

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНЕ НЕПРИБУТКОВЕ ПІДПРИЄМСТВО
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ»
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЦИВІЛЬНОЇ ТА ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ
ІМ. ГЕРОЯ УКРАЇНИ ЧУБА ОЛЕКСАНДРА СЕРГІЙОВИЧА

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

_____ Батир ХАЛМУРАДОВ

« ____ » _____ 2024р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 263 «ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА»

**Тема: «Підвищення безпеки та стійкості критичної інфраструктури
(Долинський газопереробний завод)»**

Виконавець: студент групи М-263-23-1-ТП Данило Оксенчук

(студент, група, ім'я, прізвище)

Керівник: _____ д.т.н. проф. Олег Третьяков

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

Консультанти:

Охорона праці к.т.н., доцент Віталій НЕЧИПОРУК

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

Охорона навколишнього

середовища д.т.н., професор Тамара ДУДАР

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

Нормоконтролер: _____ Олексій КОЗЛІТІН

(підпис)

(ім'я, прізвище)

ДЕРЖАВНЕ НЕПРИБУТКОВЕ ПІДПРИЄМСТВО
«ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЇВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ
ІНСТИТУТ»

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра цивільної та промислової безпеки ім. Героя України Чуба

О.С.

Спеціальність: 263 «Цивільна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Батир ХАЛМУРАДОВ

«____» _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Оксенчука Данила Валерійовича

1. Тема роботи «Підвищення безпеки і стійкості об'єкту критичної інфраструктури (Долинський газопереробний завод)»
2. Термін виконання роботи з 29.09.2024 по 10.12.2024
3. Вихідні дані роботи :
 - Розглянути методологію оцінки стійкості регіональної інфраструктури, її концепції.
 - Сформувати приклад оцінки ризиків для газопереробних заводів
 - Розглянути характеристику ГПЗ Долинського

- Сформулювати приклади вплив НС на функціонування критичної інфраструктури
- Врахувати загальну тематику охорони праці та екології в перспективність підвищення безпеки та стійкості критичної інфраструктури
- Провести розрахунок збитків від наслідків НС на території критичної інфраструктури.
- Зробити загальний висновок.

4. Зміст пояснювальних записки :

- Методологія оцінки стійкості критичної інфраструктури
- Характеристика ГПЗ Долинського
- НС природнього та техногенного характеру, їх вплив на КІ
- Охорона праці та екології на території критичної інфраструктури
- Розрахункова частина.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу.

- Порівняльні діаграми
- Зображення наслідків стихійних лих.
- Приклад ГПЗ Долинського

Календарний графік.

	Завдання	Термін виконання	Відмітка Про Виконання
1.	Поставка задачі та аналіз інформативних джерел	29.09.2024- 30.09.2024	
2.	Обґрунтування вибору рішень	20.09.2024- 24.09.2024	

3.	Аналіз даних та їх класифікацій	03.10.2024-04.10.2024	
4.	Робота над розділом №1	04.10.2024-06.10.2024	
5.	Робота над розділом №2	08.10.2024-12.10.2024	
6.	Робота над розділом №3	14.10.2024-21.10.2024	
7.	Робота над розділом №4	25.10.2024-30.10.2024	
8.	Підготовка графічного матеріалу, оформлення роботи	01.11.2024-07.11.2024	
9.	Оформлення презентації в power point	09.11.2024-11.11.2024	
10.	Отримання рецензії від опонентів	20.11.2024-25.11.2024	
11.	Підготовка до захисту ДЕК	26.11.2024-07.12.2024	

6. Дата видачі завдання: «2»_вересня_2024р.

Керівник кваліфікаційної роботи Третьяков О. В.

Завдання прийняв до виконання Оксенчук Д. В.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, основної частини, що містить 5 розділи, об'єднаного розділу з охорони праці та охорони навколишнього середовища середовища, розрахункової частини, висновку й списку використаної літератури. Загальний обсяг 114 сторінок. Робота містить 26 рисунки та 4 таблиці. Список бібліографічних джерел складає 62 джерела.

Ключові слова : КРИТИЧНА ІНФРАСТРУКТУРА ГАЗОПЕРЕРОБНИЙ ЗАВОД ; НАДЗВИЧАЙНА СИТУАЦІЯ ; БЕЗПЕКА ; СТІЙКОСТЬ. ОБ'ЄКТ;

Об'єкт дослідження – безпек та стійкість об'єкта критичної інфраструктури.

Предмет дослідження – вплив на об'єкт критичної інфраструктури різних факторів.

Мета роботи – Проаналізувати методологію, структуру функціонування безпеки та стійкості фкритичної інфраструктури, визначити вплив від наслідків

надзвичайної ситуації та врахувати загальну тематику охорони праці та охорони довкілля в критерії розвитку критичної інфраструктури.

