орбіту, а частина ще знаходиться на етапі розробки чи підготовки до запуску.

На цих супутниках використовується спектрометричне обладнання, яке працює в діапазоні довжин хвиль від 270 нм до 12000 нм, радарне обладнання, яке працює на частотах 5,41 ГГц, 13,575 ГГц, 23,8 ГГц та 36,5 ГГц. Більшість даних, які спостерігаються за допомогою супутників, визначаються з середньою (300–500 м) та низькою (1-50 км) просторовою роздільною здатністю. Але доступні також дані з високою (10-60 м) та надвисокою (до 1,5 м) роздільною здатністю, а висота супутником Sentinel-3 визначається з точністю до 3 см. Час доступу до даних, переданих із супутників, складає від однієї години до п'яти діб у залежності від конкретного набору даних та рівня доступу.

Розглянемо більш докладно перетворення інформації на прикладі служби C3S (рис. 6, 7). Особливість служби C3S полягає у використанні як початкової інформації даних вимірювань від усіх сімейств супутників Sentinel, тому щодобовий обсяг первинної інформації, яка надходить від супутників, складає величину більше 3 ТБ.

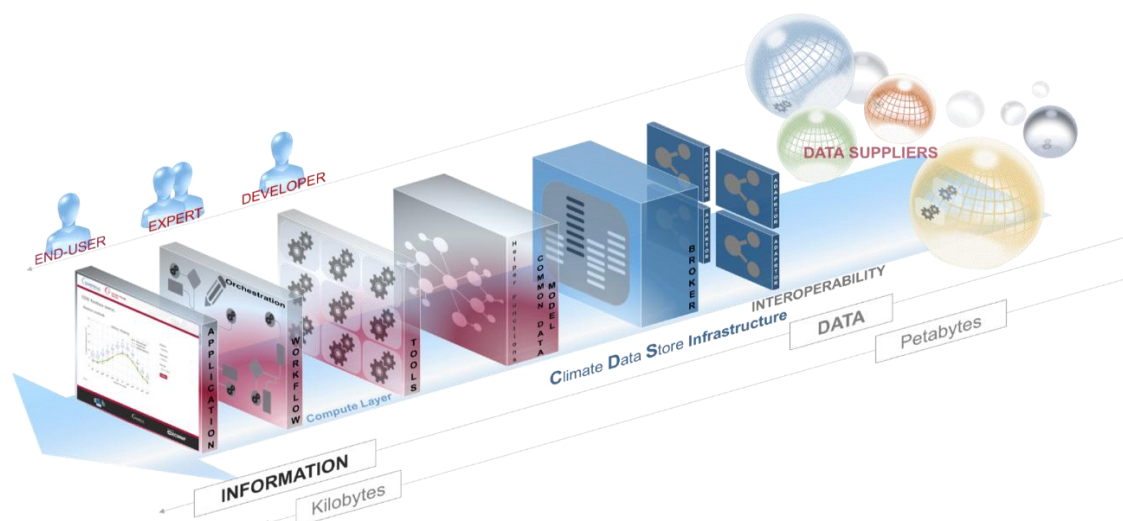


Рисунок 6 – Перетворення інформації від необроблених даних до кінцевого користувача (джерело: <https://climate.copernicus.eu/climate-data-store>)

Обробка інформації в інформаційних системах проекту Copernicus розбивається на три рівні: L0; L1; L2. Іноді рівні L1 та L2 додатково розділяють ще на два підрівні. На рівні L0 обробляються дані прямих вимірів від вимірювальних систем супутників. Вони поступають на наземні системи обробки даних у заархівованому виді. У результаті розархівування та застосування процедури калібрування вимірювальних систем визначаються абсолютні величини параметрів спектрів, які передаються на рівень L1. Якщо до даних рівня L0 мають доступ тільки науковці служби обслуговування супутників та розробники відповідного програмного забезпечення, то до рівня L1 вже мають доступ науковці, які створюють розрахункові моделі взаємодії електромагнітного випромінювання з середовищем з метою більш точного визначення параметрів середовища на основі спектрометричної інформації, будь-то ультрафіолетовий, видимий чи інфрачервоний діапазон або радарні дані.

