


Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ННІ «Інститут геології»
Кафедра геоінформатики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
спеціальність 193 – Геодезія та землеустрій
освітня програма «Геоінформаційні системи та технології»

ТЕМА: «ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГІС ТА ДЗЗ
В МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ»

Виконала
кафедри геоінформатики

студентка 4-го курсу
Атюцька Вікторія Володимирівна

Засвідчую, що у цій роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.
Студентка  (підпис)

Науковий керівник

д.т.н., професор Зацерковний В.І.

Робота рекомендується до захисту (протокол № 14 номер протоколу)
засідання кафедри геоінформатики від ввести дату 13.06.23 р

Завідувач кафедри

д.т.н., професор Зацерковний В.І.

Київ – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	12
1.1. Аналіз динаміки природних катастроф у світі	12
1.2. Класифікація надзвичайних ситуацій.....	18
1.3. Аналіз факторів та джерел загроз для території населення України	20
1.3.1. Аналіз надзвичайних ситуацій природного характеру.....	21
1.3.2. Аналіз надзвичайних ситуацій техногенного характеру	27
1.3.3. Аналіз надзвичайних ситуацій соціального характеру	33
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК ЗАПОДІЄНИХ АГРЕСІЄЮ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ	40
2.1. Загальні відомості про НС воєнного характеру	40
2.2. Оцінка впливу бойових дій на основні типи природних екосистем	42
2.2.1. Впливу бойових дій на забруднення атмосферного повітря, вод, ґрунтів та мінування територій	42
2.2.2. Вплив бойових дій на ліси	44
2.2.3. Вплив бойових дій на водно-болотні екосистеми.....	47
2.2.4. Вплив бойових дій на степові екосистеми.....	47
2.2.5. Вплив бойових дій на природоохоронні території.....	48
2.2.6. Вплив бойових дій на біорізноманіття	50
РОЗДІЛ 3. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГІС ТА ДЗЗ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ НС	53
3.1. Обґрунтування складових компонентів ГІС НС.....	53
3.2. Етапи створення ГІС НС	55
3.3. Формування вимог до ГІС НС	60
3.4. Очікувані результати від створення ГІС НС	63
РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТУВАННЯ ГІС НС В ЧЕРНІГІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДЗЗ В ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ НС	67
4.1. Розробка технічного завдання на створення ГІС НС	67

4.2. Концептуальне проектування бази даних ГІС НС	68
4.3. Обґрунтування вибору програмного забезпечення мережевої ГІС НС	73
4.4. Загальна характеристики об'єкта моделювання	74
4.5. Фізико-географічна характеристика об'єкта моделювання.....	76
4.6. Еколого-небезпечні об'єкти загальнодержавного та обласного рівня.....	78
4.7. Технології ГІС та ДЗЗ для моніторингу лісових пожеж.....	81
4.8. Технології супутникової місії Sentinel для моніторингу лісових пожеж.....	89
ВИСНОВКИ	98
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	100

**Перелік умовних позначень, символів, одиниць вимірювання,
скорочень**

БД	–	база даних
ГІС	–	географічна інформаційна система
ДЗЗ	–	дистанційне зондування Землі
ДСНС	–	Державна служба з надзвичайних ситуацій
КІ	–	космічна інформація
КА	–	космічний апарат
КЗ	–	космічний знімок
КГМ		космічний геомоніторинг
КС	–	космічна система
ПЗ	–	програмне забезпечення
ПНО	–	потенційно-небезпечний об'єкт
ПТС	–	природно-техногенна система
ПТК	–	природно-територіальний комплекс
РЛС БО	–	радіолокаційна станція бічного огляду
ШСЗ	–	штучний супутник Землі

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи студентки Атюцької В.В. «Геоінформаційні технології в надзвичайних ситуаціях» містить: __ сторінки тексту, __ рисунка, __ таблиць, __ використаних джерел.

Ключові слова: геоінформаційні системи (ГІС), геоінформаційні технології (ГІТ), надзвичайні ситуації (НС), техногенний та природний характер

Об'єкт дослідження – надзвичайні ситуації.

Предмет дослідження – технології геоінформаційного картографування для оперативного управління силами і засобами ЦО і НС на підставі ГІС НС для забезпечення безпеки і захисту населення.

Метою дипломної роботи є застосування геоінформаційного картографування для оперативного управління в умовах НС за допомогою спеціалізованої ГІС.

Методи і засоби дослідження – системний підхід, основних принципів теорії картографії, геоінформатики, основ теорії моделювання, моніторингу і прогнозування НС. При розробці і впровадженні ГІС НС використовувалось сучасне програмне і комп'ютерне забезпечення.

ВСТУП

Стійка тенденція зростання протиріч між людиною та навколишнім природним середовищем (НПС) спричинює виникнення надзвичайних ситуацій (НС) та їх складових за видами, рівнями і регіональним розподілом, наслідки яких дуже негативно впливають на безпеку громадян та економіки країн (*Ivanets H., Horielyshev S., Ivanets M., Baulin D., Tolkunov I., Gleizer N., Nakonechnyi A., 2018*).

Україна є найбільш критичним регіоном Європи з техногенного навантаження, що у 5-6 разів перевищує середньоєвропейський рівень. На території України розташовано понад 1800 об'єктів, на яких зберігають чи використовують у виробництві сильнодіючі отруйні речовини (*Тарасюк В.С., 2013*). У зонах можливого хімічного зараження від об'єктів хімічної промисловості мешкає близько 20 млн. осіб (42% населення країни) (*Олійник П.В., 2013*).

Економіка України, яка десятиліттями формувалася без урахування об'єктивних потреб та інтересів її народу, належної оцінки екологічних можливостей окремих регіонів, стала однією з екологічно "найбрудніших", перенасичена хімічними, металургійними, гірничорудними виробництвами із застарілими технологіями. Більшість промислових підприємств пов'язана головним чином з видобутком корисних копалин та початковими стадіями переробки сировини, тобто є нерентабельними, обтяжливими і забруднюючими (*Хилько М. І., 2017*).

Забезпечення безпеки у НС потребує надійного функціонування системи реагування на НС, адекватної рівням і характеру загроз (*Neisser F., Runkel S., 2017, Tiutiunyk V. V., Ivanetz H. V., Tolkunov I. A., Stetsyuk E. I., 2018*).

На території України можливе виникнення практичного всього спектру небезпечних природних явищ і процесів гідрогеологічного та метеорологічного походження. До них відносяться великі повені, катастрофічні затоплення, землетруси і зсувні процеси, лісові та польові пожежі, великі снігопади й

ожеледиці, урагани, смерчі, шквальні вітри тощо (https://pidru4niki.com/14051003/bzhd/faktori_riziku_bezpeka_zhittyediyalnosti).

Розвиток знімальних систем штучних супутників Землі (ШСЗ) у напрямку підвищення їх розрізнення дає можливість на основі геоінформаційних технологій (ГІТ) використовувати дистанційні і наземні методи обстежень.

Вирішення завдань із захисту населення регіонів від НС, потребує створення відповідного картографічного інформаційного забезпечення.

Створювана ГІС НС повинна забезпечити всі зацікавлені структури оперативними, достовірними і повними даними про розташування потенційно небезпечні об'єкти (ПНО) на місцевості, відображати характер і можливості можливої загрози, використовуючи просторовий аспект в інформації про НС, ґрунтуючись на картографічному способу подання інформації.

ГІС НС повинна забезпечити:

- обробку і аналіз повного циклу інформаційного потоку на підставі достовірних оперативних даних;
- моделювання і прогнозування розвитку параметрів НС до загрозованих значень і можливих наслідків.

Картографічна інформація в рамках ГІС НС надає можливості прогнозування місця, часу і масштабів можливих негативних впливів НС різного характеру і дозволяє оперативно виконувати оперативно-рятувальні заходи.

Позбутися повністю ризику виникнення будь-яких НС практично неможливо. Ризик, як прояв неповноти і відносності знань, існує завжди. Але існують також можливості його зменшення, а у випадку НС – для більш оперативного і раціонального реагування на небезпеку.

Актуальність теми. Погіршення останніми роками екологічної обстановки, підвищення ступеня ризику виникнення техногенних аварій та НС потребує розробки нових інформаційних технологій прогнозування розвитку екологічного стану та оцінки рівня ризику виникнення НС для вжиття заходів зі зниження наслідків техногенного впливу і вирішення завдань кризового моніторингу.

Метою роботи є розробка і застосування геоінформаційного картографування для оперативного управління в умовах НС за допомогою спеціалізованої ГІС.

Об'єкт дослідження – надзвичайні ситуації.

Предмет дослідження – технології геоінформаційного картографування для оперативного управління силами і засобами ЦО і НС для забезпечення безпеки і захисту населення.

Методи і засоби дослідження – системний підхід, основних принципів теорії картографії, геоінформатики, основ теорії моделювання, моніторингу і прогнозування НС. При розробці і впровадженні ГІС НС використовувалось сучасне програмне і комп'ютерне забезпечення.

Використання ГІТ дає можливість, моделювати складні природні і техногенні процеси та зміни екологічного стану довкілля під впливом тих або інших несприятливих факторів та подій, прогнозувати різні сценарії розвитку потенційних НС, оцінювати рівень техногенного навантаження на території, моделювати соціально-економічну ситуацію в регіоні, а також сприяти ефективному прийняттю управлінських рішень в галузі охорони природо та природокористування, запобіганню техногенних аварій і НС, ліквідації їх наслідків, соціальному захисту населення. Сьогодні ефективне управління екологічною безпекою держави, прийняття ефективних управлінських рішень у сфері охорони навколишнього природного середовища потребує застосування нових інформаційних технологій.

Розвитку і становленню ГІС суспільство завдячує багатьом зарубіжним, радянським, пострадянським і вітчизняним ученим, серед яких Берлянт О.М., Бугаєвський Л.М., Бусигін Б.С., Бурачек В.Г., Данджермонд Дж., Зацерковний В.І., Калкінз Х., Капралов Є.Г., Карпінський Ю.О., Корольов Ю.К., Кошкарьов А.В., Куссуль Н.М., Лур'є І.К., Мерс М. де, Мокін В.Б., Морозов В.В., Світличний О.О., Серединін Є.С., Тікунов В.С., Томплінсон З.Ф., Шипулін В.Д., Цветков В.Я. та багато інших. Теоретико-методичні основи застосування ГІС у галузі управління і

моніторингу територіальними ресурсами наведені у працях Голуба С.В., Готиняна В.С., Железняка М.І., Іщука О.О., Кохан С.С., Красовського Г.Я., Лялька В.І, Попова О.М., Прохорова О.П., Станкевича С.А. Трофимчука О.М., Шестопалова В.М., Якимчука М.А. та ін.

Дослідженню проблем природно-техногенної безпеки присвячені праці Биченка М., Данилишина Б., Дорогунцова С., Качинського, А. Ковтуна В., Ральчука О., Паламарчука М., Ситника Г., Степаненка А., Трегобчука В., Шевчука В., Шпильового І., Федорищевої А., Хлобистова Є. та ряду інших.

Визнаючи наукову і практичну цінність розробок названих авторів, треба відзначити, що відсутність цілісної методології геоінформаційної підтримки прийняття рішень для моделювання різних сценаріїв розвитку надзвичайної ситуації в регіоні, визначення ступеня техногенного навантаження з урахуванням геологічної обстановки, оцінки рівня ризику і прогнозування можливого виникнення техногенних аварій і НС не забезпечує ефективності прийняття рішень у процесі прогнозування і ліквідації надзвичайних ситуацій.

Це означає, що актуальною є науково-практична задача підвищення ефективності управління територіями за рахунок впровадження ГІС в управління надзвичайними ситуаціями і наповнення ГІС актуальними і точними даними.

Структура та обсяг бакалаврської роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, які містять ___ таблиць та ___ рисунки, висновків, списку використаної літератури – ___ джерела. Загальний обсяг роботи ___ сторінка.

Апробація отриманих результатів.

РОЗДІЛ 1.

АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

1.1. Аналіз динаміки природних катастроф у світі

Аналіз літературних джерел і статистичних даних щодо природних катастроф свідчить про існування закономірності зростання їх кількості у світі. Не є виключенням і Україна (рис. 1.1).

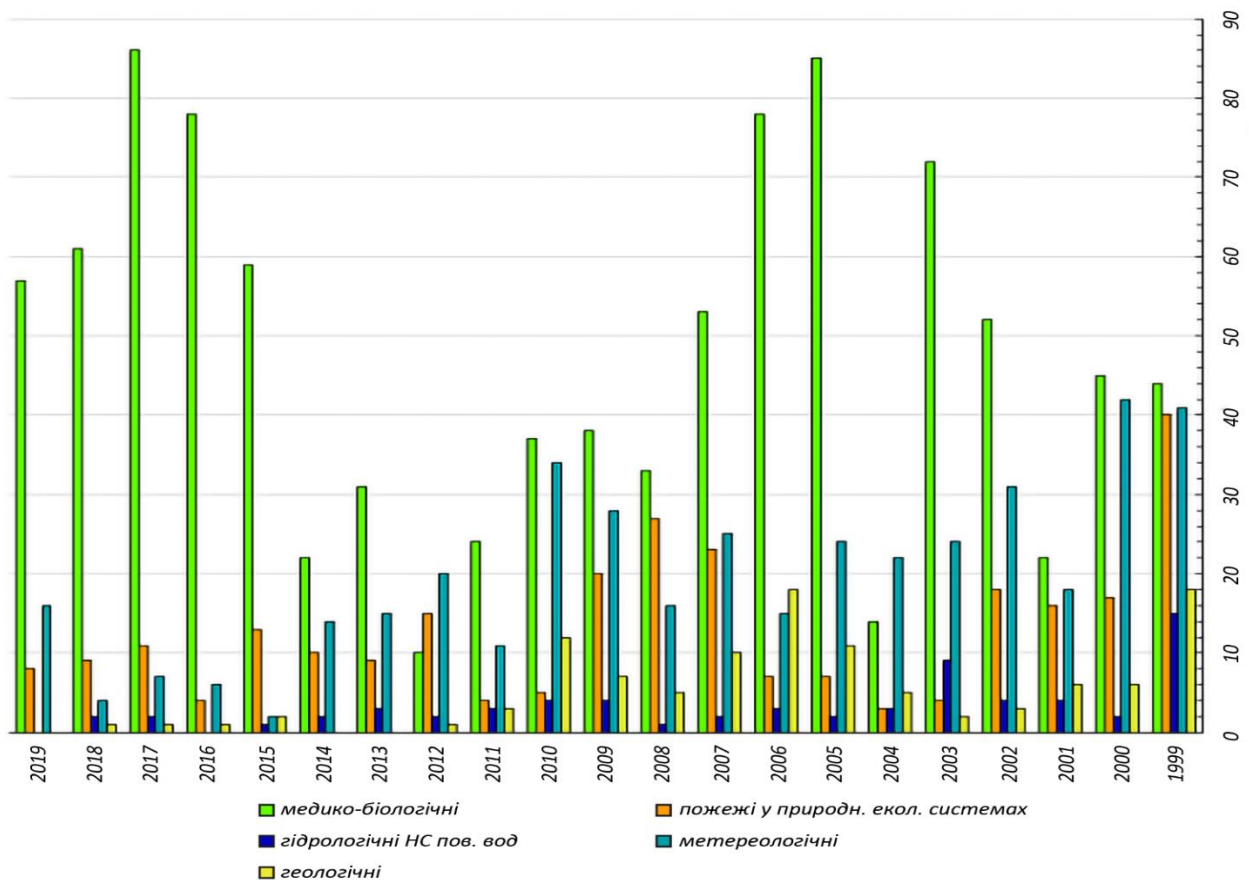


Рис. 1.1. Динаміка надзвичайних ситуацій природного характеру на території України з 1999 по 2019 роки (Джерело: ДСНС України)

Небезпечні природні явища і процеси можуть досягати рівня надзвичайної ситуації, спричиняти людські жертви, завдавати шкоди здоров'ю людей і навколишньому природному середовищу, завдавати значні матеріальні збитки і порушення умов життєдіяльності людей. Комплексний характер сучасних загроз, їхній глобальний характер вимагають нових підходів до убезпечення країн і регіонів, з чим пов'язані інтеграційні процеси в сфері забезпечення безпеки

населення. Більшість держав світу розглядає цю проблему сьогодні як важливий елемент забезпечення національної безпеки (*Витрикуш Н.М., 2020*).

Науковці багатьох країн тривалий час зосереджували свої дослідження на оцінці ризику появи небезпечних явищ та стихійних лих на місцевому рівні. Зацікавленість до аналізу ризиків на глобальному рівні виникла з середини 80-х рр. XX ст. Чорнобильська катастрофа (1986 р.) та виявлення дір в озоновому шарі з наступним підписанням Монреальського протоколу у 1987 р. спричинили усвідомлення того, що вплив на навколишнє середовище не зупиниться на межах національних кордонів. Підтвердженням цього постулату є те, що Генеральна Асамблея Організації Об'єднаних Націй (ООН) проголосила 90-і рр. XX ст. Міжнародним десятиріччям зі зменшення стихійних лих (IDNDR) (*Jeggle T., 2005*).

Протягом 90-х рр. XX ст., спочатку з'явилась, а згодом почала домінувати думка про те, що природні катастрофи є наслідком антропогенної діяльності людей (*Maskrey A., 1993*). Стала очевидною необхідність збільшення кількості заходів, спрямованих на зменшення ризику виникнення стихійних лих. Продовжуючи роботу розпочату у 90-х рр. XX ст., Генеральна Асамблея ООН у 2000 р. створила Міжнародну стратегію ООН щодо зменшення наслідків катастроф (UNISDR) (*UNISDR. 2011*).

За даними (*Twigg John, 2002*), починаючи з 1970 р. внаслідок природних катастроф щорічно гине більше 80 тис. осіб і близько 144 млн. вважаються постраждалими. Стихійні лиха останнього десятиліття XXI століття зачепили приблизно 2 млрд. осіб – майже третину всього людства. Як свідчить практика, бідні держави більше страждають, ніж розвинуті. За даними звіту Програми розвитку ООН (*Глобальний доклад ООН «Снижение риска катастроф — задача развития», 2004*), в багатих державах проживає близько 15% мирного населення, які піддаються ризикам стати жертвами природних стихій, але на них припадає всього 2% випадків смерті від стихії. В бідних державах відповідні

показники складають 11% і 53% (https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferenzii/riziki_0.pdf).

Зростання кількості НС природного та техногенного спрямування спричинено:

- нездатністю НПС повною мірою задовольняти зростаючі потреби суспільства;
- надмірною експлуатацією природних ресурсів на тлі обмежених можливостей для їх відновлення;
- неоднозначністю результатів науково-технічного прогресу: з одного боку, високі темпи розвитку техносфери в ХХ ст. і видатні досягнення, а з іншого: виникнення і наростання потенційних і реальних загроз людині, суспільству, середовищу проживання з боку об'єктів техносфери.

Природні катастрофи є джерелом надзвичайних соціальних потрясінь, спричиняють масові страждання і загибель людей, приносять величезні матеріальні втрати. Розподіл найбільших катастроф у світі в ХХІ ст. представлений на рис. 1.2.

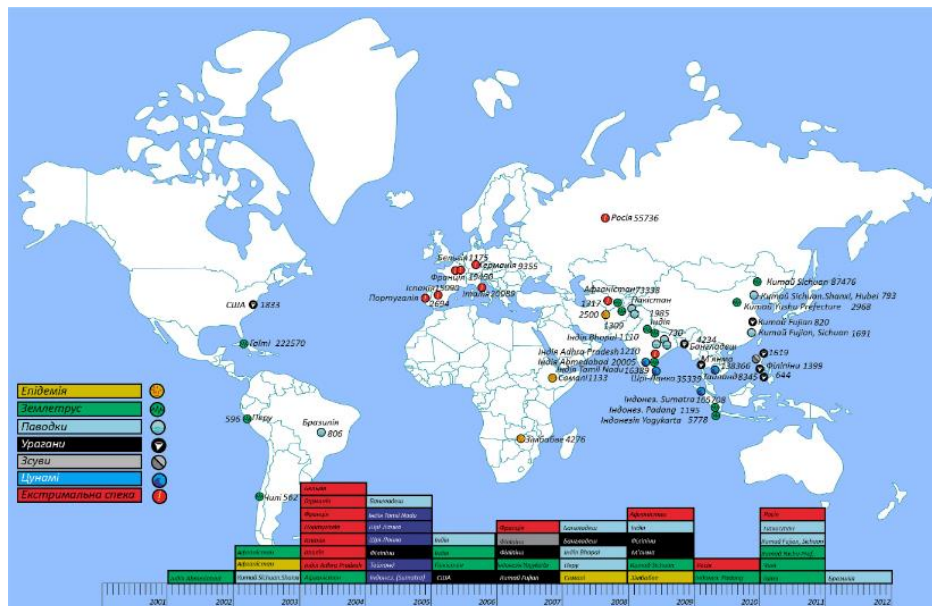


Рис. 1.2. Розподіл найбільших катастроф у світі в ХХІ ст.