Методи застосовані в кваліфікаційній роботі :

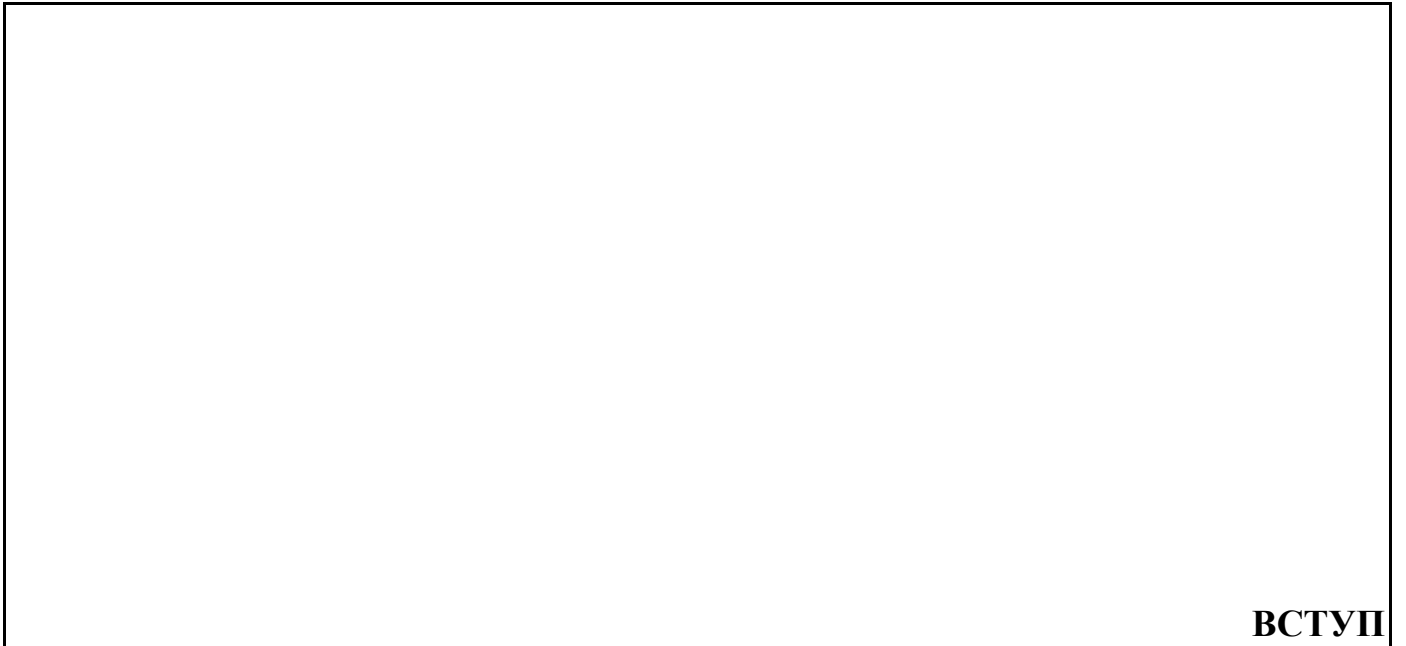
Наукова новизна отриманих даних полягає в: визначенні структури безпеки та стійкості критичної інфраструктури спираючись на американську модель оцінки ризиків для критично важливих об'єктів. Визначення охорони праці та охорони навколишнього середовища у рамках критичної інфраструктури.

Основні висновки роботи – проведення розрахунків визначення впливу надзвичайної ситуації на території критичної інфраструктури, визначення законодавчу стійкість держави з підтримки громадян та усунення наслідків після надзвичайної ситуації що відбулася на території об'єкту дослідження.

Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	8
АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	
Розділ 1 : Методологія оцінки стійкості регіональної інфраструктури	9
1.1 Концепції стійкості критичної інфраструктури.....	10
1.2 Методологія оцінки.....	16
1.3 аналізи наслідків оцінки стійкості.....	22
Розділ 2 : Методологія оцінки ризиків для газопереробних заводів.....	25
2.1. ідентифікація параметрів та взаємозалежності енергетичної	

Інфраструктури.....	26
2.2. Критерії прийняття ризику енергетичної інфраструктури Та ГПЗ.....	34
Розділ 3 : Вплив НС на функціонування критичної інфраструктури.....	35
3.1 Вплив НС природнього характеру.....	49
3.2.Вплив НС техногенного характеру	54
3.3.Методологія розрахунку збитків від наслідків НС.....	58
Розділ 4 : Охорона праці та екології на території критичної інфраструктури.	
4.1. Оцінка охорони праці на території ГПЗ.	65
4.2. Оцінка екологічного стану на території ГПЗ.....	75
Розділ 5 : Розрахунок збитків критичної інфраструктури від наслідків НС.	
5.1 Характеристика ГПЗ Долинського.....	88
5.2. Розрахунок збитків від наслідків НС.....	98
ВИСНОВКИ.....	103
ПОСИЛАННЯ НА ДЖЕРЕЛА.....	107
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	
ГПЗ – газопереробний завод ;	
НС – надзвичайна ситуація ;	
КІ – критична інфраструктура ;	
ГДК – гранична допустима концентрація.	



ВСТУП

Виконала							

Керивник								
Консультант								
Н.контр.								
Зав. каф.								

Підвищення безпеки об'єктів критичної інфраструктури (КІ) є однією з головних цілей для держави в цілому, через те, що ці об'єкти є закономірним творінням прогресу людства, та і подальшим рушієм стабільного розвитку та безпеки на

глобальному рівні, вихід з ладу об'єкти КІ через надзвичайну ситуацію техногенного або екологічного характеру є ризик виникнення катастрофи державного, або й навіть глобального рівня. Саме поняття «критична інфраструктура» було сформовано в ХХ ст. Цьому сприяла глобалізація економічних процесів, підвищення залежності від комунікативних та інформаційних технологій, а також зростання рівня техногенних та природніх катастроф що напряду впливають безпеку об'єктів критичної інфраструктури.