Визначені таким чином на основі спектрометричної інформації фізичні параметри (температури, концентрації, швидкості, напрями швидкості та ін.) передаються на рівень L2 та доступні широкому колу науковців. Дані рівня L2 зазвичай використовуються у моделях атмосфери, океанів, земної поверхні, інших екологічних систем для передбачення зміни у часі (прогнозні моделі). Приклад багаторівневої обробки інформації наведено для сімейства супутників Sentinel-4 (рис. 8), дані з яких також будуть використовуватися службою C3S.

У випадку служби C3S йдеться про щоденні обсяги більше 3 ТБ нової інформації на рівнях L0 та L1 (рис. 6, 7) і суттєве зменшення обсягів інформації на рівні L2. Докладна інфраструктура з обробки інформації наведена на рис. 7. Взаємодія з користувачами інформації здійснюється через веб-інтерфейс. Видно, що доступ до інформації мають тільки аутентифіковані користувачі. Далі, у залежності від рівня доступу, користувач може скористатися набором інструментів для отримання потрібної кінцевої інформації чи розробляти та тестувати системи (інструменти) обробки первинної та вторинної інформації.

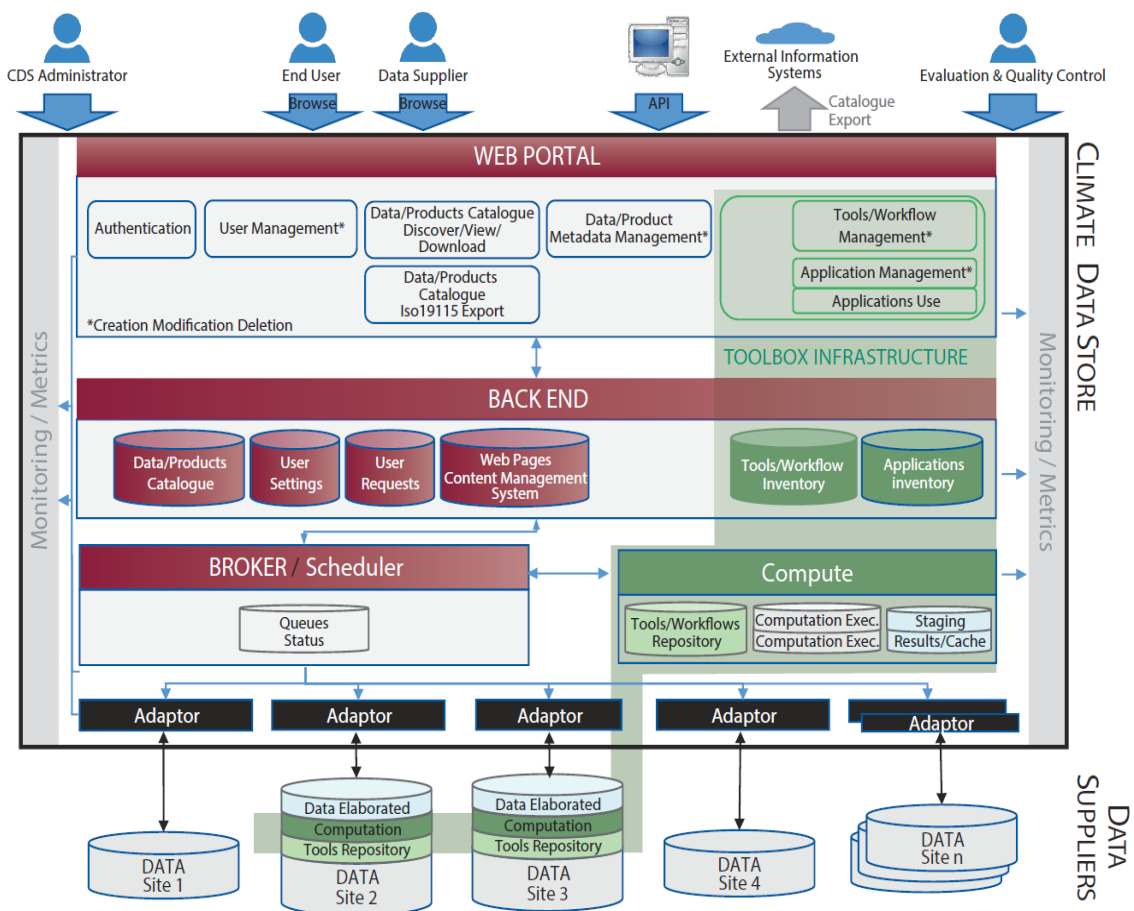


Рисунок 7 – Інфраструктура з обробки інформації
(джерело: <https://climate.copernicus.eu/climate-data-store>)

Дані та моделі європейського проекту Copernicus можуть стати потужним інструментом прогнозування частини національної платформи зниження ризиків катастроф. Тому потрібно ефективно скористатися можливостями доступу до інформаційних потоків проекту Copernicus, які має Державне космічне агентство України, при розробці та реалізації національної платформи зниження ризиків катастроф.