Світовий і регіональний розподіл природних катастроф у світі в ХХІ ст. представлений на рис. 1.3.

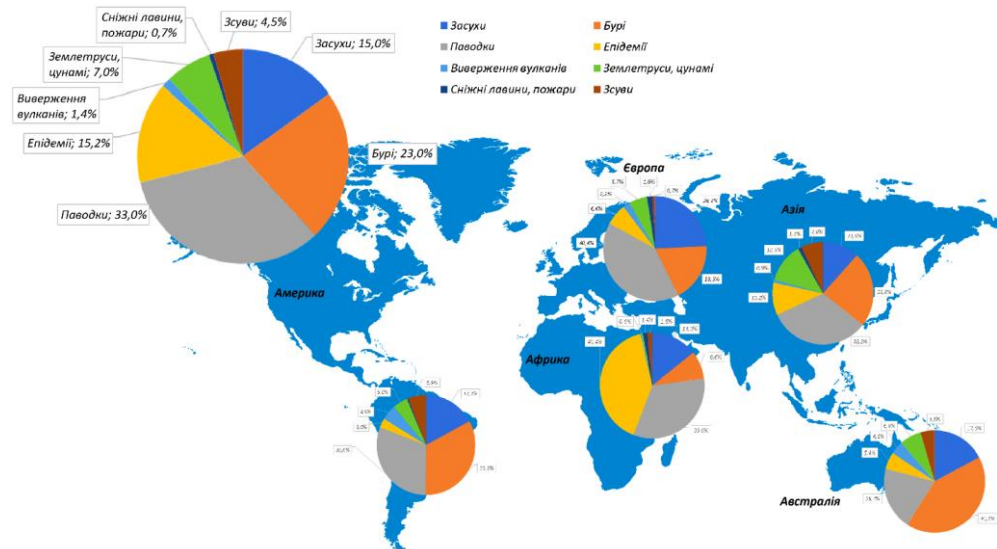


Рис. 1.3. Світовий і регіональний розподіл природних катастроф у XXI ст.

Сумарна величина економічних втрат тільки за останнє десятиліття ХХ ст. перевищила 676 млрд дол. США. При цьому, загальний збиток, нанесений в 2011 р. світовій економіці природними і антропогенними катастрофами, становив 370 млрд дол. США.

Динаміка кількості природних катастроф та їх наслідків у світі з 1975 по 2012 рр. представлена на рис. 1.4.

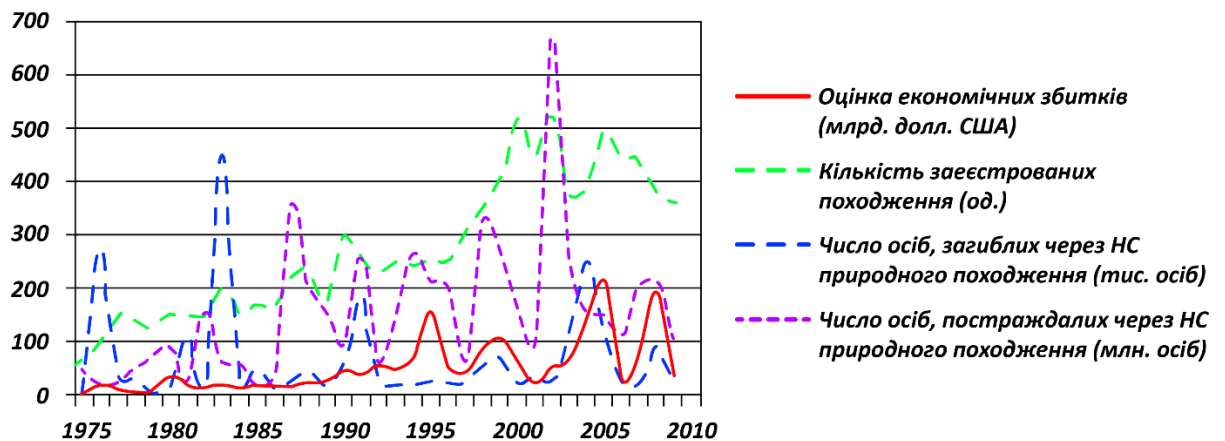


Рис. 1.4. Динаміка кількості природних катастроф та їх наслідків у світі з 1975 по 2012 рр.

Разом зі збільшенням частоти настання НС природного походження змінюються пропорції різних типів НС (рис. 1.5).

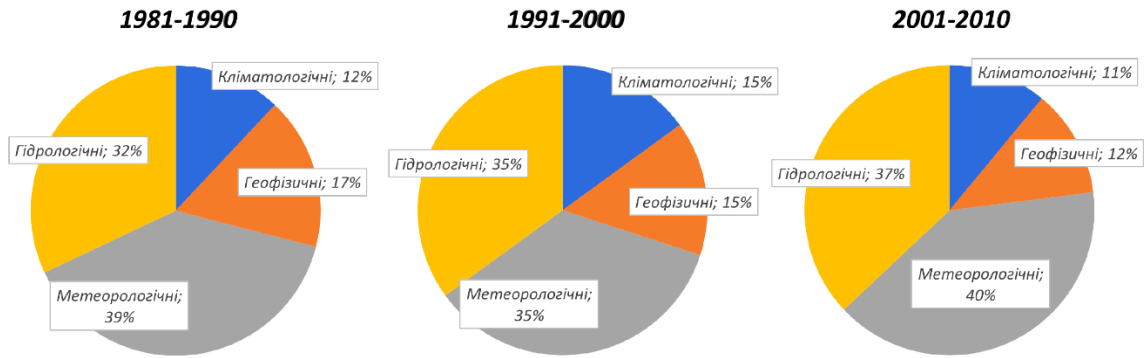


Рис. 1.5. Розподіл зареєстрованих природних НС за видами

Раніше найбільш руйнівними і такими, що призводять до найбільших людських і економічних втрат, вважали природні катастрофи – землетруси та виверження вулканів. На сьогодні не менш значні наслідки мають повені, шторми, торнадо, зимові шторми, аномальні температури та пожежі.

Динаміка кількості загиблого населення за різними природними катастрофами з 1975 по 2012 рр. представлена на рис. 1.6.

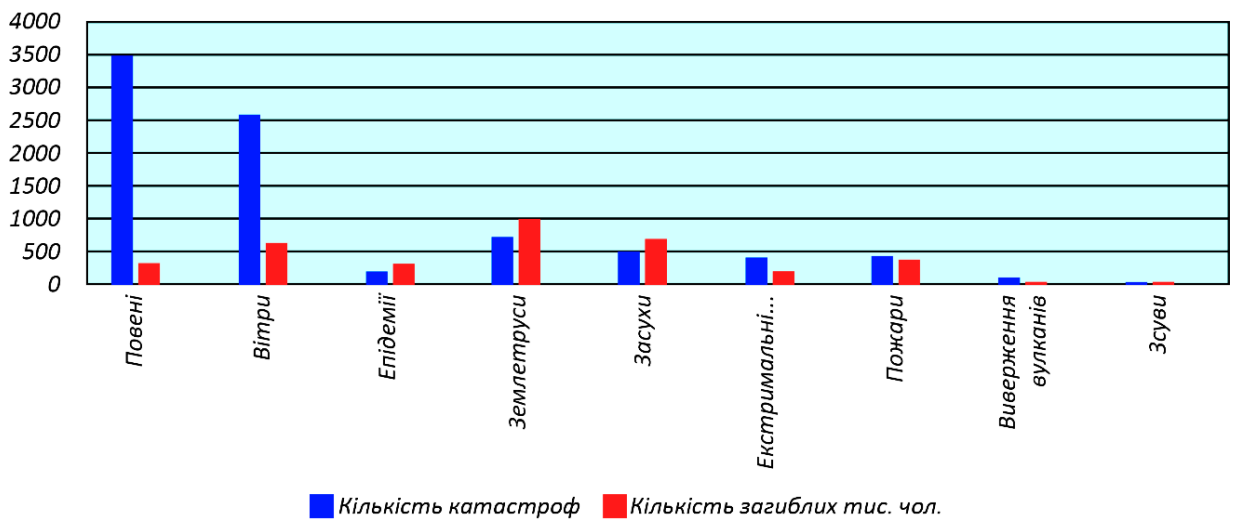


Рис. 1.6. Динаміка кількості загиблого населення за різними природними катастрофами з 1975 по 2012 рр.

Динаміка смертності та збитків викликаних природними катастрофами представлена на рис. 1.7.

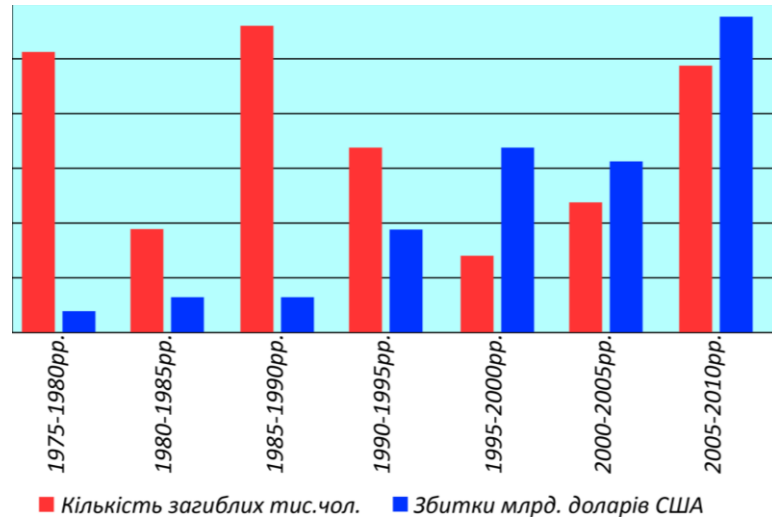


Рис. 1.7. Динаміка смертності та збитків викликаних природними катастрофами

1.2. Класифікація надзвичайних ситуацій

Метою класифікації НС є створення ефективного механізму оцінювання події, що відбулася чи може відбутися у прогнозований термін, та визначення ступеня реагування на відповідному рівні управління. У відповідності до Державного класифікатора в мирний час розрізняють НС природного (рис. 1.8), техногенного (рис. 1.9) та соціального характеру (рис. 1.10).

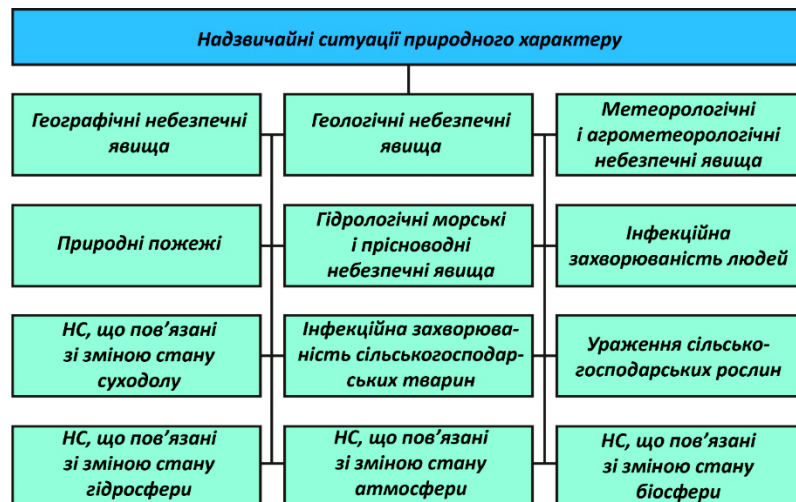


Рис. 1.8. Класифікація надзвичайних ситуацій природного характеру

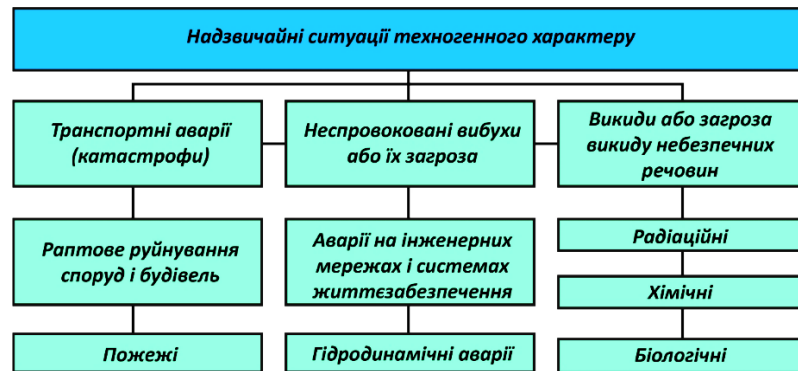


Рис. 1.9. Класифікація надзвичайних ситуацій техногенного характеру

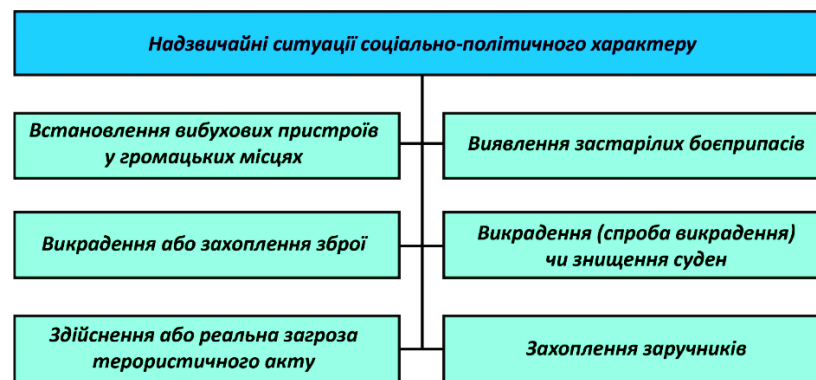


Рис. 1.10. Класифікація надзвичайних ситуацій соціально-політичного характеру

1.3. Аналіз факторів та джерел загроз для території та населення України

Динаміка кількості НС техногенного характеру за 1997-2018 рр. (Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні, 2018, Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій, 2018) представлена на рис. 1.11.

В Україні щороку виникає близько 140-150 надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, внаслідок яких гине велика кількість людей а матеріальні збитки сягають мільярдів гривень (https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii/riziki_0.pdf).

Причини, що слугують каталізаторами надзвичайних ситуацій представлені на рис. 1.12.

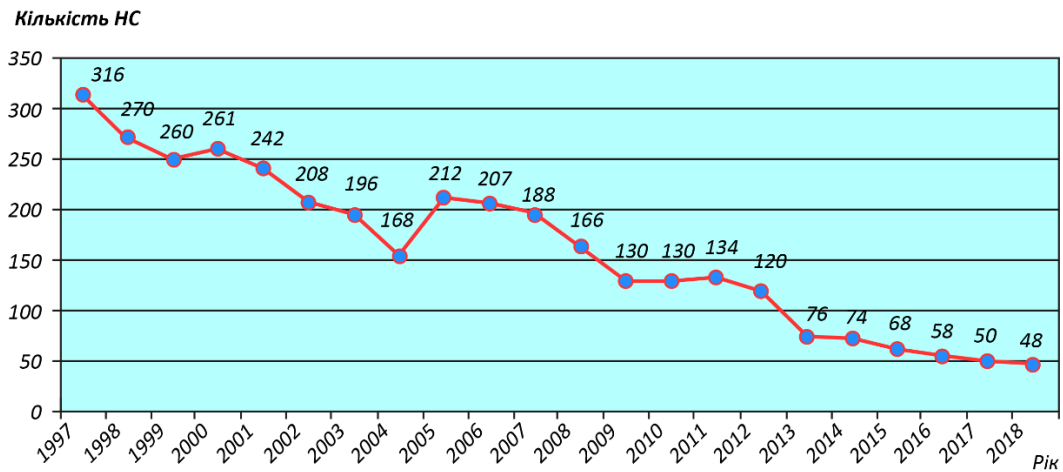


Рис. 1.11. Динаміка кількості надзвичайних ситуацій техногенного характеру за 1997-2018 рр.



Рис. 1.12. Каталізатори надзвичайних ситуацій техногенного характеру

1.3.1. Аналіз надзвичайних ситуацій природного характеру

Аналіз інформації про НС за 1997-2018 рр. (Абрамов Ю.О., 2005, *Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2018 р.*) свідчить, що за цей період спостерігалось 2545 НС природного характеру. Останніми роками в Україні щорічно виникає в середньому близько 71 НС природного характеру, збитки від яких становлять

80% – 90% загальної суми збитків, завданих НС природного і техногенного характеру.

Серед НС природного характеру найбільшу небезпеку становлять пожежі в природних екосистемах, НС метеорологічного та медико-біологічного характеру, процеси підтоплення, зсувні та карстові процеси, просідання лесових ґрунтів та комплексні гідрометеорологічні явища.

Наслідками небезпечних природних явищ можуть бути: урагани, що проявляються на земній поверхні у вигляді сильного вітру, шторму, паводку, оповзнів, ерозійної розрухи берегів, що може привести до пошкодження будівель, ліній електропередач, доріг, мостів і інших споруд, втрати дерев, врожаю, засолення ґрунту, пошкодження іригаційних систем; засухи – проявляється на земній поверхні у вигляді тріщин на ґрунті, пилових бур, спустошення, що може привести до загибелі дерев і сільськогосподарських культур, ерозії ґрунту, нанесення піску; паводків – проявляються на земній поверхні у вигляді ерозійної розрухи берегів, оповзнів, селів, наносів грязі, що можуть призвести до пошкодження, обвалу будівель і інших споруд, виходу з ладу водозаборів, втрати зернових і деревини, покращення якості ґрунту (https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii/riziki_0.pdf). Результати досліджень (Іванець Г.В., 2016) щомісячної середньостатистичної кількості НС природного характеру протягом року за статистичними даними за 1997-2018 рр. представлені на рис. 1.13.

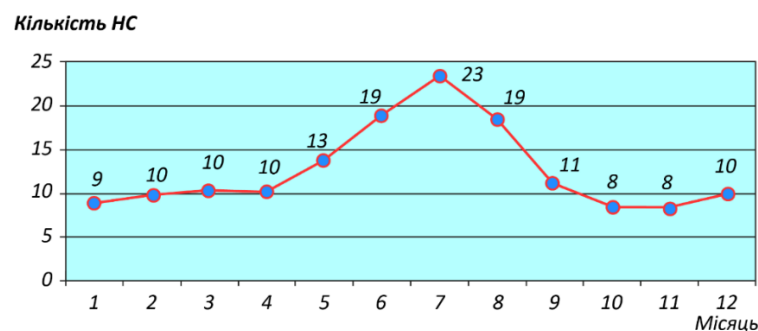


Рис. 1.13. Середньостатистичні дані щомісячної кількості надзвичайних ситуацій природного характеру протягом року за статистичними даними 1997-2018 рр.

Аналіз рис. 1.13 свідчить, що протягом року спостерігається найбільша середньостатистична кількість природних НС в липні (до 23), червні та серпні (до 19), а найменша кількість – в жовтні та листопаді місяці (до 8).

На території України переважно спостерігаються наступні природні явища (Рак Ю.П., 2008):

– геологічні явища – зсуви, обвали, осипи, просідання лісових порід, просідання (провалля) земної поверхні, карстові провалля;

– гідрологічні явища – високі рівні води (повінь), паводок, дощові паводки, селі, лавини, затори, вітрові нагони, низькі рівні води, ранній льодостав та поява криги на судноплавних водоймах і річках, підвищення рівня ґрунтових вод (підтоплення);

– морські небезпечні явища – сильні хвилі у морі та водосховищах, зміни рівня моря, тягун у портах, ранній льодостав або припай, відрив при береговій криги;

– метеорологічні небезпечні явища – буревії, смерчі, шквали, сильний вітер, град, сильні дощі (зливи), снігопад, ожеледь, хуртовина, мороз, спека, туман, засуха, заморозки;

– природні лісні, степові і торф'яні пожеги; інфекційні захворювання людей і сільськогосподарських тварин тощо (https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii/riziki_0.pdf).

Процентне співвідношення НС природного характеру за видами на основі інформації за 1997-2018 рр. (Абрамов Ю.О., 2008, *Причини та наслідки надзвичайних ситуацій державного та регіонального рівня, що виникли в Україні у 2016 р., 2017*). наведено на рис. 1.14.

Аналіз даних свідчить, що найбільший відсоток складають НС медико-біологічного характеру – понад 51%, метеорологічні – понад 23% та НС, пов'язані з пожежами в природних екологічних системах – понад 16% всіх НС природного характеру (https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii /riziki_0.pdf).