Важливо зазначити, що КІ також є показником самостійності держави на глобальній арені, вони часто стають одними із перших цілей під час агресії та важелем впливу, а в деяких країнах, і як привід для конфлікту за право володіння. Також, критична інфраструктура стає однією із постійних жертв кібератак що проводиться особами чи країнами що мають свої інтереси.

Критична інфраструктура – це об'єкти інфраструктури, системи, їх частини та їх сукупність, які є важливими для економіки, національної безпеки та оборони, порушення функціонування яких може завдати шкоди життєво важливим національним інтересам.

У категорію об'єктів КІ відносять: електричні та атомні станції; системи переробки та транспорту газу та нафтових продуктів; сміттєспалювальні заводи та звалища; транспортна інфраструктура; системи водопостачання та водовідведення; харчова та сільськогосподарська інфраструктура; фінансова; урядові та держані установи; правоохоронні та оборонні об'єкти [1].

Кожен з цих об'єктів виконує свою роль, але вони тісно взаємозв'язані між собою, і відсутність одного чи вихід з ладу іншого може кардинально вплинути на функціонування держави загалом.

Метою даної кваліфікаційної роботи є дослідження методів і підходів що спрямовані на підвищення стійкості та безпеки об'єктів критичної інфраструктури. Розглянемо методологію оцінки ризиків для газопереробних заводів та характеристику Долинського ГПЗ . Проведемо оцінку рівня охорони праці та екології на території ГПЗ прилеглих територіях . Визначемо вплив надзвичайних ситуацій та (НС) проведемо розрахунки шкоди НС що може трапитися внаслідок змодельованої ситуації на газопереробному заводі .

Розділ 1

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ РЕГІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Виконала							
Керивник							
Консультант							
Н.контр.							
Зав. каф.							

1.1 Концепції стійкості критичної інфраструктури

Сама суть концепції стійкості присутня в різних галузях , наприклад в психіатрії, екології, або в соціальних науках.

Концепція (лат., сприйняття) – система поглядів на певне явище; спосіб розуміння, тлумачення якихось явищ, основоположна ідея теорії, загальний її задум [2]. Але, останнім часом, коли людство почало розуміти що безпека критичної інфраструктури – це безпека держави і їх забезпеченого життя , увага до галузі управління ризиками стає все більш вибагливою. Ще у 1990-х роках спільнота, яка до сих пір немала широкого уявлення до забезпечення безпеки та стійкості КІ , проходить еволюцію від першочергової погляду до більш повного акценту на безпеці та стійкості.

У сфері національної безпеки – «Президентська політична директива 21 (ППД 21) Критична інфраструктура захист і стійкість (Presidential Policy Directive (PPD) 21: Critical Infrastructure Security and Resilience)» в якій зазначено що безпека та стійкість КІ визначає на національному рівні політику щодо зміцнення та підтримки функціонуючої та стійкої критичної інфраструктури в секторах, які є важливими для держави та здоров'я та безпеки громадян, якості життя та економічної життєздатності [3]. Ця директива визначила також стійкість як здатність готуватися до несподіваних умов та адаптуватися до них, а також швидко відновлюватись після перебоїв, включаючи збройну чи кібер агресію, або від наслідків надзвичайної ситуації.

Стійкість регіону або громади є підсистемою функціонування стійкості, яка і включає критично важливу інфраструктуру, економіку, суспільство та управління . Як вказано у «посібнику з планування стійкості громади», будівлі та інфраструктура відіграють головну роль у забезпеченні здоров'я та нормального функціонування соціальної та економічної структури населення громади [4]. Так, безумовно досягнення стійкості критичної інфраструктури може бути складною задачею через над важкі залежності і взаємозалежності, які існують усередині інфраструктурних систем, географічних та юрисдикційних масштабів та кордонів, або ї навіть через

розподілене право власності на інфраструктуру, розподілену відповідальність за управління ризиками та ін.

Стійкість інфраструктури залежить також і від фізичних характеристик створених та систем, які були створені діяльністю та розвитком людини, так і від можливостей організації, що впливають на працю та управління цими системами, як, наприклад регулювання органів критичної інфраструктури, постачальників та підрядників. Стійкість КІ можна оцінювати на рівні об'єкта, та систем. На стійкість також значною мірою впливають організаційні фактори, а саме наявність планів забезпечення безпечного та постійно функціонуючого бізнесу та планів на регулювання НС, рівень підготовки робітників, частота проведення інструктажів та планових навчань, гнучкість у розробці графіків роботи підлеглих, а також можливість зовнішньої та внутрішньої комунікації[5].

Також, потрібно визначити, що однією з концепції безпеки та стійкості критичної інфраструктури є те, із чого створена сама будівельна споруда, з яких матеріалів та блоків. Для розуміння стійкості КІ з регіональної точки зору, об'єктивно є варіант визначення сформоване в «PPD-21». Що розглядає як основний елемент, - здатність готуватися до мінливих умов і адаптуватися до них, а також витримувати і швидко відновлюватися після збоїв [6].