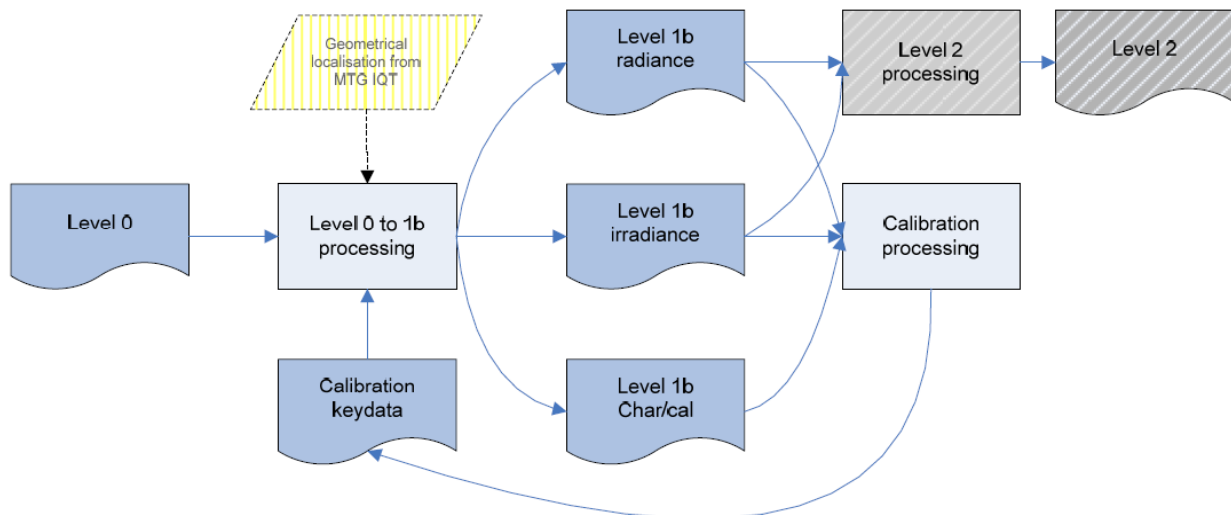


Рисунок 8 – Багаторівнева обробка інформації від супутника Sentinel-4 (джерело: https://www.eumetsat.int/website/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_FILE&dDocName=PDF_CONF_P_S1_10_STARK_V&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&Rendition=Web)

4. Висновки

Проаналізувавши міжнародний досвід з організації та функціонування систем моніторингу безпеки, стало очевидно, що створення в Україні сучасної системи моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій, а також національної платформи зниження ризику катастроф, повинно стати пріоритетним завданням. Державна служба України з надзвичайних ситуацій має стати провідною установою для створення і функціонування таких інституціональних складових в Україні, що також знаходить підтвердження у вимогах Кодексу цивільного захисту України.

До участі у національній платформі зниження ризику катастроф доцільно залучити представників зацікавлених центральних органів виконавчої влади (зокрема, Міністерства внутрішніх справ, Міністерства екології та природних ресурсів, Міністерства будівництва, житлово-комунального господарства та регіонального розвитку, Міністерства охорони здоров'я, Міністерства інфраструктури, Міністерства аграрної політики, Національної поліції, Державного агентства лісових ресурсів, Державного агентства водних ресурсів), наукових установ (Національної академії наук України, Національного інституту стратегічних досліджень), спеціалістів із тих регіонів України, які найбільше потерпають від стихійних лих і техногенних катастроф. Важливою також є участь міжнародних організацій, насамперед ООН, Представництва ЄС, Товариства Червоного Хреста України тощо.

Після створення система моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій та національна платформа координуватимуть зусилля країни у сфері зниження ризиків катастроф, а також мобілізуватимуть ресурси приватних компаній і міжнародних організацій. Ефективне функціонування цих систем матиме низку переваг, зокрема, сприятиме як підвищенню міжнародного іміджу країни через дотримання взятих зобов'язань, так і зниженню ризику катастроф, зменшенню завданих ними збитків і витрат на їх ліквідацію, дасть змогу істотно підвищити рівень захисту населення і довкілля.