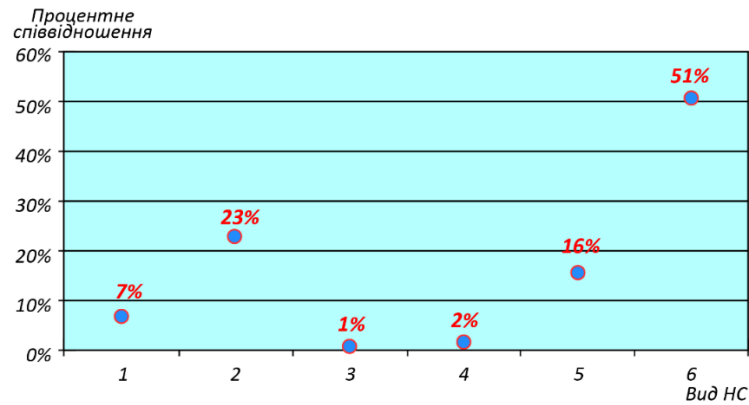


Рис. 1.14. Процентне співвідношення надзвичайних ситуацій природного характеру за видами (1 – геологічні НС, 2 – метеорологічні НС, 3 – гідрологічні морські НС, 4 – гідрологічні НС поверхневих вод, 5 – НС, пов’язані з пожарами в природних екологічних системах, 6 – медико-біологічні НС)

Розвиток господарського комплексу України відбувається в умовах нарощування техногенної дестабілізації геологічного середовища, наслідком якої є подальше збільшення кількості кризових явищ в екологічних системах, у тому числі активізація небезпечних екзогенних екологічних процесів (ЕГП), практично на всій території України. Залучення територій з розвитком ЕГП до сфери господарської діяльності призводить до неминучих змін навколишнього середовища, що супроводжується техногенним посиленням природного перебігу процесів, особливо в місцях розташування ПНО. До числа найбільш небезпечних ЕГП за збитками, які щорічно завдаються господарським об’єктам в Україні, належать зсуви, підтоплення, карст, абразія, переробка берегів водосховищ, осідання земної поверхні над гірничими виробками (Іванець Г.В., 2016, Лусиченко Г.В., 2005, https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii/riziki_0.pdf).

Активізація зсувів досить часто пов’язана з розвитком супутніх процесів – ерозійного та абразійного, які посилюють розвиток основного процесу. Абразія поширена майже на всьому узбережжі Азовського та Чорного морів (у межах Південного берегу Криму, Донецької, Запорізької, Миколаївської, Одеської та Херсонської областей), а також на внутрішніх водоймах. Довжина абразійних берегів у межах України складає 914 км на Чорному морі та 253 км на

Азовському. Протягом останніх 17 років в Україні було зафіксовано від 1 (2012 рік) до 27 (1997 рік) геологічних НС, при цьому активізація ЕГП, яка створювали загрози геологічного характеру та формували НС, припадає на 1997 – 1999 та 2006 – 2008 роки, а середньорічне значення кількості геологічних НС протягом останніх п'яти років знаходиться на рівні від 3 до 5 НС (https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii_riziki_0.pdf).

Найпоширенішим стихійним метеорологічним явищем в Україні є сильні дощі, що зумовлюють катастрофічні повені, селі, завдають значної шкоди сільськогосподарським угіддям, призводять до загибелі людей.

На другому місці по кількості стихійних метеорологічних явищ – посилення вітру і пов'язані з цим явища: шквал, смерч, пилова буря. У кількісному відношенні спостерігається збільшення випадків сильного вітру у середньому на один випадок у рік, а також деяке збільшення частоти шквалів.

Аналіз даних свідчить, що з 1997 по 2018 рік кількість НС гідрологічного характеру щороку зменшується (з 35 у 1998 р. до 1 у 2017 р.). За ці роки в основному НС гідрологічного характеру були обумовлені підтопленнями через підняття рівнів води у річках внаслідок паводків в поєднанні з сильними дощами і утворенням заторів льоду (https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii_riziki_0.pdf).

Виникнення НС внаслідок пожеж в природних екосистемах в Україні значною мірою залежить від перебігу мінливих погодних умов (Калугін В.Д., 2013, Тютюник В.В., 2009). В середньому за даними останніх п'яти років (Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні, 2018), в Україні виникає близько 7 – 10 НС внаслідок пожеж в природних екосистемах щороку, виключенням є 2013 рік, коли були зафіксовані 2 НС, пов'язані із пожежами в природних екосистемах. НС, пов'язані з пожежами в природних екологічних системах складають понад 16% всіх НС природного характеру. До пожеж у природних екосистемах відносяться лісові та торф'яні пожежі, пожежі

на відкритих територіях (ландшафтні, степові), а також пожежі на сільськогосподарських угіддях (полях зернових і технічних культур тощо).

За даними 1997 – 2018 років (*Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2017 р., 2018*), серед НС природного характеру максимальна кількість та найбільші людські втрати припадають на НС медико-біологічного характеру. Щорічно їх фіксується від 36 (2012 рік) до 112 (1998 рік) випадків, при цьому протягом останніх років спостерігається зменшення їх кількості майже вдвічі в порівнянні із середньостатистичними даними і становить близько 35 – 40 випадків щороку.

Серед медико-біологічних загроз найбільшу небезпеку становлять інфекційні захворювання, масові отруєння (неінфекційні захворювання) людей, інфекційні захворювання сільськогосподарських тварин, масове розповсюдження шкідників сільськогосподарських рослин. Ймовірність виникнення НС медико-біологічного характеру досить висока у будь-якому регіоні України, але, за фактографічними даними, найбільша ймовірність виникнення медико-біологічних НС у Вінницькій, Запорізькій, Житомирській, Дніпропетровській, Донецькій, Київській, Кіровоградській, Львівській, Луганській, Миколаївській та Одеській областях.

1.3.2. Аналіз надзвичайних ситуацій техногенного характеру

Аналіз інформації про НС за 1997-2018 рр. (*Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні, 2018*) свідчить, що за цей період відбулося близько 3560 НС техногенного характеру. Серед усієї сукупності техногенних загроз найбільш небезпечними для території та населення України є радіаційна, хімічна, пожежна та вибухова небезпеки. Крім того, велику небезпеку становлять аварії на транспорті, системах життєзабезпечення пожежі або вибухи (*Гіроль М.М., Ниник Л.Р., Чабан В.Й., 2004, Андронов В.А., 2011*).

За масштабами охоплення країн і регіонів, за кількістю жертв і постраждалих, за економічними і екологічними збитками техногенні аварії

можуть бути класифіковані на планетарні, глобальні, національні, регіональні, локальні й об'єктові НС.

За ступенем потенційної небезпеки, що призводять до катастроф від глобального до об'єктового масштабу в техногенній сфері цивільного й оборонного комплексів, виділяють об'єкти ядерної, хімічної, металургійної і гірничодобувної промисловості, унікальні інженерні споруди (греблі, естакади, нафтогазосховища), транспортні системи (аерокосмічні, надводні, підводні, наземні), які транспортують небезпечні вантажі і великі маси людей, магістральні газо-, нафто- і продуктопроводи (Абрамов Ю.О., 2008, Сушик О.В., 2014, Михайлюк В.О., Халмурадов Б.Д., 2008, Михайлик О.П., 2007). Сюди також відносяться і небезпечні об'єкти оборонного комплексу – ракетно-космічні і літальні системи з ядерними та звичайними зарядами, атомні підводні човни і наземні судна, великі склади звичайних і хімічних озброєнь (https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferenzii_riziki_0.pdf).

Найбільш ймовірними НС техногенного характеру є пожежі та вибухи, катастрофи на транспорті, аварії на системах життєзабезпечення та НС, пов'язані з раптовим руйнуванням будівель і споруд (Иванец Г., Горельшев С., Иванец М., 2017, Гіроль М.М., Ниник Л.Р., Чабан В.Й., 2004, Беляев Н.Н., 2013, Попов О.О., 2013).

В Україні в середньому виникає 50-60 пожеж та вибухів, 25-30 катастроф на транспорті, 10-15 аварій на системах життєзабезпечення, 5-10 випадків раптового руйнування будівель та споруд, 5-10 аварій в електричних системах, до 5 випадків виявлення у навколишньому середовищі шкідливих речовин понад ГДК та аварії, пов'язані із викидом (загрозою викиду) в атмосферне повітря НХР (Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2017 р., 2018, Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2017 р., Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2018 р., Иванец Г., Горельшев С., Иванец М., 2017).

Частка НС на транспорті становить близько 30%, причому автомобільний транспорт є і залишається найбільш небезпечним серед інших видів транспорту і саме на нього припадає до 50-70% випадків катастроф на транспорті. На залізничний транспорт припадає близько 60% вантажних перевезень, близько 15% перевезень потенційно небезпечних вантажів (вибухонебезпечні, пожежонебезпечні, хімічні та інші речовини), що може нести велику загрозу життю і здоров'ю людей. Аналіз НС на транспорті показав, що частка їх у загальній кількості НС складає понад 25% і займає друге місце серед НС техногенного характеру, а ймовірності їх виникнення в Україні і в подальшому зберігатимуться високими. До регіонів з високою ймовірністю виникнення катастроф на транспорті (ДТП в яких гине понад 5 осіб, або понад 10 травмується, аварій із тяжкими наслідками на залізничному, авіаційному, морському та трубопровідному транспорті) відносяться: АРК, Донецька, Запорізька, Київська, Львівська, Одеська, Полтавська та Харківська області (https://ldubqd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii/riziki_0.pdf).

Аналіз НС, що пов'язані з пожежами та вибухами, свідчить, що їх частка у загальній кількості НС техногенного характеру залишається найбільшою. Особливо високі ймовірності виникнення таких НС для Донецької та Луганської областей. Також значна ймовірність виникнення пожеж і вибухів у Дніпропетровській, Львівській, Запорізькій, Полтавській, Харківській, Черкаській областях (https://ldubqd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii/riziki_0.pdf).

В Україні існує понад 1,5 тис. вибухо- та пожежонебезпечних об'єктів (ВПНО), на яких зосереджено близько 13 млн. т твердих і рідких вибухо- та пожежонебезпечних речовин (Бабенко А., 2010, Абрамов Ю.О., 2005).

Переважає більшість ВПНО розташована в центральних, східних і південних областях країни, де сконцентровані хімічні, нафто- і газопереробні, коксохімічні, металургійні та машинобудівні підприємства, функціонує розгалужена мережа нафто-, газо-, аміакопроводів, експлуатуються нафто- і газопромисли, вугільні шахти, у тому числі надкатегорійні за метаном та з

вибухонебезпеки вугільного пилу. Найбільша кількість таких об'єктів зосереджена у Вінницькій, Донецькій, Запорізькій, Луганській, Полтавській, Херсонській, Чернігівській областях. Найбільша кількість об'єктів з високою ймовірністю виникнення НС розташована у Донецькій, Луганській та Черкаській областях.

За величиною індивідуального ризику загибелі людей від пожеж Україна посідає друге місце в світі та поступається лише Російській Федерації (*Безун В., Гречанінов В. Режим доступу: <http://www.undicz.mns.gov.ua/>*).

Аналіз загиблих при пожежах свідчить, що понад 90% загиблих на пожежах припадає на ті пожежі, де загинуло від 1 до 5 осіб. Окрім того, як при пожежах на об'єктах промисловості так і в цивільному будівництві, відсутні випадки загиблих понад 500 чи 1000 осіб, що здебільшого є граничним значенням (*Мола К., 2014*).

В Україні налічується близько 12000 ПНО, з яких 6000 становлять об'єкти підвищеної небезпеки (ОПН). Особливу тривогу викликають промислові підприємства, де у великих кількостях застосовуються і зберігаються особливо небезпечні хімічні речовини (близько 1000 хімічно небезпечних об'єктів (ХНО)), у зонах можливого ризику ураження яких проживає понад 10 млн. людей (*Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2017 р., 2018, Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2017 р., Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2018 р., Іванець Г., Горельшев С., Іванець М., 2017*), . Всього в Україні функціонує близько 931 об'єкт, на яких зберігається або використовується у виробничій діяльності 308,07 тис. тон НХР, у тому числі 4,08 тис. тон хлору, 202,66 тон аміаку та 101,33 тон інших НХР. Найбільша кількість ХНО зосереджена у східних областях України, а саме: Донецькій області – 149; Дніпропетровській області – 108; Харківській області – 80 (*Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2017 р., 2018*).

Радіаційний вплив, причиною якого можуть бути окремі виробництва, об'єкти і матеріали, є одним із небезпечних техногенних факторів, які мають негативний вплив на умови життя населення і навколишнє середовище. В Україні до об'єктів, що потенційно можуть стати джерелом радіаційної небезпеки (Руденко Л.Г., 2010, Гіроль М.М., Ниник Л.Р., Чабан В.Й., 2004, Додонов О.Г., Путятин В.Г., Валютчик В.О., 2005, Гірін В., Дубровіна І., Косовець О., Лук'янова Ж., Табачний Л., 2010), належать, у першу чергу, АЕС, підприємства по видобутку і переробці уранових руд, сховища відпрацьованого ядерного палива і радіоактивних відходів, дослідницькі ядерні реактори, а також джерела іонізуючого випромінювання, що використовуються в промисловості, медицині, виробництві і науково-дослідницькій роботі, та радіаційно небезпечні об'єкти на територіях сусідніх країн.

В Україні працює близько 10 тисяч підприємств (Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2018 р.), установ та організацій, що використовують у своїй діяльності потенційно радіаційно-небезпечні технології та джерела іонізуючих випромінювання (ДІВ). На чотирьох АЕС експлуатуються 15 енергоблоків з водо-водяними електричними реакторами (ВВЕР). Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС утворилась велика кількість радіоактивних відходів (РАВ), що за об'ємом і сумарною активністю суттєво перевищують обсяги інших РАВ, накопичених внаслідок здійснення діяльності у сфері використання ядерної енергії. РАВ аварійного походження локалізовано переважно у зоні відчуження.

У багатьох регіонах експлуатується житло, вік якого перевищує понад півстоліття. Так, у Черкаській, Харківській, Запорізькій, Миколаївській областях близько 30% складають житлові будинки побудовані в 1950-х роках і раніше, 18-20% такого житла припадає на АРК, Закарпатську, Івано-Франківську області. У столиці на його частку припадає 13,5%. За останні десять років в Україні (Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних

ситуацій у 2018 р.), із загальної кількості НС техногенного характеру виникло 5% аварій, пов'язаних з раптовим руйнуванням будівель та споруд.

До основних джерел гідродинамічної небезпеки в *Україні (Андронов В.А., 2011, Шоботов В.М., 2006)* відносяться водосховища, греблі, дамби, шлюзи та інші гідроспоруди. В Україні налічується 63119 річок, у тому числі великих (площа водозабору понад 50 тис. км²) – 9, середніх (від 2 до 50 тис. км²) – 81, малих (менш як 2 тис. км²) – 63029. Загальна довжина річок становить 206,4 тис. км, з них 90% припадає на малі річки (*Абрамов Ю.О., 2008, Причини та наслідки надзвичайних ситуацій державного та регіонального рівня, що виникли в Україні у 2016 р., 2017*). Чинниками гідродинамічної небезпеки є повені, стрімкий підйом води у водосховищах при неналежній роботі водоскидних споруд, а також поєднання паводків з іншими причинами. Під впливом цих чинників відбулося до 80% від усіх катастрофічних руйнувань річкових гідроспоруд.

Лісові пожежі завдають великих збитків державі, а при поганій організації боротьби з ними може постраждати і населення, яке проживає в зоні їх поширення. Ліси і торфовища займають понад 10 млн. га на території України, тому ці пожежі є найбільш поширеними, 31% лісів розташовано в північному регіоні, 17% – у східному, 10% – у південному, 8% – в південно-західному і 32% - в східному регіоні. Найбільш небезпечними в пожежному відношенні є північний та східний регіони України, де щорічно буває в середньому відповідно 37% і 40% усіх лісових пожеж. Пожежі на торфовищах складають до 3,7% від загальної кількості пожеж на відкритих територіях, а матеріальні збитки від них складають до 2,3% від загальної кількості матеріальних збитків, завданих пожежами на відкритих територіях. Найбільша кількість торф'яних пожеж спостерігається у Львівській, Київській, Житомирській та Волинській областях.

1.3.3. Аналіз надзвичайних ситуацій соціального характеру

НС соціального характеру пов'язані з протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування – збройні напади,

захоплення і утримання важливих об'єктів або реальна загроза вчинення таких акцій; збройні напади, захоплення і утримання АЕС або інших об'єктів атомної енергетики або реальна загроза вчинення таких акцій; замах на керівників держави та народних депутатів України; напад, замах на членів екіпажу повітряного або морського (річкового) судна, викрадення або спроба викрадення, знищення або спроба знищення таких суден; захоплення заручників з числа членів екіпажу чи пасажирів, встановлення вибухового пристрою у громадському місці, установі, організації, підприємстві, житловому секторі, на транспорті; зникнення або викрадення озброєння та небезпечних речовин з об'єктів зберігання, використання, переробки та під час транспортування; виявлення застарілих боєприпасів, аварії на арсеналах, складах боєприпасів та інших об'єктах військового призначення з викидом уламків, реактивних та звичайних снарядів, нещасні випадки з людьми (Гончарук В.Є., 2004, Іванець Г.В., 2016, Іванець Г., Горельшев С., Іванець М., 2017, Руденко Л.Г., 2010, Беляев Н.Н., 2013).

НС соціального характеру з одного боку характеризуються зовнішньою раптовістю, несподіваністю виникнення і швидким розвитком подій, з іншого – різним спектром негативних наслідків. Вона не може бути тривалою та усуненою звичайними методами, що використовуються при інших ситуаціях (Горельшев С.А., 2017).

Аналіз інформації про НС за 1997-2018 роки (Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні, 2018) свідчить, що за цей період спостерігалось 563 НС соціального характеру. Створення і розвиток людиною техносфери призвели до накопичення великої потенційної небезпеки, яка може катастрофічно реалізовуватися як при навмисних впливах людей, так і при навмисних терористичних актах і диверсіях. Вплив тероризму на рівень техногенної безпеки (Іванець Г.В., 2016, Горельшев С.А., 2017) опосередкований злочинною діяльністю (здійснення вибуху, підпали або інші дії) та спрямований на руйнування чи пошкодження підприємств, споруд, шляхів і засобів зв'язку,

об'єктів життєдіяльності населення. Терористичний акт може виступати у формі вибуху, підпалу, застосування чи загрози застосування хімічних, біологічних, вибухових, токсичних, сильнодіючих отруйних речовин чи інших об'єктів (https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii/riziki_0.pdf).

Терористичну діяльність (Гончарук В.Є., 2004, Іванець Г.В., 2016, Горєлишев С.А., 2017) можна охарактеризувати як таку, що включає: організацію, планування, підготовку та реалізацію терористичних акцій; підбиття до терористичних дій та насильницьких вчинків як над окремими особами, організаціями, матеріальними об'єктами, так і державою в цілому; організацію незаконних збройних формувань, злочинних організацій для проведення терористичних дій, участь у таких діях чи угрупованнях; фінансування організацій та угруповань, терористична спрямованість яких відома заздалегідь, а також інші форми сприяння таким особам, угрупованням чи організаціям. Особливо небезпечними можуть бути ядерний або радіаційний тероризм, оскільки на цей час не зафіксовано жодного терористичного акту з використанням ядерних або інших радіоактивних матеріалів і не відпрацьовано заходи щодо попередження таких терористичних загроз (Гончарук В.Є., 2004).

Використання об'єктів техносфери для досягнення головних цілей терористичних угруповань (фізичне усунення політичних опонентів, дестабілізація діяльності правоохоронних органів та ЗС, привернення уваги до певних політичних угруповань, соціальних, релігійних, економічних проблем) визначаються вразливістю ПНО до зовнішніх впливів, а також їх наближеністю до місць проживання чи перебування населення, що спрощує реалізацію терористичних актів та ускладнює їх усунення правоохоронними органами та відповідними службами (Горєлишев С.А., 2017).

До об'єктів техносфери, що мають найвищий ступінь небезпеки в Україні і можуть стати метою терористичних груп, відносяться (Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні, 2018): чотири АЕС (Запорізька, Рівненська, Південноукраїнська, Хмельницька), Чорнобильська АЕС та зона

відчуження, ГЕС (Дніпровська, Дніпродзержинська, Каховська, Кременчуцька, Канівська, каскад Київських ГЕС, малі та середні ГЕС Дністровського каскаду), греблі, відкриті розподільчі пристрої, дослідні ядерні реактори в Київському інституті ядерних досліджень та Севастопольському інституті ядерної енергії та промисловості, ХНО 1-го ступеня небезпеки, вибухо- і пожежонебезпечні об'єкти, транспортні вузли, магістральні трубопроводи, військові склади і бази. Техногенні аварії в результаті терористичних проявів на цих об'єктах можуть призвести до катастрофічних наслідків як для екології України, так і сусідніх держав, травмування та загибелі великої кількості людей (https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii/riziki_0.pdf).