Тобто, чим більш критична інфраструктура збудована з якісніших матеріалів, тим більша вірогідність того, що наслідки НС, або збоїв будуть мінімальні. При будівництві КІ потрібно враховувати такі фактори стійкості будівельних матеріалів як: довговічність; якість; звукоізоляційні властивості; для газопереробних заводів також враховують герметичність матеріалів; теплопровідність; та теплоізоляцію.

Середовище, що впливає на критичну інфраструктуру в негативному плані є одним із складних питань для захисту КІ. Загрози, вразливості та наслідки від НС постійно розвиваються. Критична інфраструктура, постійно піддається ризикам, які суттєво пов'язані з фізичними загрозами та стихійними лихами, в наші часи також більше існує ризик кібер атак. Ця тенденція зумовлена тим, що зростає інтеграція інформаційних і комунікаційних технологій в операції критично важливої

інфраструктури, а сторонні особи які мають свої інтереси зосереджуються на використанні потенційно вразливих програмних забезпеченнях КІ що мають різні наслідки , починаючи від втрати конфіденційної інфрамації, засекречених даних або її навіть вплив на саму критичну інфраструктуру. Загрозливе середовище є динамічним і містить низку ризиків для інфраструктурних систем з боку кібер злочинців та конкурентів, надзвичайних погодних явищ, а також тероризму. Ці ризики є більш численними, складними, розпорошеними в усьому світі, а також їх складно передбачити та управляти ними. Функції критичної інфраструктури, які вони забезпечують, є системами систем зі складними взаємозв'язками і потенціалом для каскадних збоїв у разі їх порушення. З операційної точки зору, для ефективного функціонування об'єкти КІ в усіх секторах все більше залежать як від фізичних активів, так і від кібер обладнання та персоналу що забезпечують захист структури. Сьогоднішні загрози, які використовують зловмисники, являються гібридами, які використовують фізичну інфраструктуру, інформаційні технології (ІТ)[7]

Інформаційні технології, ІТ (вживають також загальніший термін інформаційнокомунікаційні технології (information and communication technologies, ICT) – це система методів, процесів та способів використання обчислювальної техніки і систем зв'язку для створення, збору, передачі, пошуку, оброблення та поширення інформації з метою ефективної організації діяльності людей [8] та операційні технології (OT). Операційні технології – це сучасні технології автоматизації технологічних процесів, промислових виробництв і підприємств на основі цифрових технологій. Автоматизація промислового підприємства на основі АСУ технологічними процесами, АСУ виробництвами, інтегрованої АСУ підприємством [9].

Наприклад, електроенергетичні системи включають як фізичні ресурси для генерації і передачі енергії (наприклад, електростанції, лінії електропередач, розподільчі підстанції, центри управління) та кібер обладнання для управління ними (наприклад, системи

диспетчерського управління та збору даних (SCADA) для управління віддаленими операціями, розподілені системи управління для управління процесами на електростанціях, інтелектуальні технології для вимірювання та звітності про стан). (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition System). SCADA – це тільки один з компонентів автоматизованих систем управління, які на сучасному етапі є складним комплексом програмних і апаратних засобів [10]. Ці фізичні та кібер-елементи мають чітку виражену вразливість до різних загроз і небезпек і можуть спричинити цілу низку наслідків, якщо їх вивести з ладу або ї до катастрофи. Вони також збільшують складнощі, пов'язані з ідентифікацією та аналізом інфраструктурних залежностей і взаємозалежностей.

Зростаючий симбіоз між системами критичної інфраструктури, особливо залежність від інформаційно комунікаційних технологій, збільшує потенційну вразливість до фізичних і кібер загроз та потенційних наслідків, що виникають внаслідок компрометації базових систем або мереж. Залежність – це набута гостра потреба здійснювати будь-які дії або вживати речовини [11]. Наприклад, водоочисна станція може залежати від послуг зв'язку, які підтримують системи SCADA, необхідні для управління роботою станції. Взаємозалежність – це двосторонній зв'язок між двома об'єктами, за якого операції обох об'єктів впливають один на одного.

Взаємозалежність – це певний стан взаємної відповідальності, системної залежності один від одного будь-кого чи чогось, зв'язок, у якій жодна із сторін неспроможна обійтися без іншої, які її складають. Наприклад, водоочисна станція може потребувати зв'язку для своєї системи SCADA і, в свою чергу, забезпечувати водою, яка використовується системою зв'язку для Охолодження обладнання.

З огляду на зростаючу увагу до стійкості критичної інфраструктури, важливо враховувати, як вона пов'язана з іншими основними поняттями національної безпеки, такими як ризик, безпека, готовність і безперервність.