Прискорення впровадження директиви 2012/18/EU та пов'язаних нормативних документів дасть можливість перейти на новий рівень управління безпекою на основі ризикорієнтованого підходу, що разом із впровадженням процедур моніторингу за стандартами ЄС сприятиме розвитку інформаційних технологій у сфері безпеки України. Дані та моделі європейського проекту Copernicus можуть стати потужним інструментом прогнозу частини національної платформи зниження ризиків катастроф. Тому потрібно ефективно ско-

ристання можливостями доступу до інформаційних потоків проекту Copernicus, які має Державне космічне агентство України, при розробці та реалізації національної платформи зниження ризиків катастроф. Наукове супроводження з обробки і аналізу даних проекту Copernicus та зі створення моніторингової та прогнозовної частин національної платформи зниження ризиків катастроф, у тому числі системи моніторингу і прогнозування надзвичайних ситуацій, здатні проводити Інститути НАН України.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*. 2012. Vol. L197. P. 1–37.
2. Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*. 2007. Vol. L288. P. 27–34.
3. Annex to the Commission Implementing Decision on the Adoption of the Work Programme for 2019 and on the Financing of the Copernicus Programme. Annex 1. C (2018) 8513 final. Brussels: European Commission, 2018. 158 p.
4. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами за басейновим принципом: Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1641-19>.
5. Про затвердження порядку розроблення плану управління ризиками затоплення: постанова Кабінету Міністрів України від 04.04.2018 р. № 247. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/247-2018-п>.
6. Про затвердження Методики попередньої оцінки ризиків затоплення: Наказ Міністерства внутрішніх справ від 17 січня 2018 р. № 30. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0153-18>.
7. Про затвердження Методики розроблення карт загроз і ризиків затоплення: Наказ Міністерства внутрішніх справ від 28 лютого 2018 р. № 153. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0350-18>.
8. Впровадження Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 року про оцінку та управління ризиками затоплення. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. URL: <http://www.dsns.gov.ua/ua/Vprovadzhennya-Directiva-2007-60-EC-of-the-European-Parliament-and-of-the-Council-of-23-october-2007-on-the-assessment-and-management-of-flood-risks.html>.
9. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо об'єктів підвищеної небезпеки: Закон України. URL: http://www.drs.gov.ua/analysis_projects/zu-pro-vnesennya-zmin-deyakyh-zakonodavchih-aktiv-ukrayiny-shhodo-ob-yektiv-pidvyshhenoyi-nebezpeky-2/.
10. Проект Закону про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо способів здійснення державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки від 28.09.2018 р. № 9132. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=64699.
11. Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій: постанова Кабінету Міністрів України від 05.09.2018 р. № 715. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/715-2018-%D0%BF>.
12. United Nations Millennium Declaration. Resolution adopted by the General Assembly. – UN, 2000. URL: <http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.html>.
13. Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World: guidelines for natural disaster prevention, preparedness and mitigation. United Nations: Headquarters (UN), 1994. 19 p.
14. Hyogo Framework for Action 2005–2015: Building the resilience of nations and communities to disasters. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), 2007. 25 p.
15. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), 2015. 32 p.

16. Technical guidance for monitoring and reporting on progress in achieving the global targets of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (New edition). United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), 2018. 180 p.
17. Copernicus ex-ante benefits assessment. Final. PWC, 2017. 343 p.
18. European Union's Earth Observation Programme Copernicus. URL: <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus>.
19. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). *Official Journal of the European Union*. 2007. Vol. L108. P. 1–14.
20. European Space Policy. European Parliament resolution of 20 November 2008 on the European space policy: how to bring space down to earth. *Official Journal of the European Union*. 2010. Vol. C 16 E. P. 57–61.
21. ДКА та Європейська Комісія підписали угоду про співробітництво в рамках програми «Copernicus». URL: <http://www.nkau.gov.ua/ua/news/main-themes/1197-dka-ta-yevropeiska-komisiia-pidpysaly-uhodu-pro-spivrobitnytstvo-v-ramkakh-prohramy-copernicus>.
22. International cooperation on data exchange. Copernicus. URL: <https://www.copernicus.eu/en/international-cooperation-area-data-exchange>.
23. Copernicus Market report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016. 97 p.

Стаття надійшла до редакції 18.01.2019