Важливим фактором підвищення ймовірності терористичних проявів в Україні є високий рівень матеріальної та технічної оснащеності терористів, а також нестандартність їх мислення та здатності на любі дії задля досягнення поставлених цілей. Соціальні катастрофи є наслідком непродуманої чи свідомо цілеспрямованої діяльності з руйнування соціальних цінностей та державних систем, зміни соціально-політичного ладу тощо. Цей тип катастроф веде до величезних людських втрат, деградації демографічної і соціальної структур суспільства, руйнуванню духовних основ життя і проявляється у війнах, конфронтаційних протистояннях, бунтах, революціях, контрреволюційних переворотках і має цілком соціальні (економічні, політичні, психологічні та інші) фактори. Технічний прогрес, з одного боку, різко посилив соціальність, тобто суспільну обумовленість сучасних катастроф, а з іншого, природні, екологічні, техногенні катастрофи все частіше стали призводити до катастроф соціальних (https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii/riziki_0.pdf).

Аналіз НС за період з 1996 по 2018 рр. засвідчив, що протягом останніх років спостерігається стійка тенденція до зменшення загальної кількості НС та їх складових відповідно за видами, рівнями і регіональним розподілом. Зменшення показників загальної кількості НС та їх складових свідчить про тенденції до зменшення рівня техногенної та природної небезпеки. Але,

враховуючи збереження рівня наслідків від НС, слід зазначити, що ймовірність можливих збитків від них залишається практично незмінною та досить високою. НС природного та техногенного характеру складають майже 91% від усіх НС, в тому числі НС природного характеру майже 38%, НС техногенного характеру – 53% (https://ldubqd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii/riziki_0.pdf).

Графік середньої величини індивідуального ризику в Україні за фактографічними даними в період з 2004 по 2018 роки (*Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні, 2018*) наведений на рис. 1.15.



Рис. 1.15. Графік середньої щорічної величини індивідуального ризику в Україні за 2004-2018 роки ($G_i \cdot 10^{-6}$)

Як свідчить графік, в Україні середня величина індивідуального ризику загинути внаслідок виникнення НС в 2004 році становила $8 \cdot 10^{-6}$, в подальшому вона збільшувалась і у 2007 році дорівнювала $13,2 \cdot 10^{-6}$. Така негативна динаміка пояснюється збільшенням кількості загиблих і скороченням чисельності населення країни.

Період з 2009 по 2018 рік характеризується зменшенням рівня індивідуального ризику ($7,7 \cdot 10^{-6}$ у 2009 році та $3,9 \cdot 10^{-6}$ 2018 році).

Графік розподілу середньої щорічної величини індивідуального ризику по регіонах України наведений на рис. 1.16.

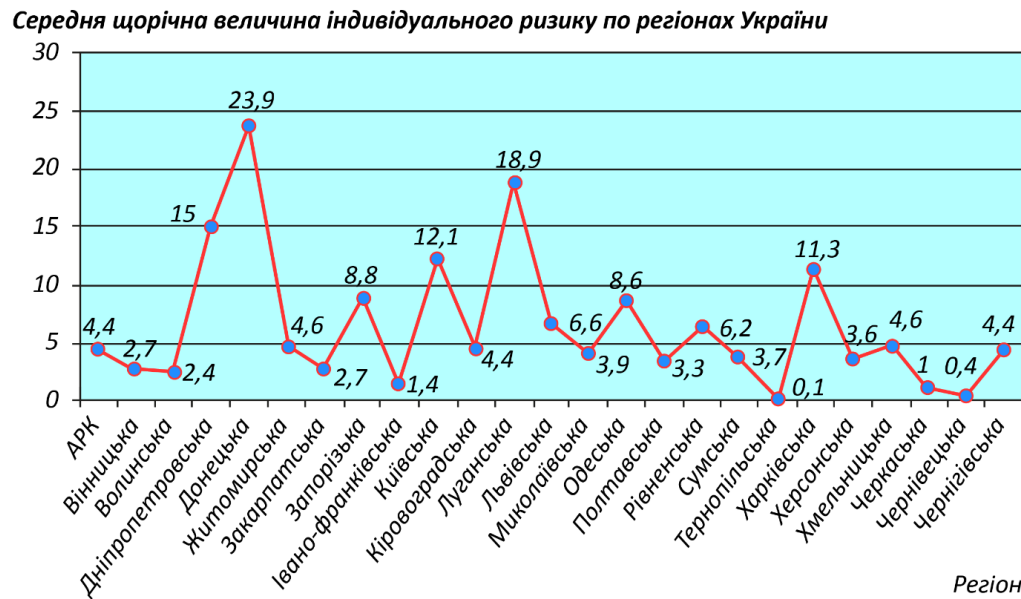


Рис. 1.16. Розподіл середньої щорічної величини індивідуального ризику по регіонах України за 1997-2018 роки ($G_{pr} \cdot 10^{-6}$)

Оцінюючи рівень індивідуального ризику загинути внаслідок НС (рис. 1.16) варто зазначити, що високі ризики загинути внаслідок НС характерні для Донецької ($23,9 \cdot 10^{-6}$), Луганської ($18,34 \cdot 10^{-6}$), Дніпропетровської ($15 \cdot 10^{-6}$), Київської ($12,07 \cdot 10^{-6}$), Харківської ($11,31 \cdot 10^{-6}$), Запорізької ($8,77 \cdot 10^{-6}$) та Одеської ($8,64 \cdot 10^{-6}$) областей (Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні, 2018).

Пряма шкода, завдана довкіллю, є водночас і опосередкованою шкодою для життя та здоров'я населення: забруднене внаслідок військових дій середовище матиме негативний вплив на здоров'я людей: підвищить ризики отруєння, зокрема важкими металами; знизить доступ до якісної питної води; пошкодження ґрунту, втрата його родючості несе загрозу продовольчій безпеці населення України та світу (https://www.bbc.com/ukrainian/extra/mwu5sxghvc/ukraine_war_damaged_nature).

2.2. Оцінка впливу бойових дій на основні типи природних екосистем

2.2.1. Вплив бойових дій на забруднення атмосферного повітря, вод, ґрунтів та замінування територій

Бойові дії на території України забруднюють водойми, повітря, знищують врожаї і в довгостроковій перспективі нанесуть колосальних збитків екосистемі всієї Східної Європи, а життя знищених українців не повернеш. Окрім зруйнованих міст та великої кількості загиблих, невщухаючі обстріли агресора наносять серйозні екологічні збитки країні: вибухи, пожежі, бомбардування, руйнування промислових об'єктів та обслуговуючих систем призводять до забруднення повітря, води, винищення лісів та унікальних екосистем (рис. 2.3).

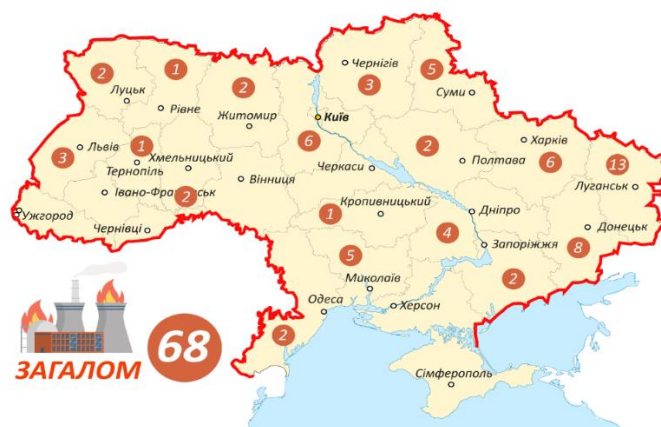


Рис. 2.3. Зруйновані інфраструктурні об'єкти, що несуть шкоду довкіллю (Джерело: <http://epl.org.ua/human-posts/zrujnovani-infrastrukturni-ob-yekty-ta-shkoda-dovkillyu/>)

Якість повітря погіршується внаслідок викидів, спричинених пожежами як у межах природних комплексів (полів, рік, лісів тощо та радіоактивно забруднених природних комплексів зони відчуження), так і окремих комерційних та промислових об'єктів (нафтобаз, торговельно-розважальних центрів, складів тощо), що несе шкоду для здоров'я людини, прямо чи опосередковано погіршуючи стан довкілля. Крім того, значний вплив має використання військової техніки та спричинені нею викиди. До того ж військові дії унеможливають проведення екологічних перевірок, що збільшує ризик несанкціонованих викидів в атмосферу від все ще працюючих українських підприємств (<https://www.unn.com.ua/uk/news/1977594-zbitki-vid-rf-u-chornobilskiy-zoni-vzhe-perevischili-2-5-mlrd-grn-mindovkillya>).

Погіршується також стан водних ресурсів України внаслідок руйнування дамб та виведення з ладу (зупинки функціонування) очисних споруд та потрапляння неочищених стічних вод у поверхневі та підземні води (<https://www.unn.com.ua/uk/news/1977594-zbitki-vid-rf-u-chornobilskiy-zoni-vzhe-perevischili-2-5-mlrd-grn-mindovkillya>).

У квітні 2022 р. в рамках проєкту SIDA P1400 / A1900 – “INSURE: moving nature based climate solutions into Ukraine’s Reform agenda” була проведена оцінка фізичного руйнування ґрунтового покриву Харківської та Сумської областей за допомогою аналізу космічних знімків (Sentinel). Було обстежено 1 655845.3 га орних земель станом на 20.03.2022. Площа пошкодженого ґрунтового покриву становила 6582.0 га. Площа пошкоджених озимих становила 686.3 га.

Зазначимо, що площа пошкоджених земельних угідь може бути більшою, адже на вказану дату на багатьох територіях (більша частина Сумської області) сніговий покрив був уже відсутній, що суттєво погіршувало індикацію пошкоджень. За експертними оцінками площа фізичного руйнування може бути збільшена на 20 % (<https://www.unn.com.ua/uk/news/1977594-zbitki-vid-rf-u-chornobilskiy-zoni-vzhe-perevischili-2-5-mlrd-grn-mindovkillya>).

За даними "Асоціації саперів", станом на зараз забруднено вибуховими предметами близько 82 тисяч квадратних кілометрів України. Це майже 15% від загальної площі держави. Орієнтовна вартість очищення території таких масштабів – 250 млрд дол. США. Для розуміння, ця сума на 20 % більше річного ВВП України за 2021 р. Повне розмінування країни, за прогнозами експертів, займе до 70 років (<https://www.bbc.com/ukrainian/features-61080365>).

2.2.2. Вплив бойових дій на ліси

Лісові екосистеми, мабуть, найбільше страждають від бойових дій. Масоване застосування артилерії по об'єктах в лісах та поблизу них спричиняє лісові пожежі, які в посушливих умовах можуть знищити тисячі гектарів лісу. Як це, наприклад, відбувалось протягом березня в Чорнобильській зоні відчуження та на її околицях. Тільки за офіційними даними Держлісагенства, площа лісових пожеж збільшилася у 96 разів, порівняно з аналогічним періодом минулого року, і становила 5510 га станом на 14 травня (<https://www.kmu.gov.ua/news/ploshchalisovih-pozhezh-zbilshilasya-u-96-raziv-derzhlisagentstvo>).

Водночас, за підрахунками ЕПЛ на основі супутникових знімків EFFIS (https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis_current_situation/), станом на початок червня загальна площа пожеж в Україні становила понад 40 тис. га. Зрозуміло, наразі неможливо стверджувати, що всі ці пожежі були напряму спричинені бойовими діями. Однак війна ускладнила гасіння пожеж, які виникають у результаті вже звичної недбалості, зокрема випалювання сухої рослинності. Підрозділи ДСНС в нинішніх умовах або віддають перевагу більш пріоритетним пожежам у межах населених пунктів, або ж їхній парк техніки та обладнання суттєво постраждав – як це сталося, для прикладу, в Чорнобильській зоні відчуження, яка посідає друге місце за обсягом пожеж, після Луганської області (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Площа лісів, пройдених пожежами, спричиненими бойовими діями, за період 24.02-06.04.22 (Джерело: <http://epl.org.ua/eco-analytics/planuvannya-vidnovlennya-dovkillya/>)

Та навіть після завершення активних бойових дій на таких територіях існує підвищений ризик загорань та розповсюдження вогню через значну кількість залишених боєприпасів і можливу їх детонацію. А заміновані території унеможливають здійснення заходів із пожежогасіння (<http://epl.org.ua/eco-analytics/planuvannya-vidnovlennya-dovkillya/>).

Також в умовах окопної війни відбувається активна вирубка лісу обома сторонами для облаштування оборонних позицій. І хоча масштаби такої лісозаготівлі на порядок менші, ніж традиційна лісозаготівля, значну шкоду довкіллю можуть завдати такі оборонні рубки в межах охоронюваних природних лісів, особливо старовікових. Адже що старішим є основний ярус лісу, то більше часу потрібно на його відновлення (<http://epl.org.ua/eco-analytics/planuvannya-vidnovlennya-dovkillya/>).

2.2.3. Вплив бойових дій на водно-болотні екосистеми

Внаслідок інтенсивних та неприцільних артилерійських та ракетних обстрілів водойми зазнають забруднень токсичними важкими металами, а також ракетним паливом та паливом транспортних засобів. Також у місцях

інтенсивних боїв суттєво порушується нерест риб, руйнуються місця гніздівлі птахів через гучні звуки вибухів (нерідко боєприпаси вибухають у самих водоймах), на стан водно-болотних екосистем негативно впливає також форсування річок плавучими бронетранспортерами і зведення понтонних переправ для інших транспортних засобів (<http://epl.org.ua/eco-analytics/planuvannya-vidnovlennya-dovkillya/>).

2.2.4. Вплив бойових дій на степові екосистеми

У зоні бойових дій під окупаційними військами РФ перебувають 1 654 736 га цілинних степів, що становить орієнтовно 59 % степів України (<https://uncg.org.ua/44-najtsinnishykh-pryrodneykh-terytorij-ukrainy-okhopleni-vijnoiu-doluchajtesia-do-initsiatyvy-riatuiemo-pryrodu-u-dni-vijny-razom/>).

Хоча бойові дії шкодять степам менше, ніж розорювання та штучне заліснення, негативного впливу зазнає і цей тип екосистем. Так, степові пожежі внаслідок обстрілів через особливості степового мікроклімату виникають і поширюються ще швидше, ніж лісові. І хоч степові екосистеми більш пристосовані до періодичних пожеж, навесні вогонь завдає великої шкоди біорізноманіттю. Адже в цей час починають свою вегетацію більшість степових рослин, стають активними більшість тварин. У низки птахів вже розпочався сезон гніздування, і їхні гнізда, як і потомство дрібних ссавців, є дуже вразливими до вогню (<http://epl.org.ua/eco-analytics/planuvannya-vidnovlennya-dovkillya/>).

Більш розтягненим у часі і, можливо, меншим за масштабами, є вплив, пов'язаний із забрудненням поверхні ґрунту та ґрунтових вод важкими металами і паливом зі знищеної військової техніки та уламків боєприпасів (<http://epl.org.ua/eco-analytics/planuvannya-vidnovlennya-dovkillya/>).

2.2.5. Вплив бойових дій на природоохоронні території

У зоні бойових дій та під окупацією РФ перебуває 44% територій природно-заповідного фонду (ПЗФ) найвищого рангу охорони (національні парки, природні

і біосферні заповідники, національні природні парки) і є недоступними для України (рис. 2.5) (<https://uncg.org.ua/44-najtsinnishykh-pryrodnykh-terytorij-ukrainy-okhopleni-vijnoiu-doluchajtesia-do-initsiatyvy-riatuiemo-pryrodu-u-dni-vijny-razom/>).



Рис. 2.5. Зони природно-заповідного фонду під окупацією РФ

ПЗФ найвищого рангу охорони (національні парки, природні і біосферні заповідники, національні природні парки) охоплює 1 236 366 га. 11600 га заповідних територій згоріли за 4 місяці війни.

Також, через військові дії в більшості областей зупинились процеси створення нових територій ПЗФ.

Загалом, у межах природоохоронних територій воєнні дії впливають на природу так само, як і на територіях без охорони. Однак є низка додаткових проблем. Так, ведення бойових дій на територіях ПЗФ чи безпосередньо поблизу них зазвичай унеможлиблює проведення патрулювань цих територій з боку охорони. А це призводить до підвищення обсягів браконьєрства та інших порушень заповідного режиму. Крім цього, окупанти часто розграбовують будівлі адміністрацій об'єктів ПЗФ і таким чином ще більше ускладнюють діяльність відповідних установ, зокрема охоронну (<http://epl.org.ua/eco-analytics/planuvannya-vidnovlennya-dovkillya/>).

Дослідження засвідчили, що популяції диких тварин на заповідних територіях можуть мати нижчі темпи зростання або навіть бути знищеними під час війни (<https://www.researchgate.net/publication/322367886> *Warfare_and_wildlife_declines_in_Africa%27s_protected_areas*).

Також зупиняється проведення наукових досліджень: моніторинг, окремі наукові проєкти. Іншою великою проблемою, наприклад для більшості національних парків, є практично повна зупинка туристичної діяльності на час активних військових дій та розмінування території. А отже, втрачається і значна частина джерел доходу та фінансування природоохоронних заходів (<http://epl.org.ua/eco-analytics/planuvannya-vidnovlennya-dovkillya/>).

Хоча законодавчі та політичні рамки, які регулюють збереження біорізноманіття, рідко вирішують унікальні проблеми діяльності в районах, що постраждали від військових конфліктів, є приклади, які показують, що ефективно управління можливе навіть під час конфлікту, якщо є правильна стратегія та підтримка (<http://epl.org.ua/eco-analytics/planuvannya-vidnovlennya-dovkillya/>).

2.2.6. Вплив військових дій на біорізноманіття

Три місяці війни нанесли величезну шкоду біорізноманіттю України. Та суспільство і влада зможуть спільними діями відновити його, використовуючи світовий напрацьований досвід і набуваючи власного (рис. 2.6).

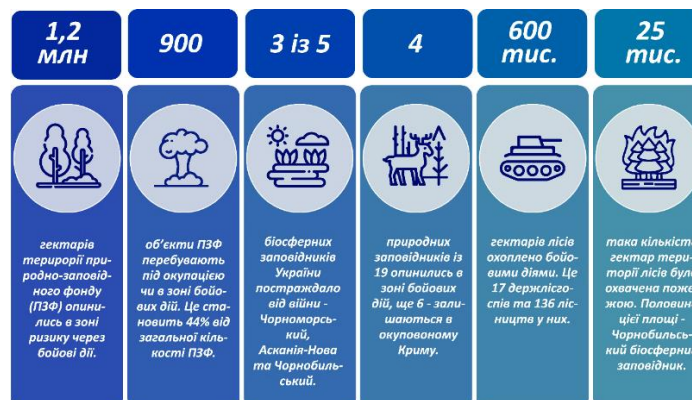


Рис. 2.6. Вплив війни на природні території та його біорізноманіття
(Джерело: <http://epl.org.ua/human-posts/bioriznomanittya-try-misyatsi-vijny/>)

РОЗДІЛ 3.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГІС ТА ДЗЗ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ НС

3.1. Обґрунтування складових компонентів ГІС НС

При розв'язанні задач прогнозування наслідків НС важливим є просторовий аспект інформації, оскільки потрібно оцінити не тільки характер і розміри загрози, але й місце її знаходження та створити математичні моделі, які також потребують актуальні просторові і атрибутивні дані про місцевість. У зв'язку з цим, актуальною задачею є створення ГІС НС, прив'язану до конкретної місцевості і об'єктів на ній, моделей розвитку сценаріїв НС.

Функціональна схема такої ГІС представлена на рис. 3.1.