Ризик та стійкість: ризик у контексті національної безпеки держави визначається як потенційна можливість небажаного результату після інциденту, події або явища,

що визначається його ймовірністю відбутися та пов'язаними з наслідками. Стійкість є частиною рівняння ризику, оскільки вона може впливати на вразливість або схильність ураження організації до різних загроз і небезпек, а також на наслідки, які можуть виникнути в результаті надзвичайної події. Зрештою, процес аналізу ризиків є важливим, оскільки він створює прийняття рішень щодо способів управління ризиком шляхом його прийняття, уникнення, передачі або контролю. Таким чином, стійкість є, по суті, частиною більш багаточільової стратегії управління ризиками організації. Метою оцінки властивостей системи та активів, включаючи загрози, Вразливості, наслідки та стійкість, є в тому, щоб дати можливість особам, які приймають рішення, зробити об'єктивний та логічний вибір, який призведе до економічно ефективного зниження ризиків, пов'язаних з різноманітними загрозами та небезпеками, з якими стикаються організації під час управління КІ. Інтеграція стійкості в планування та операції дозволяє організаціям адаптуватися до невизначеності та покращити свою здатність реагувати на нові загрози та небезпеки. Фактично, невід'ємною метою стійкості є готовність адаптуватися як до очікуваних, так і до непередбачуваних ризиків і залишатися працездатною навіть в умовах невизначеності динамічних середовищ. Готовність і стійкість: готовність включає в себе планування, організаційні заходи, обладнання, навчання та тренування, які сприяють підвищенню та підтримці спроможностей, необхідних для запобігання, захисту, пом'якшення наслідків, реагування та відновлення після НС .

Ці п'ять напрямків забезпечення національної готовності є простим способом організації стратегій управління ризиками. Превентивна діяльність найбільш тісно пов'язана з зусиллями щодо усунення загроз; зусилля щодо захисту як правило, спрямовані на усунення вразливостей системи; заходи з реагування та відновлення допомагають мінімізувати наслідки; а заходи з пом'якшення наслідків стосуються всього спектру загроз, вразливостей та наслідків. Заходи з підвищення стійкості інфраструктури Поділяються на кілька напрямків, зокрема захист, пом'якшення наслідків, реагування та відновлення оскільки стійкість передбачає, протистояння, поглинання, реагування, адаптацію і відновлення після інциденту. У багатьох

відношеннях готовність і стійкість є аналогічними: дуже стійка інфраструктурна система буде демонструвати високий рівень готовності в усіх сферах діяльності місії. Цей зв'язок між готовністю та стійкістю простежується в існуючих нормативних документах, таких як ППД-21, в якому чітко зазначено, що підвищення рівня безпеки та стійкості Інфраструктури до всіх видів небезпек вимагає інтеграції з національною системою готовності. Готовність і стійкість є атрибутами не лише самої Інфраструктури, але й організацій та Робочої сили, які експлуатують [12]

Безпека та стійкість: безпека інфраструктури визначається як зменшення ризику для критичної інфраструктури за допомогою фізичних засобів або захисних Кіберзаходів від вторгнень, атак або наслідків природних чи антропогенних катастроф. Захист критичної інфраструктури включає в себе стримування, виявлення, запобігання або підготовку до загроз і небезпек, а також зменшення вразливостей КІ. Заходи з безпеки інфраструктури, як правило, зосереджені на запобіганні та захисті. Безпека сприяє загальній стійкості критичної інфраструктури, але є лише одним з аспектів стратегії управління ризиками, який в першу чергу зосереджений на загрозах і вразливостях. Стійкість охоплює ширші заходи з управління ризиками та забезпечення готовності і не обмежується лише загрозами та вразливими місцями, але й спрямована на подолання наслідків. Безпека за своєю суттю зосереджена всередині організації: оператори інфраструктури можуть ефективно захистити лише те, чим вони самі володіють або керують. Стійкість враховує як внутрішні, так і зовнішні фактори, прагнучі передбачити і підготуватися до подій, яким заходи безпеки не можуть Запобігти, наприклад, втрата електропостачання або зв'язку на об'єкті. Безперервність та стійкість: планування безперервності для державних і приватних партнерів зосереджується на розумінні того, як підтримувати основні операції під час надзвичайних ситуацій. Метою планування безперервності є зменшення наслідків будь-якої руйнівної події до керованого рівня; цей пріоритет доповнює основні принципи стійкості (тобто, підготовка та адаптація до мінливих умов, а також протистояння та швидке відновлення після збоїв та надзвичайних ситуацій). Коли активуються плани

забезпечення безперервності, організації очікують, що матимуть обмежені ресурси та персонал, і передбачають, що не зможуть виконувати всі свої звичайні функції. Ресурси та функції, які вважаються важливими в процесі планування безперервності, часто є взаємопов'язаними між собою в різних організаціях; таким чином, ефективність плану забезпечення безперервності діяльності однієї організації може залежати від успішного виконання плану Забезпечення безперервності діяльності іншої організації. Така взаємозалежність існує між державними та приватними організаціями; приватний сектор може покладатися на певні державні функції, так само, як і уряд, ймовірно, залежить від ресурсів приватного сектору у своїй діяльності, чим стійкішою є організація, тим краще вона зможе впоратися з викликами, пов'язаними з надзвичайними ситуаціями, і забезпечити збереження основних функцій, визначених у плані забезпечення безперервності діяльності.