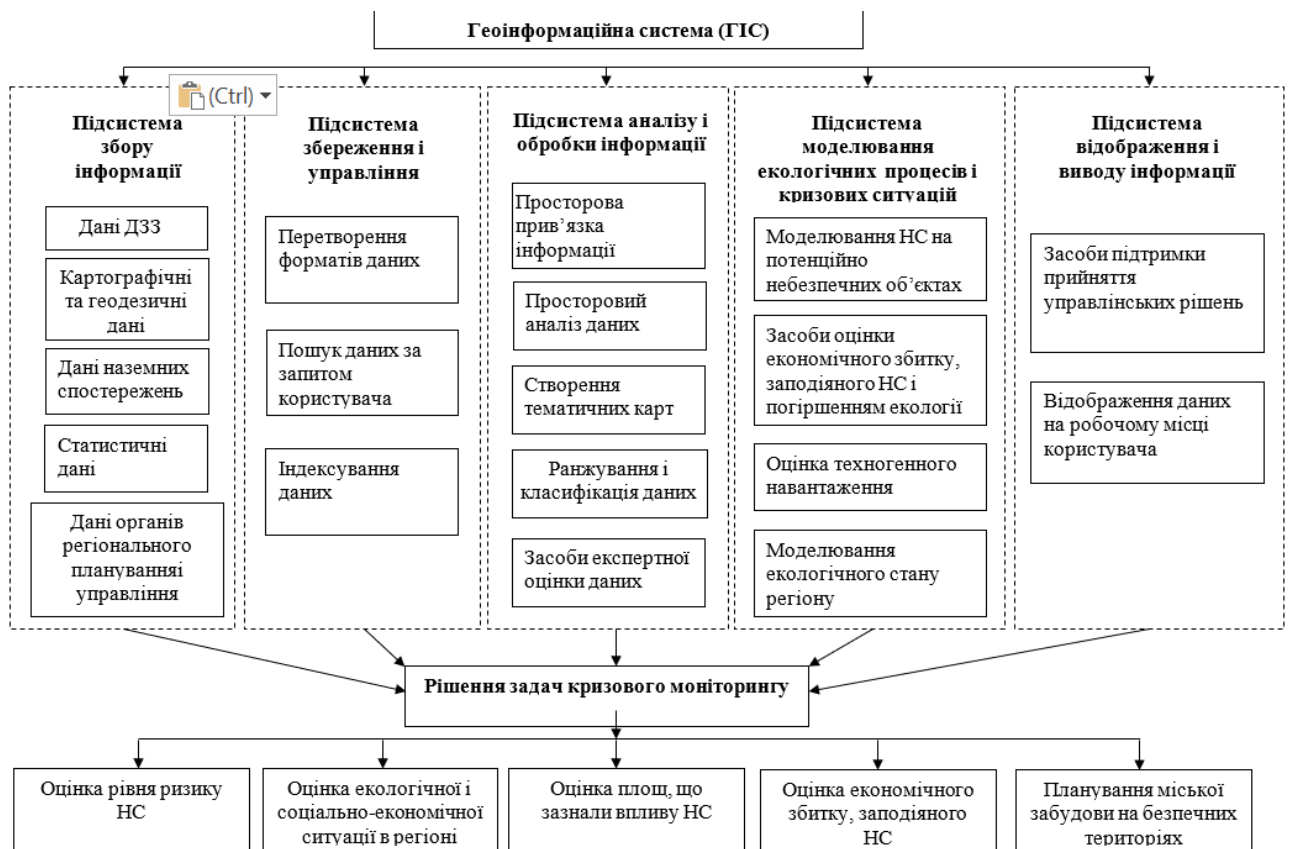


Рис. 3.1. Функціональна схема ГІС НС

Джерелами даних для такої ГІС будуть дані ДЗЗ, дані наземних спостережень та вишукувань, картографічні та геодезичні дані, дані статистики, дані органів регіонального управління, інтернет тощо (Зацерковний В.І., 2016).

Особлива увага у створюваній ГІС повинна бути приділена питанням моделювання та обробки даних, оцінки збитків понесених (або прогнозованих) у результаті кризової ситуації.

Створення ГІС НС спрямоване на розроблення та розвиток сучасних методів забезпечення комплексного вирішення завдань оцінки ризиків і прогнозування стану об'єктів НПС, підвищення оперативності та якості оцінювання рівнів екологічних загроз, прогнозного моделювання сценаріїв розвитку небезпечних природних процесів, планування на цій основі необхідних засобів та заходів для запобігання надзвичайним ситуаціям, прийняття оптимальних управлінських рішень щодо підвищення рівня екологічної безпеки держави.

3.2. Етапи створення ГІС НС

Умовно процес створення ГІС НС можна представити у вигляді 3 етапів.

1. *Аналіз стану та актуальність проблеми.*
2. *Мета й основні завдання розробки ГІС НС.*
3. *Розробка вимог до технічного й програмного забезпечення ГІС НС.*

На рис. 3.2 наведено функціональна схема ГІС для аналізу ризиків та прогнозних оцінок стану об'єктів НПС (Лисиченко Г.В., Забулонов Ю.Л., Хміль Г.А., 2008).

3.3. Формування вимог до ГІС НС

Геоінформаційна система (ГІС) – це система просторово-орієнтованих даних, що містять графічну, просторову і тематичну інформацію. ГІС виконує функції збереження, моделювання, аналізу, підтримки прийняття рішень, контролю, сортування і маніпуляції даними (Зацерковний В.І., 2016).

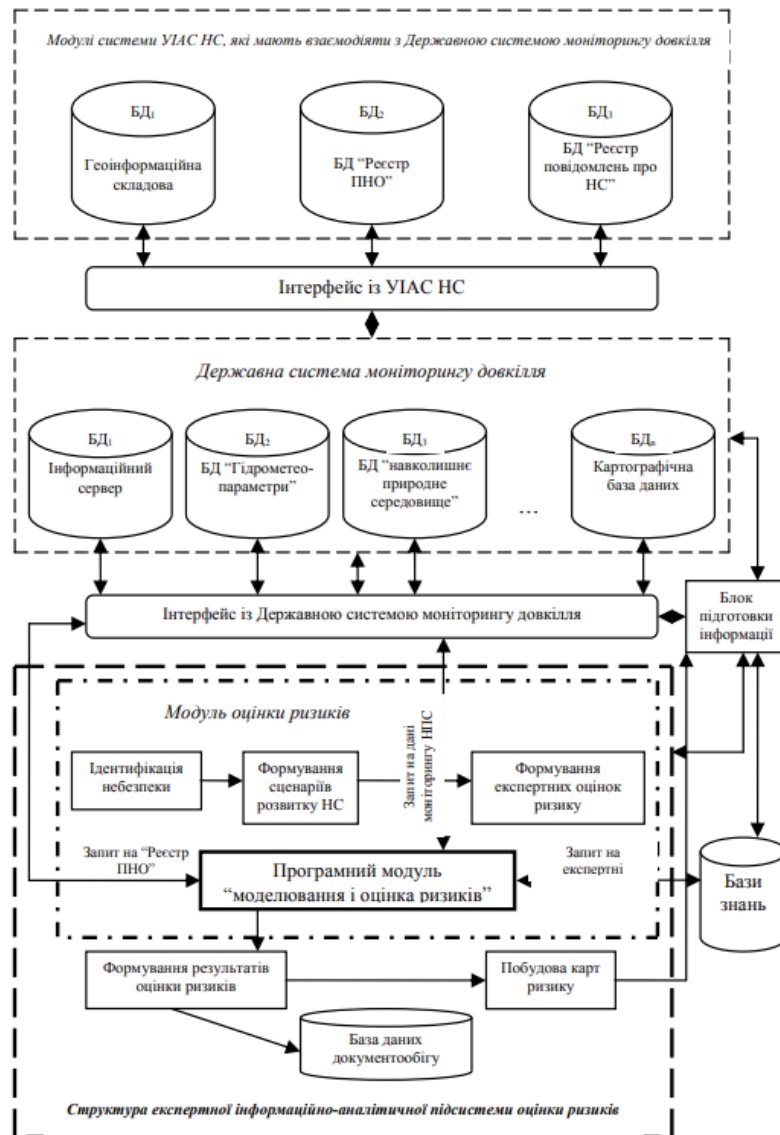


Рис. 3.2. Функціональна схема ГІС аналізу ризиків та прогнозних оцінок стану об'єктів НПС

Складовими частинами ГІС виступають:

- підсистема збору даних, що забезпечує введення і/або попередню обробку просторових даних, отриманих з карт, матеріалів дистанційного зондування землі (ДЗЗ) і таке інше;
- підсистема збереження і управління даними, яка дозволяє маніпулювати даними, вибирати дані, необхідні для моделювання та аналізу;
- підсистема моделювання і аналізу, що дає можливість оцінювати параметри, розв'язувати розрахунково-аналітичні задачі, моделювати різні природні та техногенні явища;

– підсистема відображення даних у різному вигляді (карти, зображення, блок-діаграми, таблиці, цифрові моделі місцевості тощо).

Вхідними даними в ГІС будуть слугувати картографічні та геодезичні дані, дані наземних спостережень, статистичні дані, дані органів регіонального планування і управління, результати дешифрування та інтерпретації авіаційних та космічних знімків земної поверхні в різних діапазонах спектра тощо. Після попередньої обробки знімків виконується класифікація елементів знімка, що дозволяє виділити на ньому ландшафтні комплекси та їх особливості з урахуванням геоприв'язки до місцевості. Потім результати класифікації заносяться до бази даних ГІС у вигляді різних форм подання (векторні структури, регулярні та нерегулярні сітки, мережеві структури та їх агрегації з атрибутивною інформацією).

Аналіз ризиків виникнення НС техногенного характеру на ПНО. Основним джерелом небезпеки виступають техногенні об'єкти – потенційно небезпечні об'єкти і території (ПНОТ):

- об'єкт, що створює реальну загрозу виникнення НС;
 - об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються небезпечні радіоактивні, пожежовибухові, хімічні речовини та біологічні препарати;
 - об'єкти з видобування корисних копалин; гідротехнічні споруди тощо.
- Найбільші ризики щодо виникнення НС становлять наступні типи ПНО:
- атомні електростанції;
 - водосховища;
 - трубопровідна транспортна система України (нафтопроводи, газопроводи, аміакопроводи, хлоропроводи);
 - металургійна промисловість;
 - підприємства паливно-енергетичного комплексу, що працюють на вугіллі та мазуті (ТЕС, котельні тощо);
 - підприємства хімічної і нафтопереробної промисловості;

- підприємства гірничо-видобувної промисловості;
- полігони твердих побутових відходів.
- підприємства водопровідно-каналізаційного господарства України.

На сьогодні в Україні нараховується понад 7000 ПНОТ, 300 з яких національного рівня.

3.4. Очікувані результати від створення ГІС НС

Створювана ГІС НС повинна забезпечити:

- задоволення управлінських функцій та інформаційних потреб державних органів виконавчої влади, які є основними користувачами екологічної інформації;
- розвиток та вдосконалення Державної системи моніторингу довкілля, у частині її методологічної, програмної та аналітично-інформаційної бази;
- оцінювання природно-техногенних ризиків життєдіяльності та прогнозування стану об'єктів навколишнього природного середовища в умовах можливих НС;
- формування довідково-аналітичних і прогнозних картографічних, табличних і текстуальних даних за рівнями екологічних ризиків на територіях підвищеної екологічної небезпеки;
- логічне послідовне нарощування задач та розширення функціональних можливостей створюваної системи;
- задоволення інформаційних потреб державних органів виконавчої влади та інших користувачів інформації регіональних систем моніторингу довкілля.
- покращення екологічних показників компонентів НПС у зонах впливів потенційно небезпечних об'єктів за рахунок здійснення природоохоронних заходів і вдосконалення системи комплексного екологічного моніторингу.

Оцінка стану об'єктів НПС за допомогою комплексних показників ризику має ґрунтуватися на даних моніторингу складних ПТС, зокрема небезпечних геологічних і гідрометеорологічних процесів, на результатах контролю техногенних впливів від об'єктів підвищеної небезпеки, статистичних даних про

стихійні природні явища. ГІС НС дозволить збільшити ефективність упереджувального реагування на небезпеку виникнення НС і забруднення об'єктів НПС.

Створюючи ГІС НС, необхідно забезпечити виконання основних і спеціальних вимог, а також вимог до стандартизації й уніфікації.

РОЗДІЛ 4.

ПРОЕКТУВАННЯ СТРУКТРИ ГІС НС В ЧЕРНІГІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДЗЗ В ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ НС

4.1. Розробка технічного завдання на створення ГІС НС

Призначенням розробки є створення ГІС НС, яка б надавала користувачеві повну інформацію про НС певного регіону та про все те, що з ними безпосередньо пов'язане. Вся інформація повинна міститись на електронній карті певного регіону та бути невідривно пов'язаною з базою даних із списком потенційно небезпечних об'єктів та їх атрибутикою (напрямок забруднення, обсяги викидів забруднюючих речовин, норми ГДК, охоплювана ними площа, П.І.Б. власника тощо).

У користувача ГІС повинна бути можливість: перегляд екологічної безпеки регіону та здійснення прогнозування по НС на основі наявних даних (екстраполяція даних, тренд-та регресійний аналіз тощо), побудови діаграм та графіків з їх подальшим візуальним аналізом, проведення запитів по базі даних.

Вимоги до програмного продукту можна розділити на декілька груп:

1. Вимоги до функціональних характеристик – вимоги до складу виконуваних функцій, організації вхідних і вихідних даних, до часових характеристик тощо. Виконувані ГІС функції повинні бути достатніми для того, щоб у повному обсязі задовольнити вимоги і потреби користувача, забезпечивши його високоточною, надійною та актуальною інформацією.

2. Вимоги до надійності. Створювана ГІС повинна бути надійною в експлуатації, стійкою у функціонуванні та забезпечувати контроль вхідної та вихідної інформації.

3. Вимоги до програмних і апаратних засобів.

- 1) апаратне забезпечення:

- операційна система Windows 10 Pro та вище;
- процесор: Intel(R) Core(TM) i7-3630QM CPU @ 2.40GHz 2.40GHz;
- ОЗП: 16,0 ГБ;
- HDD: 30GB на жорсткому диску;
- відеосистема: 64-розрядна операційна система, процесор на базі архітектури x64;

- монітор 15,6" і більше.

2) програмне забезпечення:

- ERDAS Imagine;
- ESRI ArcGIS 10.4.1 (включаючи модулі Spatial Analyst, 3D Analyst, Network Analyst).

Стадії та етапи проектування ГІС у надзвичайних ситуаціях.

1. Розробка і заповнення баз даних ГІС.
2. Нанесення ПНО і територій на електронну карту.
3. Тренд-аналіз, що передбачає побудову діаграм та ліній тренду – прогнозування надзвичайних ситуацій.

4.2. Концептуальне проектування бази даних ГІС НС

Основною задачею предметної області «Надзвичайні ситуації» є моніторинг ПНО та виникнення НС на території Чернігівської області.

Об'єкти дослідження:

- адміністративні райони(Код_району, Назва_району);
- адреса (Код_адреси, Назва_адреси);
- виготовлена продукція (Код_продукції, Кількість продукції);
- діяльність (Код_діяльності, Назва діяльності);
- забруднення (Код_забруднення, Назва забруднення);
- підприємства(Код_підприємства, Назва_підприємства);
- площа (Код_площі,Одиниці_площі);

На даний момент інформація про ПНО збирається за місцем їх

розташування і передається від кожного району до обласного центру у вигляді первинної документації, яка заноситься в комп'ютер. Використовується програма MS Excell. Підсумковий документ від кожного райцентру надходить до обласного управління на диску або електронною поштою. Дані від районних центрів зливаються в один файл і далі обробляються. Таким чином, використовується ручний спосіб збору, передачі і напівавтоматизований спосіб обробки інформації.

Недоліки:

- а) дублювання інформації в кожному адміністративному центрі;
- б) велика ймовірність уведення похибок;
- в) інформація втрачає свою актуальність в процесі збирання, накопичення, передачі і обробки;

Метою створення мережевої ГІС НС є прийняття ефективних рішень у регулюванні питань з техногенної безпеки на основі багатоаспектного доступу до спільних ресурсів користувачами адміністративних утворень на основі інтегрованої БД, розподіленої по вузлах мережі.

Концептуальна схема функціонування ГІС в мережі представлена на рис. 4.1.

- 1) Інформація про кожен об'єкт за місцем збирання від кожного адміністративного центру попадає на сервер мережі в обласному центрі.
- 2) В той же час дані обстежень становляться видимими, але недосяжними для коригування користувачами інших адміністративних центрів і області.
- 3) На рівні обласного центру використовуються звіти і запити про діяльність і забруднення підприємств в населених пунктах району.
- 4) Робочі станції адміністративних центрів об'єднані в регіональну мережу області.
- 5) На рівні області використовуються звіти і запити ПНО по районах області.

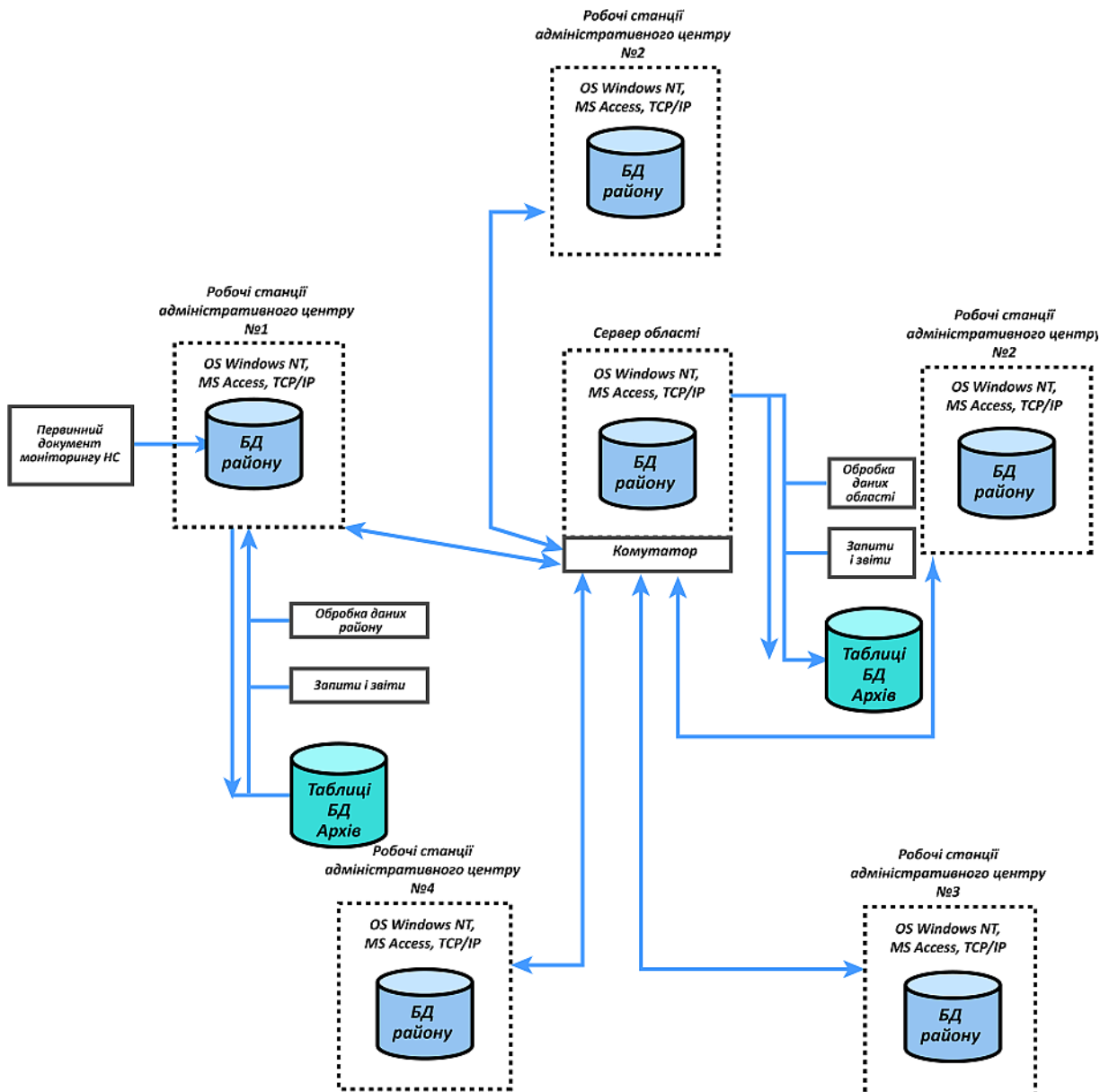


Рис. 4.1. Концептуальна схема мережевої ГІС НС

Вимоги користувачів, що формуються у вигляді звітів:

1) Звіт про загальну характеристику підприємств адміністративних районів області.

2) Звіт про аварійні викиди, кількість отруйних і вибухонебезпечних речовин які зберігаються на підприємстві в розрізі адміністративних районів і всієї області.

Запити:

– яку площу займає підприємство?;

– яку продукцію виробляє підприємство?;

– які хімічні речовини використовує?;

– профіль забруднення?;

Об'єкти, описуються за допомогою атрибутів, подаються в базі даних, як інформаційні об'єкти (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Інформаційні об'єкти

Назва ІО	Назва атрибута ІО	Ім'я атрибута ІО	Шаблон атрибута (маска вводу)			Ознака не порожнього поля	Повідомлення про помилку	Ознака ключа: П - перв., В - втор.
			Тип даних	Розмір	Точність			
Адм_район	Код району	Код_p	Ч	байт		так		П
	Назва району	Назва_p	т	Т(25)		ні		
Адреса	Код адреси	Код_a	Ч	байт		так		П

Конструювання таблиць здійснимо засобами СКБД MS Access за формою (рис. 4.2).