1.2 Методологія оцінки стійкості

Якщо казати про методологію оцінки стійкості критичної інфраструктури, то сам процес починається з виявлення проблеми і продовжується через розробку плану оцінювання, збір даних, аналіз, документування та надання результатів, а також заохочення зацікавлених сторін до дій, спрямованих на підвищення стійкості. Усі етапи вимагають залучення партнерів, як для визначення спільних викликів, так і для забезпечення підтримки зусиль, збору даних, обміну попередніми аналітичними висновками (якщо присутні) або підтримки конкретних подальших рекомендацій, що впливають з оцінки. Якісний аналіз передбачає в основному суб'єктивну оцінку ризиків на основі їх характеристик, впливу та ймовірності. Цей метод часто використовується, коли доступні обмежені дані або коли потрібна швидка початкова оцінка. Для класифікації ризиків він спирається на описові шкали, такі як низький, середній і високий.

Ось як зазвичай виконується якісний аналіз ризику:

- Ідентифікація ризиків: Перший крок полягає у визначенні потенційних ризиків, які можуть вплинути на проект, процес або ціль.

- Оцінка ризику: потім ризики оцінюються з точки зору їх потенційного впливу та ймовірності. Ця оцінка може включати експертне судження, історичні дані та іншу якісну інформацію.
- Ранжування ризиків: після оцінки ризику ранжуються або встановлюються пріоритети на основі їх серйозності, враховуючи як їхні потенційні наслідки, так і ймовірність їх виникнення.
- Обробка ризиків: на основі їх рейтингу ризикам призначаються відповідні стратегії обробки ризиків, такі як уникнення, пом'якшення, передача або прийняття[13]

Успішні оцінки регіональної інфраструктури створюють можливості для безперервного залучення партнерів протягом усього процесу, починаючи з визначення обсягу робіт і закінчуючи отриманням результатів з метою Довгострокового впровадження заходів з підвищення стійкості. Спільна стратегія управління ризиками, розроблена в рамках державно-приватного партнерства, підвищує неефективність зусиль із захисту критичної інфраструктури та підвищення її стійкості. Створення добровільних коаліцій та інших видів державноприватного партнерства створює сильну ціннісну пропозицію, в якій партнери визнають очевидні вигоди від участі, що посилює стійкість завдяки створенню міцного послужного списку успішних проектів

Встановлення і підтримка міцних партнерських відносин з представниками федеральних, регіональних, місцевих, племенних і територіальних органів влади та організацій приватного сектору в різних секторах має важливе значення для проведення успішного оцінювання стійкості. Особливо важливо залучити та отримати підтримку від відповідних власників і операторів інфраструктури (часто як приватного, так і державного сектору), чиї об'єкти і системи зазвичай лежать в основі будь-якої ініціативи, спрямованої на посилення безпеки і стійкості регіональної інфраструктури. Представництво різних секторів може допомогти забезпечити виявлення та врахування між секторальних питань в оцінці.

Роботу з племінними партерами можна привести з досвіду Сполучених Штатів. Уряд США має унікальні правові та політичні відносини з урядами американських індіанців та корінних племен Аляски. Сполучені Штати визнають право визнаних на федеральному рівні індіанських племен на самоврядування. Станом на березень 2020 року існувало 574 визнаних на федеральному рівні племен. Крім того, деякі племена визнані штатами. Індіанські племена, визнані штатами, не обов'язково визнані на федеральному рівні, але визнані на федеральному рівні племена також можуть бути визнані на рівні штатів. Ці категорії корисні для визначення ресурсів, до яких можуть отримати доступ племінні партнери [14].

Оцінювання регіональної інфраструктури може бути різним за обсягом і масштабом, але часто для досягнення успіху необхідна участь широкого кола зацікавлених сторін, включаючи власників та операторів об'єктів приватного сектору, промислові організації, організації з реагування на надзвичайні ситуації та відновлення, постачальників комунальних послуг та регуляторні органи, транспортні агентства та органи влади, комісії з планування, правоохоронні та організації які відповідають за безпеку, академічні установи та науково-дослідні центри. На місцевому рівні урядові, бізнес та громадські організації мають унікальні знання, комунікацію з потенційними партнерами у громаді та комунікацію з ними. У таблиці 1.1 наведено приклади потенційних учасників оцінювання, які представляють уряд, приватний Сектор та наукові спільноти.

Таблиця 1.1– Приклади партерів для оцінки стійкості регіональної інфраструктури.

Федеральні	Приватний сектор	Штатні і місцеві	Інші
Оператори інфраструктури	Власники та оператори	Оператори інфраструктури	Технологічні дослідники
Регіональні офіси	Координаційні ради секторів	Регулятори	Дослідники політик

ФЕМА та агенції з надання допомоги в надзвичайних ситуаціях	Постачальник технологічних рішень	Комісії з комунальних послуг	Групи громадського планування
Регулятори	Організації зі стандартизації	Менеджери з надзвичайних ситуацій	Державно промислові групи
Секторальні агенства	Постачальники послуг з безпеки	Агенства реагування на надзвичайні ситуації	Регіональні групи з планування
Організації з обміну інформації	Клієнти/ користувачі	Лідери та політичні діячі	Колеги та університети
Лідери та політичні діячі	Торгівельні асоціації	Радники з національної безпеки	-
Верховна рада / Конгрес	Групи з обміну інформацією та консультування	Планувальники	-