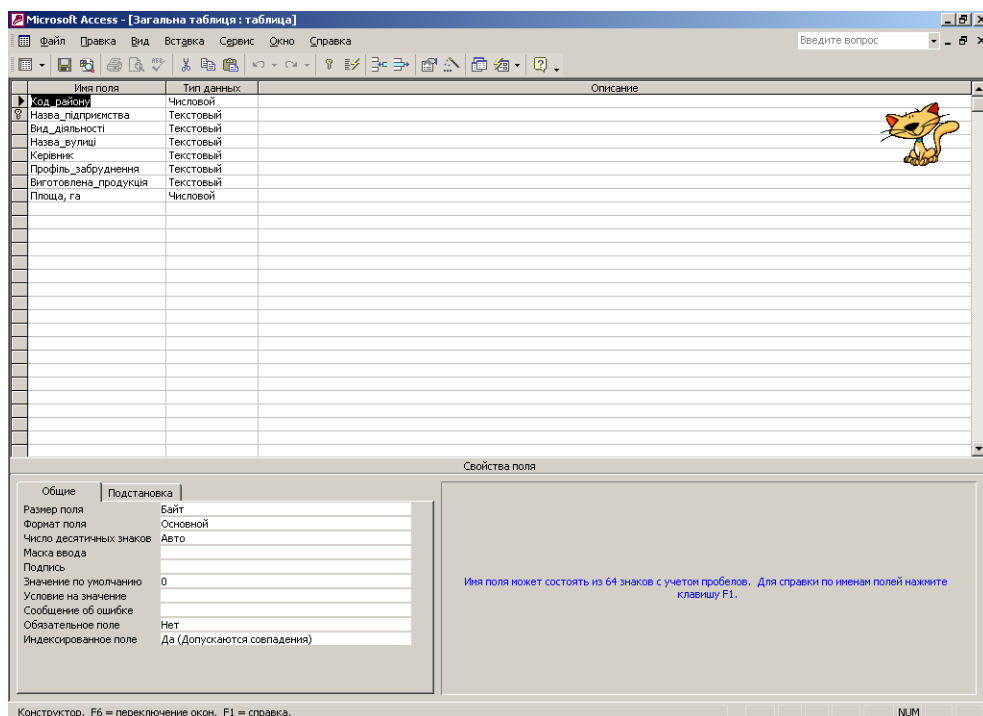


Рис. 4.2. Конструювання таблиць бази даних

Виконаємо логічне проектування БД. Роздрукувати схему бази даних (рис. 4.3).

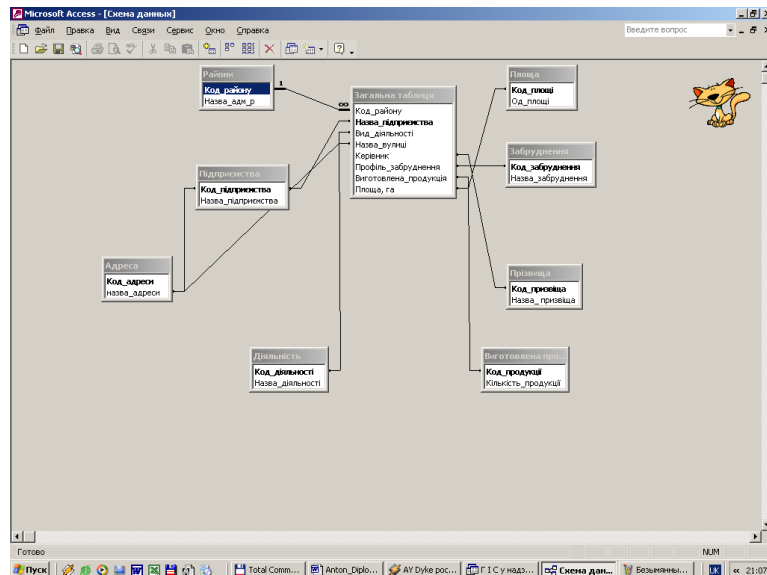


Рис. 4.3. Створення схеми логічних зв'язків

Завантажимо інформацію в побудовані структури таблиць в такій послідовності: спочатку нормативно-довідкові таблиці (не менше 10 екземплярів об'єкту) ;

- Адміністративні райони(Код_району, Назва_району);
- Адреса (Код_адреси, Назва_адреси);
- Виготовлена продукція (Код_продукції, Кількість продукції);
- Діяльність (Код_діяльності, Назва діяльності);
- Забруднення (Код_забруднення, Назва забруднення);
- Підприємства(Код_підприємства, Назва_підприємства);
- Площа (Код_площі,Одиниці_площі),

потім оперативні таблиці, використовуючи МАСТЕР ПОДСТАНОВОК (не менше 30 екземплярів).

Загальна таблиця (Код_району, Назва _підприємства, Вид_діяльності, Назва_вулиці, Профіль_забруднення, Виготовлена_продукція, Площа).

Далі потрібно побудувати зручну для користувача форму для введення даних в ГІС (рис. 4.4) і побудувати форми запитів і звітів для перевірки коректності бази даних.

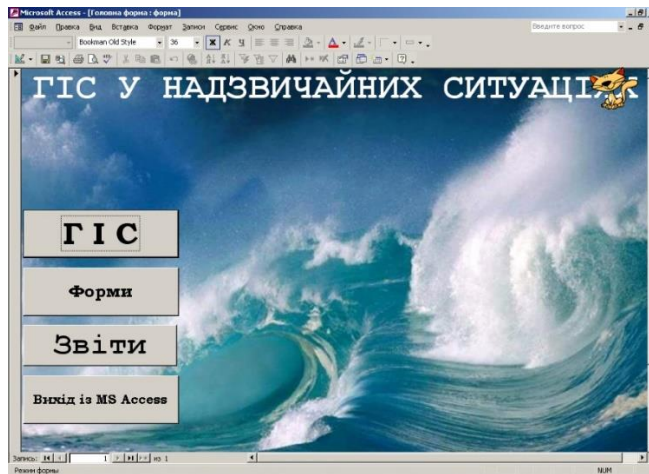


Рис. 4.4. Інтерфейс ГІС надзвичайних ситуацій в Чернігівській області

4.3. Обґрунтування вибору програмного забезпечення мережевої ГІС НС

Загальносистемне програмне забезпечення мережі – OS Windows 10 Pro.
СКБД – MS Access (MySQL).

Мережеве програмне забезпечення – драйвер мережевої плати та стек протоколів TCP/IP.

Побудова стеку протоколів для реалізації зв'язку мережі:

- між робочими станціями мережі N –го рівня;
- між робочими станціями мережі N –го + N+1 –го рівнів;
- між робочими станціями мережі і сервером.

Технічне забезпечення мережі.

Топологія мережі – „Зірка”

Мережна апаратура – мережева плата, конектори, мережевий кабель (вита пара), комутатори, робочі станції та сервер.

Канали зв'язку мережі – низькочастотний послідовний канал через послідовний порт комп'ютера

Лінії зв'язку – мережевий кабель.

4.4. Загальна характеристика об'єкта моделювання

Дата утворення об'єкта	17.10.1932 року
Площа, км ²	31903
Кількість адміністративних районів	22 (5)

Кількість міст	15
з них: обласного підпорядкування (значення)	3
Кількість селищ	30
Кількість сіл	1489
Щільність населення, тис. чол. на 1 км ²	0,037

Чисельність населення представлена в табл. 4.2.

4.5. Фізико-географічна характеристика об'єкта моделювання

Фізико-географічна характеристики Чернігівської області наведена в праув *(Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області за 2021 рік, 2022)*.

4.6. Еколого-небезпечні об'єкти загальнодержавного та обласного рівня

Перелік екологічно небезпечних об'єктів загальнодержавного та обласного рівня представлений в табл. 4.3.

Супутники дозволяють виявляти та контролювати низку пожеж, надаючи інформацію про місце розташування, тривалість, розмір, температуру та вихідну потужність цих пожеж, які інакше були б недоступні. Для цього використовуються геостаціонарні та полярно-орбітальні супутники.

Наприклад, геостаціонарні супутники серії GOES-R від NOAA, орбітують над фіксованою зоною під час обертання Землі, дозволяють постійно спостерігати за цими областями майже в реальному часі. Супутники на полярній орбіті (NOAA-20 і Suomi NPP), орбітують ближче до Землі та двічі на день надають детальні зображення місцевості з вищою розрізненністю. Інформація, надана цими супутниками, дозволяє не лише відстежувати розповсюдження пожеж, але й надає вхідні дані для моделювання якості повітря та допомагає відокремити вплив пожеж від інших джерел забруднення.

Супутникові зображення дозволяють не тільки візуалізувати стовпи диму від пожеж, але й оцінити динаміку руху пожежі та температуру пожежі. Супутникові зображення дозволяють оцінити ділянки пожеж. Ця інформація є

життєво важливою для оцінки ризиків і для осіб, що приймають управлінські рішення.

Таблиця 4.3

Перелік екологічно небезпечних об'єктів загальнодержавного та обласного рівня

<i>Пор. №</i>	<i>Назва об'єкту</i>	<i>Вид економічної діяльності</i>	<i>Відомча належність (форма власності)</i>
13.	ПрАТ «Новгород-Сіверський сирзавод»»	Виробництво продуктів харчування	Колективна
14.	ПАТ «Слов'янські шпалери-КФТП»	Виробництво шпалер	Колективна
15.	Філія «Менський сир» ППКФ «Прометей»	Виробництво продуктів харчування	Колективна
16.	Полігон твердих побутових відходів Ніжинської міської ради	Видалення відходів	Комунальна
17.	КП «Ніжинське управління водопровідно-каналізаційного господарства»	Надання послуг з водовідведення	Комунальна
18.	Мринське виробниче управління підземного зберігання газу філії УМГ «Київтрансгаз» ПАТ «Укртрансгаз»	Зберігання природного газу	Державна
19.	ТОВ «Носівський цукровий завод»	Виробництво цукру	Колективна
20.	ПрАТ «А/Т тютюнова компанія В.А.Т.- Прилуки»	Виробництво тютюнових виробів	Колективна
21.	Полігон твердих побутових відходів Прилуцької міської ради	Видалення відходів	Комунальна
22.	КП «Прилуки тепловодопостачання»	Надання послуг з водопостачання та водовідведення	Комунальна
23.	ПрАТ «Линовицький цукровий завод «Красний»	Виробництво цукру	Колективна
24.	Чернігівське лінійне виробниче управління магістральних газопроводів філії УМП «Київтрансгаз» ПАТ «Укртрансгаз»	Транспортування природного газу	Державна
25.	Щорське ПрАТ «Комунальник»	Надання послуг з водопостачання та водовідведення	Комунальна

Об'єднана полярна супутникова місія NOAA (JPSS) забезпечує глобальні спостереження, які слугують основою для короткострокових і довгострокових прогнозів, у тому числі тих, які допомагають нам передбачити складні погодні явища та підготуватися до них. Це супутник NOAA/NASA Suomi National Polar-

orbiting Partnership (Suomi NPP), який зараз літає, NOAA-20, раніше відомий як JPSS-1, і майбутні JPSS-2, JPSS-3 і JPSS-4 – 4 супутники.

На кожному супутнику встановлено щонайменше чотири найсучасніші інструменти, в тому числі мікрохвильовий ехолот Advanced Technology (ATMS), інфрачервоний ехолот Cross-Track (CrIS), набір радіометрів Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS), картографування озону та Profiler. Люкс (ОМПС). Деякі з супутників, як-от NOAA-20 і JPSS-3, мають прилад для вимірювання енергетичного балансу Землі.

Супутники JPSS обертаються навколо Землі від полюса до полюса та перетинають екватор приблизно 14 разів на день на денній орбіті, щоб забезпечити повне глобальне покриття двічі на день. Роблячи це, вони надають більшість даних, які інформують про чисельний прогноз погоди в США, і забезпечують критичні спостереження під час суворих погодних явищ, таких як урагани та хуртовини.

Окрім прогнозування, супутники JPSS також відіграють важливу роль у виявленні та моніторингу небезпек для навколишнього середовища, таких як посухи, лісові пожежі, погана якість повітря та шкідливі прибережні води – спостереження, які вони забезпечуватимуть безперервно до 2038 року.

NOAA, агентство Міністерства торгівлі США, працює в партнерстві з NASA над усіма місіями JPSS, забезпечуючи безперервну серію глобальних погодних даних, щоб забезпечити готовність до непередбачуваної зміни погодних умов серед населення.

Моніторинг за допомогою радіометрів Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS). Перший набір радіометрів Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) був запущений у жовтні 2011 р. на борту супутника Suomi-National Polar-orbiting Partnership (S-NPP). Прилад VIIRS містить два окремих набори багатоспектральних каналів, що забезпечує повне глобальне покриття з номінальною розрізненістю 375 м і 750 м кожні 12 годин або менше залежно від широти.

Прилад Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) збирає видимі та інфрачервоні зображення та глобальні спостереження суші, атмосфери, кріосфери та океанів.

Прилади VIIRS, які в даний час виконують місії супутника Suomi NPP і NOAA-20, генерують багато критичних екологічних продуктів, що стосуються снігового та льодового покриву, хмар, туману, аерозолів, вогню, стовпів диму, пилу, здоров'я рослинності, кількості фітопланктону та хлорофілу. VIIRS також буде виконуватися на супутниках JPSS-2, -3 і -4.

VIIRS (рис. 4.5) пропонує щоденні можливості отримання зображень у кількох діапазонах електромагнітного спектру для збору зображень атмосфери з високою розрізненістю та інших інструментальних продуктів, включаючи видимі та інфрачервоні зображення ураганів і виявлення пожеж, диму та частинок в атмосфері, таких як пил.

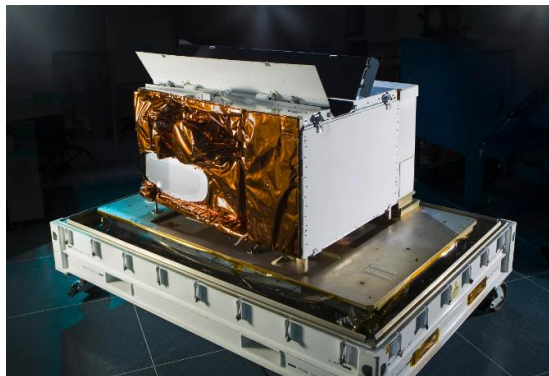


Рис. 4.5. Зображення приладу Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS).

VIIRS створює продукти для спільноти метеорологів, які покращують можливості прогнозування погоди, повеней і штормів, що допомагає захистити життя та майно.

Продукти морського прогнозування морського льоду та поживних речовин океану від VIIRS допомагають морській та комерційній рибальській промисловості — покращують маршрути суден і роблять управління рибальством більш ефективним.

Сільськогосподарська галузь отримує переваги від моніторингу пожеж та індексу рослинності, а також попереджень про погоду, які мають вирішальне значення для врожайності.

VIIRS забезпечує більш високу розрізненість і більш точні вимірювання температури поверхні моря, а також оперативну можливість для спостережень за кольором океану та продуктів. Колір океану є індикатором якості води, який підтримує широкий спектр рішень від риболовлі до туризму.

Використання супутникових знімків VIIRS для моніторингу пожеж на території України. Для одержання супутникових знімків VIIRS необхідно скористатися порталом WorldView EarthData NASA GOV. Алгоритм дій передбачає вибір однієї або декількох дат для завантаження космоснімку (рис. 4.6). Наступний крок передбачає вибір джерела або супутникової місії конкретного космоснімку, обираємо Aqua & Terra / MODIS (рис. 4.7).

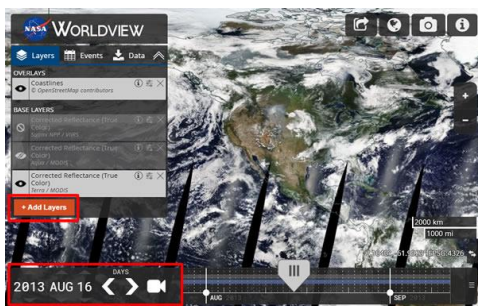


Рис. 4.6. Вибір дати для візуалізації космоснімку



Рис. 4.7. Вибір джерела супутникового знімку

Територія України повсякчас страждає від лісових пожеж та пожеж що мають місце на сільськогосподарських угіддях. Джерело цих пожеж може бути як природне, так і антропогенне. У даній роботі не розглядається причина пожежі, головною метою є саме її дешифрування пожежі на космоснімку.

Лісові пожежі можуть бути значним джерелом диму. Основний алгоритм дешифрування пожежі на космоснімку полягає у пошуках стовпів газу та задимленості, що чудово дешифрується. Композитні зображення в реальному кольорі, отримані Terra MODIS, Aqua MODIS, S-NPP VIIRS або NOAA-20 VIIRS,

надаються як «фонові» шари в FIRMS і FIRMS US/Canada Fire Maps. Ці шари відображають «природне кольорове зображення» земної поверхні, як воно виглядало б людському оку з космосу. Отже, за допомогою такого типу зображень легко побачити дим за умов ясного неба (рис. 4.8).

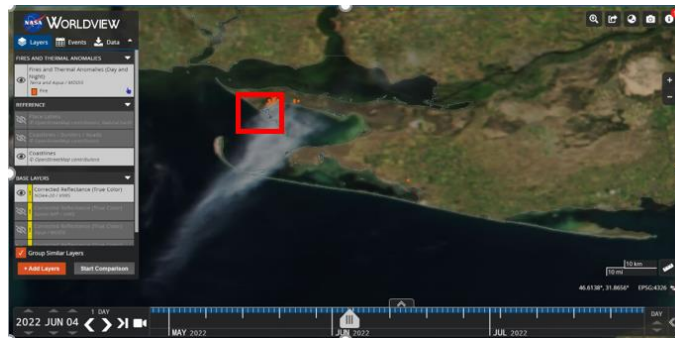


Рис. 4.8. Приклад дешифрування пожежі на космознімку MODIS

Умова ясного неба у цьому випадку є чи найвирішальнішою. У випадку хмарної погоди необхідно змінити підхід до дешифрування.

False Color Composite (FCC) Помилковий колір: червоний = M3, зелений = I3, синій = M11. Ця комбінація використовується для картографування снігу та льоду. Сніг і лід добре відбивають у видимій частині спектру (діапазон M3) і добре поглинають у діапазонах I3 і M11 (короткохвильове інфрачервоне випромінювання, або SWIR). Ця комбінація смуг чудова для того, щоб відрізнити рідку воду від замерзлої води, наприклад, хмари над снігом, крижані хмари проти водяних хмар; або повені від густої рослинності. Комбіновані зображення з помилковими кольорами (FCC), які дозволяють нам візуалізувати довжини хвиль, які не бачить людське око (тобто короткохвильове інфрачервоне та ближнє інфрачервоне). Вигорілі ділянки виглядають майже цегляно-червоними, що дає змогу легше побачити уражені вогнем ділянки, а вода дуже темна, майже чорна, завдяки чому набагато легше побачити озера чи затоплені землі. А дим, набуває помаранчевого та коричневого відтінків, що дозволяє відділити його від хмар (рис. 4.9). За допомогою попередньої обробки від компанії FIRMS можна отримати місцезнаходження пожежі, крім того у відкритому доступі також є

метаданні, які містять безпосередньо температурну аномалію кожного пікселя. Даний файл містить координати центроїду кожного пікселя, де була зареєстрована теплова аномалія.

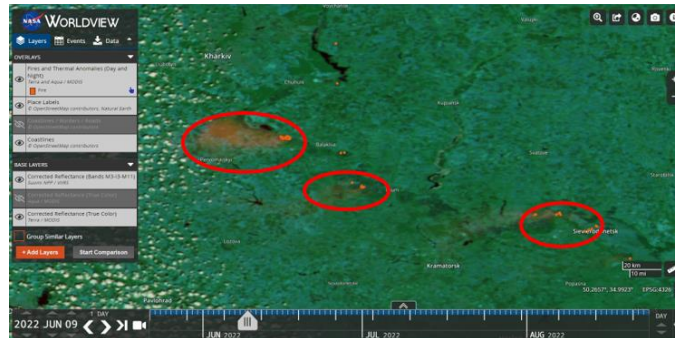


Рис. 4.9. Приклад дешифрування пожеж з комбінацією FFC

Супутники роблять «знімок» подій, коли вони проходять над Землею. Кожна гаряча точка/активне виявлення пожежі являє собою центр пікселя, позначеного кількома як містить один або пожежу або інші теплові аномалії (наприклад, вулканів). Для MODIS піксель становить приблизно 1 км, а для VIIRS – приблизно 375 м. «Місцезнаходження» — це центральна точка пікселя. Фактичний розмір пікселя залежить від сканування та відстеження. Вогонь часто менше розміру пікселя. Крайня міра одного вогню знаходиться всередині поміченого пікселя. Іноді можна побачите кілька активних пожеж у лінії. Це, як правило, представляє собою фронт вогню (рис. 4.10).