Щоб виявити та вирішити проблему, потрібно зробити 6 кроків, і першим етапом в оцінці стійкості регіональної інфраструктури є «Ідентифікація проблеми», цей перший крок починається із визначення проблеми, і розробити концепції, яку партнери повинні вирішити разом громади по всій країні в тій чи іншій мірі стикаються зі спільним набором прогалин у розумінні та вирішенні питань стійкості інфраструктури. Визначивши ці прогалини, регіональні партнери можуть використати їх для формування основи потенційних оцінок. Надійна концепція оцінювання починається з чітко сформульованого питання або проблеми, яка

потребує вирішення. Деякі концепції оцінювання починаються з проблеми або прогалини в знаннях, які були визначені однією або кількома зацікавленими сторонами на основі реального досвіду або попередніх досліджень. Наприклад, державний менеджер з надзвичайних ситуацій може не розуміти, як функціонує система критичної Інфраструктури в його юрисдикції або які вона має вразливості чи залежності. В інших випадках громади можуть активно намагатися зрозуміти, як прогалини у стійкості інфраструктури, виявлені в інших місцях, можуть бути застосовані до них, перш ніж вони зазнають серйозних порушень, пов'язаних з інфраструктурою. Оскільки проекти, пов'язані з підвищенням стійкості, по суті, функціонують як спосіб усунення прогалин у знаннях, коли партнер представляє проблему як ідею для оцінювання, ключові подальші питання, які слід розглянути, включають те, яких знань бракує, щоб допомогти вирішити цю проблему, і які дослідження допоможуть отримати цю інформацію.

Наступний крок «Оцінка проектування». Цей етап передбачає визначення ключових дослідницьких питань, на які намагатимуться відповісти регіональні зусилля з оцінювання, встановлення географічного масштабу цих зусиль, визначення інфраструктурних систем, які слід розглянути під час оцінювання та формування конкретних кроків, які зацікавлені сторони здійснюватимуть для відповіді на ключові дослідницькі питання. Після того, як проблема стійкості регіональної інфраструктури виявлена та визначена на високому рівні, наступним кроком є доопрацювання початкових концепцій оцінки шляхом визначення конкретних дослідницьких питань та конкретних заходів, які відбудуватимуться в рамках виконання оцінки. Етап розробки створює основу для всього, що відбувається далі, включаючи збір даних, аналіз, передачу результатів і вжиття заходів для усунення прогалин у стійкості інфраструктури, виявлених під час оцінювання.

Третій крок «Збір даних». Заходи можуть включати дослідження з відкритих джерел, міжвідомчу співпрацю, інтерв'ю з профільними експертами, дискусії, оцінку об'єктів та інші кроки, які допомагають зацікавленим сторонам збирати інформацію, необхідну для відповіді на ключові дослідницькі питання. Дані, що

використовуються для оцінки стійкості, можуть бути надзвичайно різноманітними, включаючи якісну та кількісну інформацію, зібрану за допомогою різних методів. Самі дані можуть включати структуровані набори кількісних даних, географічну інформацію, плани і процедури (наприклад, плани безперервності бізнесу та аварійних операцій), списки об'єктів або постачальників, описові звіти або нотатки з зустрічей та інтерв'ю. Аналітики повинні зібрати і проаналізувати розрізнені набори даних для різних секторів інфраструктури, щоб створити набір ресурсів, які можуть бути використані для аналізу стійкості.

Четвертий крок «Аналіз». Цей етап передбачає застосування аналітичного підходу, який включає один або декілька аналітичних методів (наприклад, геопросторовий аналіз, моделювання та імітацію) для оцінки інфраструктурних систем, що становлять інтерес. Після завершення збору даних заходи з оцінювання можуть все більше зосереджуватися на застосуванні різних методів аналізу, щоб почати шукати відповіді на визначені дослідницькі питання. Деякі напрямки аналізу, ймовірно, були заплановані ще на етапі планування оцінювання. Однак додаткові можливості для аналізу часто з'являються під час процесу збору даних, доповнюючи та посилюючи аналітичні підходи, заплановані раніше. В інших випадках групи з проведення оцінювання можуть визначити, що раніше запропонований аналіз може виявитися неможливим на основі фактичних даних, зібраних під час роботи із зацікавленими сторонами та відповідних досліджень.

П'ятий крок «документування та презентація даних». На цьому етапі основна увага приділяється документуванню конкретних питань, викликів і можливостей, виявлених під час оцінки, а також визначенню потенційних напрямів дій, які можуть розпочати усунення виявлених прогалин у стійкості. Після завершення аналітичної діяльності наступним кроком є узагальнення важливих висновків аналізу, документування результатів та визначення способів представлення інформації у спосіб, що найбільш ефективно відповідає початковій меті та запланованим результатам оцінювання. Ключові кроки в цьому процесі включають визначення найбільш переконливих результатів і оформлення їх у вигляді зрозумілих висновків для зацікавлених сторін; розробку потенційних курсів дій, спрямованих на

усунення прогалин у сфері стійкості, виявлених у процесі оцінювання; представлення результатів у форматах, які дозволяють ефективно передавати інформацію, одночасно захищаючи інформаційну безпеку і конфіденційні дані; а також обмін результатами з ключовими партнерами для забезпечення їхньої підтримки і розробки стратегії дій на основі остаточних результатів.