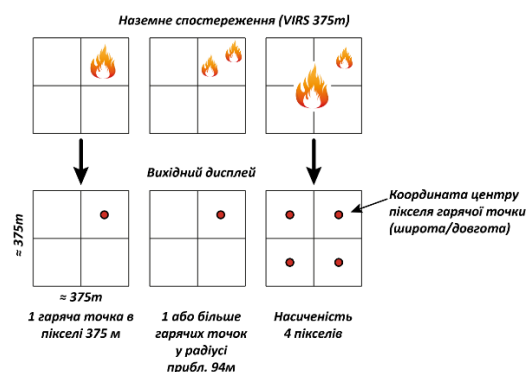


Рис. 4.10. Створення hot-spot даних

Найважливішим кількісним показником такої НС як пожежа, безумовно є площа. Саме обрахування площі наявної пожежі є метою даної роботи.

Дешифрування за рахунок пошуків стовпів диму, безумовно допомагає локалізувати пожежу, але для більш точного розуміння її характеристик необхідно визначити її центр, активну гарячу точку. У даному випадку VIIRS надає данні hot-spot у вигляді shapefile ESRIM, який містить данні температури гарячих точок, їх достовірності, часу та режиму зйомки тощо (рис. 4.11).

Атрибут	Короткий опис	Довгий опис
Latitude	Широта	Центр номінального пікселя вогню 375 м
Longitude	Довгота	Центр номінального пікселя вогню 375 м
Bright_ti4	Температура яскравості I-4	Температура яскравості каналу VIIRS I-4 піксель вогню, виміряна в Кельвінах.
Scan	Розмір сканування в пікселях	Алгоритм створює приблизно 375 м пікселів у найнижчій точці. Сканування та відстеження, відображають фактичний розмір пікселів.
Track	Розмір у пікселях вздовж треку	Алгоритм створює приблизно 375 м пікселів у найнижчій точці. Сканування та відстеження відображають фактичний розмір пікселів.
Acq_Date	Дата захоплення	Дата захоплення VIIRS.
Acq_Time	Час захоплення	Час захоплення/перельоту супутника (у UTC).
Satellite	Супутник	N= Національне полярно-орбітальне партнерство Suomi (Suomi NPP), 1=NOAA-20 (до запуску позначався JPSS-1)
Confidence	впевненість	<p>Це значення базується на сукупності проміжних величин алгоритму, які використовуються в процесі виявлення. Він призначений для того, щоб допомогти користувачам оцінити якість окремих пікселів гарячої точки/пожежі. Значення достовірності встановлюються на низькі, номінальні та високі. Денні пікселі вогню з низькою достовірністю зазвичай пов'язані з ділянками сонячного блиску та аномалією нижче відносної температури (<15 K) у середньому інфрачервоному каналі I4. Номінальні достовірні пікселі – це ті пікселі, які вільні від потенційного сонячного блиску протягом дня та відзначені сильною (>15 K) температурною аномалією в денних або нічних даних. Вогняні пікселі високої впевненості пов'язані з насиченими пікселями вдень або вночі.</p> <p>Будь ласка, зверніть увагу: нічні пікселі з низьким рівнем достовірності виникають лише в географічній зоні від 11 градусів східної до 110 градусів західної широти та від 7 градусів північної широти до 55 градусів південної широти. Ця область описує область впливу Південноатлантичної магнітної аномалії, яка може спричинити помилкові температури яскравості в середній інфрачервоному каналі I4, що призводить до потенційних помилкових спрацьовувань. Вони були видалені з даних NRT, які розповсюджуються FIRMS.</p>
Version	Версія (Колекція та джерело)	Версія визначає колекцію (наприклад, VIIRS Collection 1) і джерело обробки даних: Near Real-Time (суфікс NRT додано до колекції) або стандартна обробка (лише колекція). "1.ONRT" - Колекція 1 NRT обробки. "1.0" - Колекція 1 Стандартна обробка
Bright_ti5	Температура яскравості I-5	I-5 Канальна температура яскравості пікселя вогню, виміряна в Кельвінах.
FRP	Потужність випромінювання вогню	FRP відображає потужність випромінювання вогню, інтегровану в піксель, у МВт (мегават). FRP відображає потужність випромінювання вогню, інтегровану в піксель, у МВт (мегават). Враховуючи унікальну просторову та спектральну роздільну здатність даних, алгоритм виявлення пожежі VIIRS 375 м було налаштовано для оптимізації його реагування на невеликі пожежі, збалансовуючи виникнення помилкових тривог. Часте насичення середнього інфрачервоного каналу I4 (3,55-3,93 мкм), що сприяє виявленню активних пожеж, вимагає додаткових тестів і процедур, щоб уникнути помилок класифікації пікселів. У результаті субпіксельна характеристика пожежі (наприклад, визначення потужності випромінювання вогню [FRP]) є життєздатною лише для малих та/або низьких пожеж. Систематичні пошуки FRP базуються на гібридному підході, що поєднує дані 375 і 750 м. Починаючи з 2015 року, алгоритм включав додаткові дані каналу VIIRS M13 (3,973-4,128 мкм) 750 м як в агрегованому, так і в неагрегованому форматі.
DayNight	День чи ніч	D= денна пожежа, N= нічна пожежа

Рис. 4.11. Атрибути shapefile hot-spot VIIRS

Шляхом дешифрування газових стовпів було виділено декілька пожеж на території Харківської області станом на 09.06.2022 (рис. 4.12).

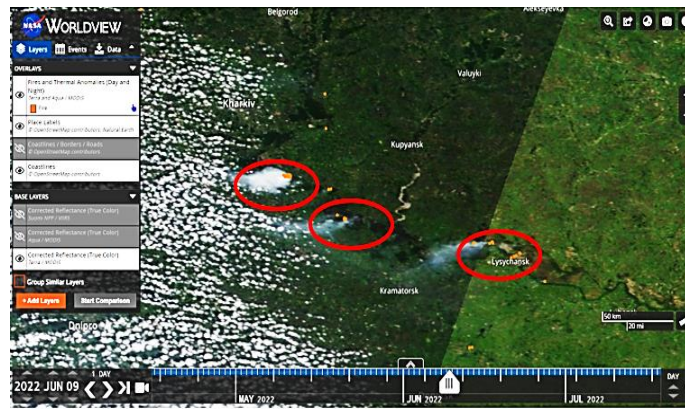


Рис. 4.12. Космознімок Харківської області станом на 09.06.2022 шаром hot-spot VIIRS, що локалізує пожежі

Як свідчить зображення точки дійсно співпадають з центрами задимленості пожежі, крім того було перевірено відповідність даних стовпаів диму у режимі FCC.

Для обрахунку площі за наявним космознімком пострібно завантажити його у програмний продукт QGIS. Для завантаження космознімку портал WorldView створив сервіси, які надають змогу викачати файл *.tif будь-якого заданого екстенду. Важливим етапом є трансформування космознімку, адже за стандартом отримуємо знімок території у географічній системі координат WGS 84 (CRS84). Для обрахування площі необхідно перевести космознімок у метричну систему координат. В роботі було обрано EPSG:32636 - WGS 84 / UTM zone 36N, що покриває території України (рис. 4.13).

Оскільки shapefile hot-spot містить точкові данні, що є нічим іншим як центроїдами вихідного космознімку VIIRS, конвертація точок у формат растру з вибором необхідного для нас параметру дозволить виокремити лише ті пікселі, що нестимуть інформацію про подію пожежі.

Атрибут brightness4 є даними температури у Кельвінах, що були зареєстровані у точці векторного файлу. За допомогою утіліти rasterize є можливість перетворити данні цього атрибуту на растровий файл. Важливим моментом у створенні нового растру є задання висоти і ширини пікселя та екстенду такого самого як і вихідного растру VIIRS.

Таким чином, отримуємо растр, кожен піксель якого являє собою данні температурних аномалій на час досліджень. Крім того локалізація цих даних підтверджена ресурсом FIRMS, що є значною перевагою перед ручним виокремленням пікселів (рис. 4.14).

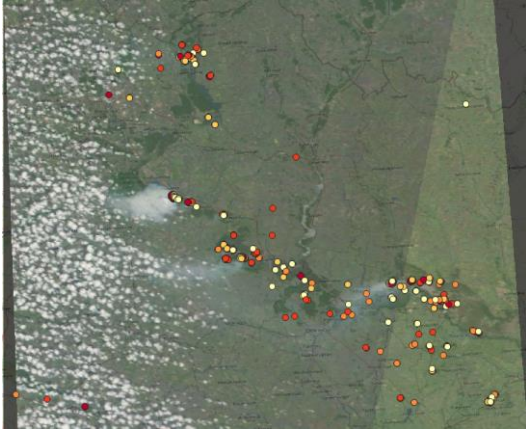


Рис. 4.13. Трансформований космознімок та шар hot-spot

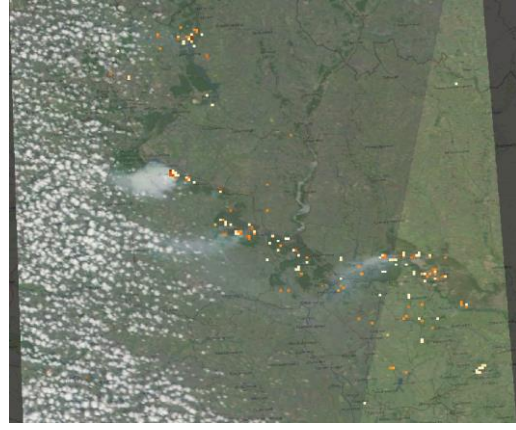


Рис. 4.14. Результуючий растр аномальних температур

Для обрахування площі пожежі на території дослідження наразі достатньо обрахувати площу пікселів, що мають аномальні значення. Для цього можна використати утіліту Raster layer unique values report програмного продукту QGIS. Таким чином загальна площа дослідження = 65185 км², а площа пожежі на даній території Харківської області станом на 09.06.2022 становить 315 км²

4.8. Технології супутникової місії Sentinel 1C для моніторингу лісових пожеж

Дані місії MODIS, як попередньо було доведено, можуть використовуватись для моніторингу такого небезпечного явища, як лісові пожежі. Проте, на думку автора не є найкращим засобом для обробки. Це пов'язано з тим, що знімки з даної місії є дрібномасштабними, а самі пожежі вже підсвічені червоними точками. Тобто по суті спостереження не можливо провести через, те що дані знімки вже обробили (рис. 4.15). Місія SENTINEL-1 несе радар із синтетичною апертурою одного С-діапазону, що працює на центральній частоті 5,405 ГГц. Він включає активну фазову антенну решітку з

нахилом на правий бік, яка забезпечує швидке сканування по висоті та азимуту, ємність зберігання даних 1410 ГБ і має 520 Мбіт/с пропускної здатності X-діапазону.

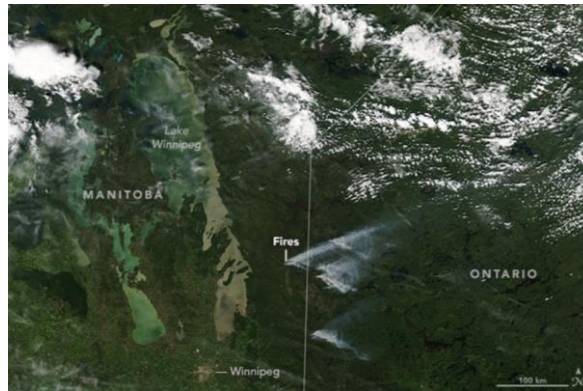


Рис. 4.15. Приклад знімку з супутникової місії MODIS
(Джерело: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/92466/fires-in-manitoba-and-northern-ontario>)

Прилад C-SAR підтримує роботу в подвійній поляризації (HH+HV, VV+VH), що реалізується через один ланцюг передачі (з можливістю перемикання на H або V) і два паралельні ланцюги прийому для поляризації H і V. Дані про подвійну поляризацію корисні для класифікації наземного покриву та використання морського льоду. [4]

SENTINEL-1 працює в чотирьох ексклюзивних режимах збору даних:

Stripmap (SM)

Інтерферометрична широка смуга (IW)

Надширока полоса (EW)

Хвильовий режим (WV).

Схема знімання супутника Sentinel-1 представлена на рис. 4.16.

Режим Stripmap. Для безперервності роботи з місіями ERS і Envisat передбачено режим візуалізації Stripmap. Даний режим забезпечує покриття з розрізненістю 5 м на 5 м на вузькій смузі шириною 80 км. Можна вибрати одну з шести смуг зображень, змінюючи кут падіння променя та ширину цього променя (<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1/instrument-payload>).

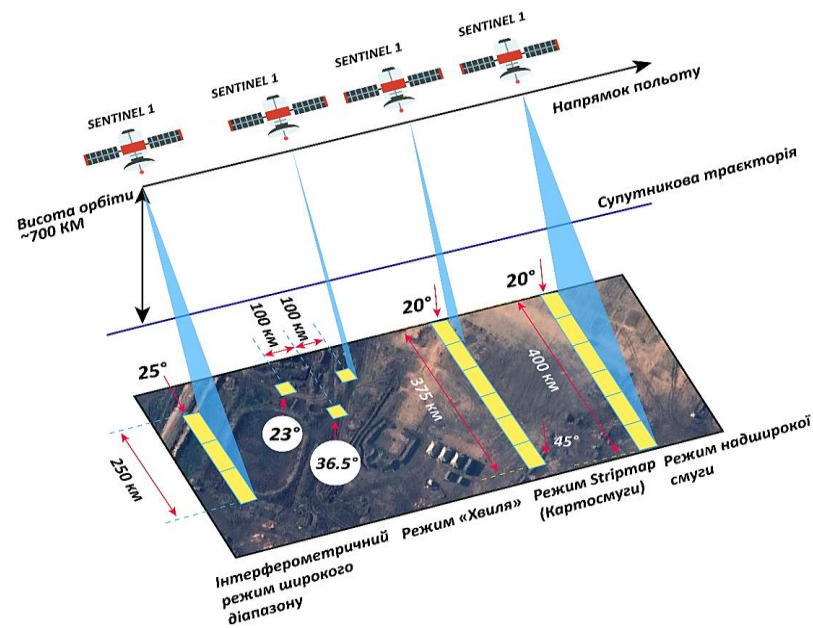


Рис. 4.16. Модель знімання супутника Sentinel-1

(Джерело: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1/instrument-payload>)

Інтерферометричний режим широкої смуги. Режим Interferometric Wide swath (IW) дозволяє поєднувати велику ширину смуги (250 км) із помірною геометричною розрізненістю (5 м на 20 м). Режим IW створює зображення трьох підсмуг за допомогою спостереження за місцевістю з прогресивним скануванням SAR (TOPSAR). За допомогою техніки TOPSAR, крім керування променем у діапазоні, як у SCANSAR, промінь також електронно керується від задньої до передньої частини в азимутальному напрямку для кожного сплеску, уникаючи хвилеподібних зображень і створюючи зображення вищої якості. Інтерферометрія забезпечується достатнім перекриттям спектра Доплера (в азимутальній області) і спектру хвильового числа (в області висоти). Технологія TOPSAR забезпечує однорідну якість зображення по всій смугі (<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1/instrument-payload>).

Режим IW є режимом отримання за замовчуванням.

Режим надзвичайно широкої смуги. Режим екстраширокого зображення призначений для морських, льодових і полярних оперативних служб, де потрібне широке охоплення та короткий час повторного огляду. Режим EW працює подібно до режиму IW із застосуванням техніки TOPSAR із використанням п'яти підсмуг замість трьох, що призводить до нижчої роздільної здатності (20 м на 40 м). Режим EW також можна використовувати для інтерферометрії, як і режим IW (<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1/instrument-payload>).

Режим хвилі. Режим хвиль SENTINEL-1 у поєднанні з глобальними моделями океанських хвиль може допомогти визначити напрямок, довжину хвилі та висоту хвиль у відкритому океані. Зйомки в хвильовому режимі складаються із зображень стрічкової карти розміром 20 км на 20 км, отриманих по черзі під двома різними кутами падіння. Хвильові зображення отримують кожні 100 км, із зображеннями під однаковим кутом падіння, розділеними на 200 км (<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1/instrument-payload>).

Таким чином була виявлена пожежа яка мала місце 15 липня 2018 р. на території Канади. Між озерами Манітоба та Вінніпег, що знаходяться північніше міста з однойменною назвою Вінніпег. Якщо точніше то дана пожежа (рис. 4.17) мала наступні умовні прив'язки бере свій початок вона біля берегів озера Манітоба, та прямую на північний схід і перетинає населені пункти: Лундар (Lundar), Стони Хилл (Stony Hill), Чатфілд (Chatfield), Фрамнс (Framns).

Для більшої наочності моніторингу продемонструємо знімок до пожеж (рис. 4.18). У порівнянні між собою чітко видно пікселі з кольором пожежі, за допомогою, яких вдалося її ідентифікувати.

Найкращою ілюстративною характеристикою пожежі є площа займання. Звісно найточнішим методом вимірювання завжди є спостереження на

місцевості, а оскільки ми вимірюємо площу по знімку потрібно прийняти той факт, що у нас не вийдуть точні дані.

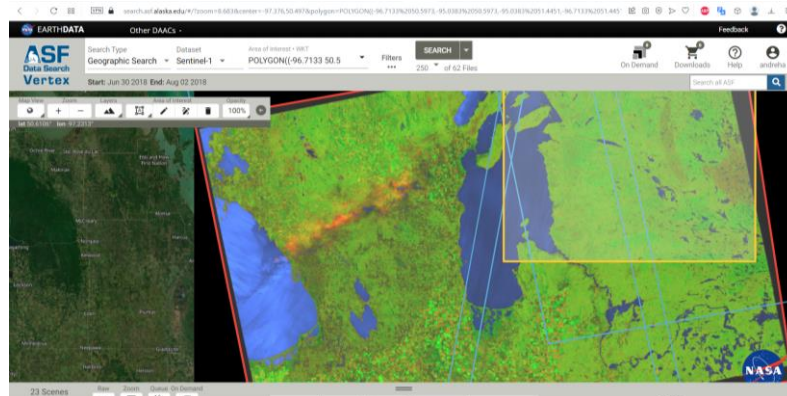


Рис. 4.17. Пожежа біля берегів Мінітоба на знімку 15 липня 2018 року

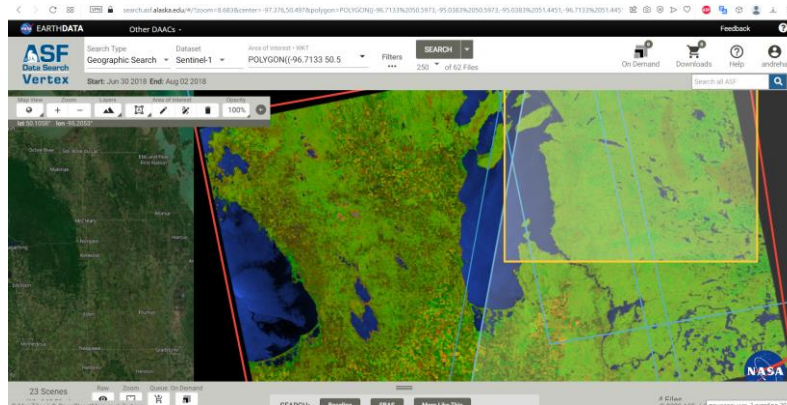


Рис. 4.18. Знімок до пожежі, що був зроблений 3 липня 2018 р.

Також спотворення йде через, те що в роботі вимірювалась безпосередньо не площа пожежі, а площі задимленості на знімку. Тобто пожежа може бути як меншої так і більшою ніж площа задимленості все залежить від дуже багатьох факторів.

Ознайомившись з методиками вимірюванням площ на космознімках, двома різними способами була виміряна площа займання. За рекомендацією (<https://geography.lnu.edu.ua/wp-con>) для визначення площі потрібно взяти космознімок і топографічну карту місцевості та прив'язати їх між собою, а потім порахувати площу. Для цього потрібно мати роздруковану топографічну карту та дану пожежу виміряти за допомогою курвіметра.

Саме для цього була завантажена топографічна карту для даної місцевості в масштабі 1:500 000 (рис. 4.19).

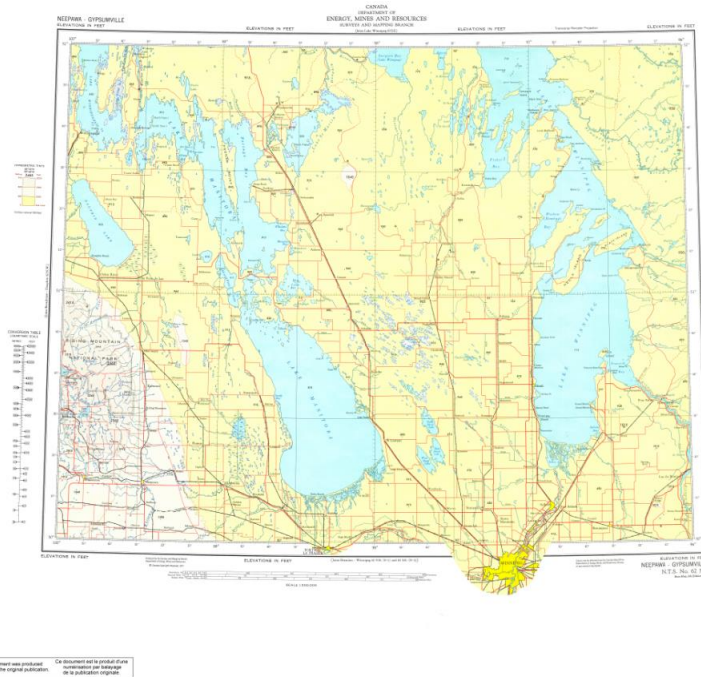


Рис. 4.19. Загальний вигляд даної топографічної карти

На даній карті був побудований прямокутник де головна лінія пожежі пролягала діагонально між вказаними вище населеними пунктами. Порахував площу даного прямокутника та помножив на масштаб (рис. 4.20).

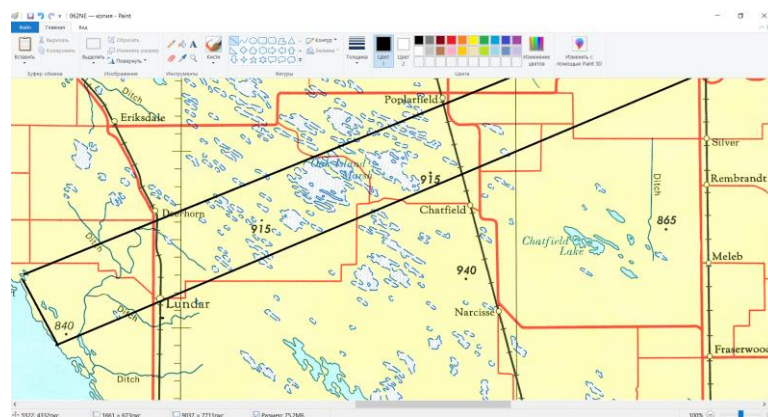


Рис. 4.20. Проведення розрахунків по карті

Таким чином була підрахована площа даного прямокутника: 33см довжини та 3см висоти в масштабі 1:500 000 площа даного прямокутника становить 495км². Звісно дана площа є досить відносною оскільки, як видно з

самої карти в середину даного прямокутника попадає багато маленьких озер, яких можливо зараз вже не існує, оскільки карта станом місцевості на 1977 рік. Але можна стверджувати, що якась їх частина точно існує на даний момент відповідно через що, площа пожежі буде меншою. Також варто вказати, те що даний прямокутник дуже сильно спотворює площу пожежі в реальності.

За допомогою другого методу обрахування площі, який є більш точним була обрахована площа неправильної фігури пожежі. Із застосуванням Google earth engine були знайдені ці самі знімки, але в панхроматичному діапазоні (рис. 4.21), що не сильно спотворює результат, оскільки як видно з кольорового зображення місцевості до пожежі, там в переважній більшості йдуть сільськогосподарські поля.

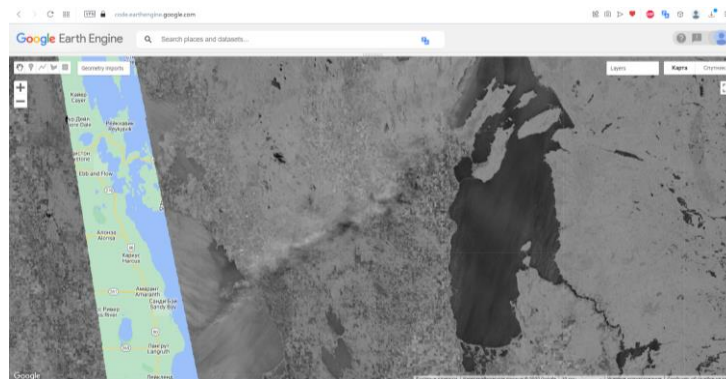


Рис. 4.21. Зображення даної пожежі в панхроматичному діапазоні

Це вдалося зробити використавши наступний програмний код:

```
var imgVV = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
  .select('VV')
  .map(function(image) {
    var edge = image.lt(-30.0);
    var maskedImage = image.mask().and(edge.not());
    return image.updateMask(maskedImage);
  });
```

```
var desc = imgVV.filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'DESCENDING'));
var asc = imgVV.filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'ASCENDING'));
```

```
var summer = ee.Filter.date('2018-07-13', '2018-07-19');
```

```
var descChange = ee.Image.cat(
  desc.filter(summer).mean());
```

```
var ascChange = ee.Image.cat(
  asc.filter(summer).mean());
```

```
Map.addLayer(ascChange, {min: -25, max: 5}, 'Multi-T Mean ASC', true);
```

```
Map.addLayer(descChange, {min: -25, max: 5}, 'Multi-T Mean DESC', true);
```

Після того, як було отримані знімки даної території була накреслена фігура неправильної форми, яка повністю охоплює площу пожежі (рис. 4.22).

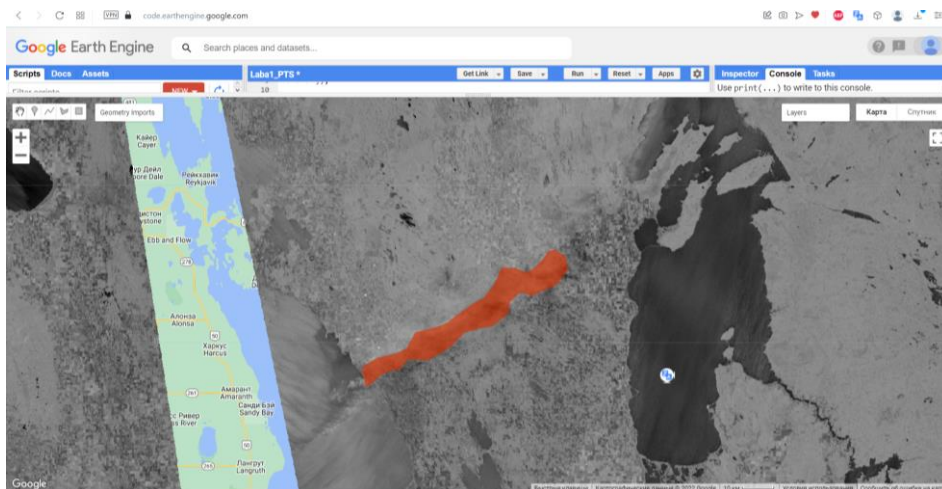


Рис. 4.22. Зображення полігону, який перекриває площу пожежі

Після цього за допомогою наступного програмного коду було обраховано площу даної фігури:

```
// Apply the area method to the Polygon object.
```

```
var polygonArea = polygon.area({'maxError': 1});
```

```
// Print the result to the console.
```

```
print('polygon.area(...) =', polygonArea);
```

Вона становить $546494768,8061749\text{м}^2$, що становить $546,49\text{км}^2$. Але як ми вже знаємо на даній території присутні маленькі озера, які звісно не можуть горіти, тобто фактична площа пожежі буде меншою. Але дана площа вже є більш точною.

ВИСНОВКИ

Погіршення екологічної обстановки, підвищення ступеня ризику виникнення техногенних аварій та НС потребує ефективного управління екологічною безпекою, прийняття раціональних рішень в сфері охорони НПС, що неможливо без використання новітніх інформаційних технологій. Як свідчить вітчизняний та світовий досвід, серед існуючих сучасних методів контролю екологічної обстановки в масштабах регіону найбільш ефективними є методи, що засновані на використанні технологій ГІС та ДЗЗ.

В ході виконання роботи були отримані результати, які дозволяють зробити такі висновки:

1. Розроблена концептуальна модель ГІС на прикладі Чернігівської області, яка інтегрує в собі дані ДЗЗ, картографічну та статистичну інформацію, дані наземних спостережень та засоби обробки інформації, просторого аналізу та моделювання.

2. Створена ГІС НС забезпечить регіональні структури зі справ цивільної оборони і НС оперативними, достовірними і повними даними про розташування потенційно небезпечні об'єкти (ПНО) на місцевості.

3. Застосування даних ДЗЗ в ГІС НС дозволяє отримувати точну, актуальну і неупереджену інформацію про стан потенційно небезпечних об'єктів.

4. Серед техногенних загроз найбільшу небезпеку для території та населення України становлять радіаційна, гідродинамічна, хімічна, пожежонебезпека та вибухонебезпека, пожежі та вибухи, в тому числі в будівлях або спорудах житлового призначення.

5. Проведений аналіз стану техногенної, природної та соціальної загрози від НС для регіонів України засвідчив, що кожному з них властиві свої рівні техногенно-природно-соціальної загрози, які потрібно враховувати для адекватного реагування на НС різного характеру. Найбільша загроза від техногенних НС характерна для Донецької, Луганської, Дніпропетровської,

Запорізької, Харківської та Одеської областей. Найбільша природна загроза притаманна для Львівської, Миколаївської, Донецької, Луганської областей та АР Крим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Абрамов Ю.О. Моніторинг надзвичайних ситуацій / Ю.О. Абрамов, Є.М. Грінченко, О.Ю. Кірючкін, П.А. Коротинський, С.М. Миронець, В.О. Росоха, В.В. Тютюник, В.М. Чучковський, Р.І. Шевченко – Х.: Вид-во АЦЗУ, 2005. – 530с.

Абрамов Ю.О. Державна система моніторингу і попередження надзвичайних ситуацій / Ю.О. Абрамов, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко – Харків: Університет цивільного захисту України, 2008. – 113с.

Акимов В.А. Расчет риска технологических катастроф, инициированных природными явлениями / В.А. Акимов, П.В. Гудыно, Б.В. Потапов, Н.Н. Радаев // ВИНТИ. Пробл. безоп. при чрезв. ситуациях. – 2000. – Вып. 1. – С. 38 – 48.

Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2017 рік. УНДІ ЦЗ ДСНС України. Київ, 2018. – 380с.

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. – 264с.

Бабенко А. Організація управління в надзвичайних ситуаціях. /Надзвичайна ситуація №1/2010. – Київ «Чорнобильінтерінформ». - С. 36-39.

Бегун В., Гречанинов В. Переваги й відмінності ризик-орієнтованого підходу в управлінні безпекою. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.undicz.mns.gov.ua/>.

Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере / П.Г. Белов – М.: Академия, 2003. – 506с.

Беляев Н.Н. Математическое моделирование в задачах экологической безопасности и мониторинга чрезвычайных ситуаций /Н.Н. Беляев, Е.Ю. Гунько, П.Б. Машихина. – Днепропетровск; Акцент ПП, 2013. – 158 с.

Биченок М.М., Іванюта С.П., Яковлев Є.О. Про комплексне оцінювання ризиків життєдіяльності у потенційно небезпечних регіонах // Екологія і ресурси:

Зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки, –К.: ІПНБ, 2007. – Вип.17. –С.33–41.

Болотских М.В. Научные основы эффективного предупреждения и борьбы с чрезвычайными ситуациями и стихийными бедствиями/ М.В. Болотских, М.В. Орешкин, П.В. Шелихов, Е.П. Луганцев – Луганск: ЛНАУ, 2004. – 34с.

Беляев Н.Н. Математическое моделирование в задачах экологической безопасности и мониторинга чрезвычайных ситуаций /Н.Н. Беляев, Е.Ю. Гунько, П.Б. Машихина. – Днепропетровск; Акцент ПП, 2013. – 158с.

Витрикуш Н.М. Аналіз розподілу та впливу природних надзвичайних ситуацій за регіонами // Н.М. Витрикуш, Н.М. Параняк, О.С. Дацько, А.С. Романів, О.Г. Чайка. /Молодий вчений, № 10 (86) жовтень, 2020 р. С. 1-7.

Грін В., Дубровіна І., Косовець О., Лук'янова Ж., Табачний Л. Радіаційна ситуація в Україні у 2005-2009 рр. /Надзвичайна ситуація. №4/2010.- Київ «Чорнобильінтерінформ». - С. 24-27.

Гроль М.М., Ниник Л.Р., Чабан В.Й. Техногенна безпека. – Рівне: УДУВГП, 2004. – 452с.

Глобальный доклад ООН «Снижение риска катастроф — задача развития». Программа развития Организации Объединенных Наций, Бюро по предотвращению кризисов и восстановлению, 2004, www.undp.org/bcpr/disred/rdr.htm.

Гончарук В.Є. Оцінка обстановки у надзвичайних ситуаціях / В.Є. Гончарук, С.І. Качан, С.М. Орел, В.І. Пуцило – Львів: Нац. ун-т «Львів політехніка», 2004. – 183 с.

Горелишев С.А. Методи моделювання надзвичайних ситуацій під час виконання завдань бойової служби з охорони важливих державних об'єктів за допомогою геоінформаційних систем / С.А. Горелишев, Д.С. Баулін, А.А. Побережний, Г.В. Іванець // Збірник наукових праць НАДПСУ – Хмельницький.: НАДПСУ, 2017. – Вип. 3(73). – С. 250-264.

ДК 019:2010. Класифікатор надзвичайних ситуацій. – Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 19с.

Додонов О.Г., Путятин В.Г., Валютчик В.О. Інформаційно-аналітична підтримка прийняття управлінських рішень //Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2005. Т. 7, №2. С. 77-93.

Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області за 2021 рік: (стат. щорічник / Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Чернігівській області).– Чернігів: ДУОНПС, 2021. – 258 с.

Дрозд І.Н., Охота А.С. До обґрунтування прийнятних ризиків життєдіяльності в Україні // Матеріали науково-практичної конференції «Проблеми прогнозування та попередження надзвичайних ситуацій природного, природно-техногенного та техногенного походження». Ялта, 2009. – С. 20-23.

ДСНС України. Інформаційно аналітична довідка про надзвичайні ситуації за даними ДСНСУ. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/> (дата звернення: 23.03.2023).

Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Т. 1. Техногенна та природна небезпека / За загальною редакцією В.В. Могильниченка. – К.: КІМ, 2007. - 636с.

Зацерковний В. І. Геоінформаційні системи в науках про Землю / В.І. Зацерковний, І.В. Тішаєв, І.В. Віршило, В.К Демидов. – Ніжин,: НДУ ім. М. Гоголя, 2016, 510 с.

Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2017 році. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: URL: [http://www.dsns.gov.ua/files/2018/1/26/Zvit%202017\(КМУ\).pdf](http://www.dsns.gov.ua/files/2018/1/26/Zvit%202017(КМУ).pdf) .

Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2018 році. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: URL: [http://www.dsns.gov.ua/files/2018/1/26/Zvit%202018\(КМУ\).pdf](http://www.dsns.gov.ua/files/2018/1/26/Zvit%202018(КМУ).pdf) .

Иванець Г.В. Дослідження періодичності процесу зміни надзвичайних ситуацій природного характеру на протязі року./ Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. –Х. Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2016. – Вип. 2 (47). – С. 193-195.

Иванець Г., Горелышев С., Иванець М. Риски чрезвычайных ситуаций техногенно-природного характера на территории Украины /Г.В. Иванець, С.А. Горелышев, М.В. Иванець // Научный журнал «ВЛАСТЬ И ОБЩЕСТВО» (История, Теория, Практика). – Тбилиси, Грузия: АСОЦИАЦИЯ ОТКРЫТОЙ ДИПЛОМАТИИ, 2017. №2(42). – С. 180-193.

Кондратьев В.Д. Комплексная оценка уровня риска опасного объекта /В.Д. Кондратьев, А.В. Толстых, Б.К. Уандыков, А.В. Щепкин// Системы управления и информац. технологий. – 2004. – № 3(15). – С. 53 – 57.

Концептуальні засади створення експертної аналітично-інформаційної підсистеми аналізу ризиків державної системи моніторингу довкілля / Г.В. Лисиченко, Г.А. Хміль // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. пр. — К.: ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2009. — Вип. 50. — С. 71-77.

Лисиченко Г.В., Забулонов Ю.Л., Хміль Г.А. Природний, техногенний та екологічний ризику: аналіз, оцінка, управління. – К.: Наукова думка, 2008.–543 с.

Лисиченко Г.В. Про вдосконалення системи моніторингу довкілля в світлі задач сталого розвитку / Г.В. Лисиченко, Ю.Л. Забулонов, В.А. Бабинець [та інш.] // Зб. Тр. Севастоп. Нац. ун-ту ядерної енергії і промисловості. №14. – Севастополь, 2005. – С. 50 – 59.

Михайлик О.П. Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки /О.П. Михайлюк, В.В. Олійник, А.О. Михайлюк– Х.: УЦЗУ, 2007. – 190с.

Михайлюк В.О., Халмурадов Б.Д. Цивільна безпека: Навч. пос. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 158с.

Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2018 р. – К., 2019. – 359 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mns.gov.ua/content/nasdopovid2011.html>

Олійник П.В. Цивільний захист. Підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів IV рівня акредитації / П.В. Олійник, С.Т. Омельчук. – Вінниця: Нова Книга, 2013. – 328 с.

Попов О.О. Підходи до організації та ведення комплексного радіоекологічного моніторингу наземних екосистем у районах розташування АЕС / О.О. Попов // Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – К. - 2013. – Вип. 68. – С. 11-18.

Попов О. О., Яцишин А. В., Артемчук В. О. Впровадження європейських стандартів в державну систему моніторингу довкілля // Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні управляючі системи та технології» (м. Одеса, 23–25 вересня 2014 р.). Одеса, 2014. С. 299-301

Постанова Кабінету Міністрів України від 27.07.1995 р. №554 зі змінами від 14.02.2001р. №142 „Про перелік видів діяльності та об’єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку”.

Постанова Кабінету Міністрів України від 5.12.2007р. №1376 „Про затвердження Державної цільової екологічної програми проведення моніторингу навколишнього природного середовища”.

Причини та наслідки надзвичайних ситуацій державного та регіонального рівня, що виникли в Україні у 2016 році. УНДІ ЦЗ ДСНС України. Київ, 2017. – 124с.

Сушик О.В. Порівняльно-правовий аналіз забезпечення радіаційної безпеки у країнах СНД / О.В. Сушик // Університетські наукові записки. – 2014. – Вип. 1(49). – С. 112 – 119.

Рак Ю.П. Оцінка стану життєдіяльності регіонів України: інтегральний підхід / Ю.П. Рак, О.Б. Зачко // Пожежна безпека. Збірник наукових праць. – Львів: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 2008. – № 13. – С. 86 – 90.

Руденко Л.Г. Концепція створення атласу природних, техногенних, соціальних небезпек і ризиків виникнення надзвичайних ситуацій в Україні /Л.Г. Руденко, О.Л. Дронова, Д.О. Ляшенко – К., 2010. – 47с.

Тарасюк В.С. Медицина надзвичайних ситуацій. Організація надання першої медичної допомоги. Посібник для студентів вищих медичних закладів II-IV рівнів акредитації / В.С. Тарасюк. – К. : ВСВ «Медицина», 2013. – 528 с.

Хилько М. І. Екологічна безпека України: Навчальний посібник / М. І. Хилько. – К., 2017. – 267 с.

Франчук Г.М. Екологія, авіація, космос / Г.М. Франчук, В.М. Ісаєнко – К.: НАУ, 2005. – 456 с.

Шоботов В.М. Цивільна оборона: Навчальний посібник. Вид. 2-е перероб. – Київ: «Центр навчальної літератури», 2006. – 438с.

Ivanets H., Horielyshev S., Ivanets M., Baulin D., Tolkunov I., Gleizer N., Nakonechnyi A. Development of combined method for predicting the process of the occurrence of emergencies of natural character / H. Ivanets, S. Horielyshev, M. Ivanets, D. Baulin, I. Tolkunov, N. Gleizer, A. Nakonechnyi // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 5, Issue 10 (95). P. 48-55.

Jeggle T. Know Risk; Cooper Trowbridge, Tudor Rose Holdings Limited: Leicester, UK; United Nations International Strategy for Disaster Reduction: Geneva, Switzerland, 2005.

Maskrey A. Los Desastres no son Naturales; La RED: Bogotá, Colombia, 1993. 167 p.

Mona K. Global Risk Assessment of Natural Disasters: new perspectives / Mona Khaleghy Rad. – Canada, 2014. – 208 P.

Neisser F., Runkel S. The future is now! Extrapolated risksapes, anticipatory action and the management of potential emergencies // Geoforum, 2017, Vol. 82. P. 170-179. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.04.008>.

Tiutiunyk V. V., Ivanetz H. V., Tolkunov I. A., Stetsyuk E. I. System approach for readiness assessment units of civil defense to actions at emergency situations. // Науковий вісник Національного гірничого університету. 2018. №1(163). С. 99–105.

Twigg John «Mainstreaming Disaster Mitigation: Findings of Recent Research» (Пути Уменьшения Ущерба Катастроф), 2002.

UNISDR. Revealing Risk, Redefining Development; United Nations International Strategy for Disaster Reduction: Geneva, Switzerland, - 2011. 178 p.