Шостий крок «Сприяння дії». Останній крок передбачає створення основи для дій на основі аналітичних висновків і здійснення реальних кроків для підвищення стійкості за допомогою капітальних інвестицій, планування, навчання та тренувань. Хоча збір даних, аналіз і різні результати оцінки є важливими самими по собі, вони не є завершенням регіональних зусиль. Результати оцінки стійкості насправді мають стати частиною довгострокового процесу управління ризиками, який призведе до значущого, вимірюваного прогресу в підвищенні регіональної стійкості шляхом стимулювання подальших спільних дій. Впровадження окремих заходів для підвищення стійкості інфраструктури може зміцнити і підтримати партнерства, які були розроблені і розширені в ході регіональної оцінки критичної інфраструктури.

1.3 Аналізи наслідків оцінки стійкості

Аналіз – метод дослідження, який вивчає предмет, уявно чи реально розчленовуючи його на складові елементи, як-от частини об'єкта, його ознаки, властивості, відношення, відтак розглядає кожен з виділених елементів окремо в межах єдиного цілого; протилежний метод – синтез [15]. Якщо ми хочемо сказати про аналіз наслідків – це процес визначення або оцінки Потенційних або фактичних наслідків події, інциденту чи Явища. Наслідки зазвичай вимірюються в чотирьох аспектах: людські, економічні, емісійні та психологічні, але можуть також включати інші фактори, такі як вплив на навколишнє середовище.

Людські наслідки можуть включати смертельні випадки і поранення в результаті події. Економічні наслідки можуть включати прямий і непрямий вплив на економіку регіону. Наслідки для місії стосуються здатності суб'єкта досягати стратегічної мети (наприклад, національної оборони) або виконувати важливу функцію (наприклад, виробляти електроенергію, забезпечувати доступ до чистої питної води).

Психологічні наслідки – це дія на психічний стан, почуття, думки і вчинки інших людей за допомогою психологічних засобів: вербальних, пара лінгвістичних, невербальних [16]. Аналіз наслідків є важливим елементом оцінки регіональної стійкості, оскільки він враховує наслідки, що виникають внаслідок потенційних порушень в роботі інфраструктури. Залежно від наявних даних та використаних інструментів, наслідки можуть бути охарактеризовані якісно за допомогою відносних рейтингових підходів (наприклад, високий, середній, низький) або у більш точних кількісних показниках (наприклад, фінансові витрати, втрачені життя). Наслідки можуть бути прямими або непрямими за своєю природою.

Прямий наслідок – це ефект, який є безпосереднім результатом події, інциденту або явища. Прямі наслідки можуть включати травми, загибель людей, перерву в роботі на місці, негайні витрати на ліквідацію наслідків, пошкодження майна та інфраструктури, а також шкоду навколишньому середовищу. Непрямий наслідок – це ефект, який не є прямим наслідком події, інциденту або явища, але спричинений прямим наслідком, наступними каскадними ефектами та/або пов'язаними з ним рішеннями. Прикладами непрямих наслідків можуть бути прийняття нових законів, політик, стратегії зменшення ризиків або інвестицій, вплив на здоров'я людей, економічні наслідки для ланцюга поставок, зниження вартості майна, вплив на фондовий ринок і довгострокові зусилля з очищення. Непрямі наслідки є важливими, оскільки вони можуть мати більший і триваліший вплив, ніж прямі наслідки.

Непрямий наслідок – це ефект, який не є прямим наслідком події, інциденту або явища, але спричинений прямим наслідком, наступними каскадними ефектами та/або пов'язаними з ним рішеннями. Прикладами непрямих наслідків можуть бути прийняття нових законів, політик, стратегії зменшення ризиків або інвестицій, вплив на здоров'я людей, економічні наслідки для ланцюга поставок, зниження вартості майна, вплив на фондовий ринок і довгострокові зусилля з очищення. Непрямі наслідки є важливими, оскільки вони можуть мати більший і триваліший вплив, ніж прямі наслідки. Непрямі наслідки можуть проявлятися через залежності першого,

другого і третього порядку між інфраструктурними активами і системами як вище, так і нижче за течією. При аналізі потенційних або фактичних наслідків перебоїв в роботі інфраструктури важливо враховувати як локальний вплив перебоїв, що відбуваються на окремому об'єкті (наприклад, який вплив на окремий об'єкт? На систему, частиною якої він є? На громаду, в якій він розташований?), а також ширші наслідки такого порушення в регіональному масштабі та в одній або декількох інфраструктурних системах (наприклад, які наслідки для споживачів матеріалів або послуг, пов'язаних з активом? На інші інфраструктурні системи? На інші громади, які залежать від пов'язаних інфраструктурних послуг або матеріалів?).

Взаємопов'язаність і географічний розподіл інфраструктурних систем означає, що збій в одному об'єкті може мати потенціал каскадного впливу на кілька систем за принципом доміно. З цієї причини аналіз наслідків і аналіз залежностей тісно пов'язані між собою. Розуміння всередині систем і між ними дозволяє командам з оцінки краще зрозуміти, спрогнозувати і мінімізувати наслідки перебоїв у роботі.

Тобто, При аналізі наслідків критичної інфраструктури, в свою чергу передбачається розуміння того, що для функціонування та проведення повного аналізу загрози або наслідків аварії потрібно враховувати широкий спектр взаємодій між регіональними та місцевими органами.

Розділ 2

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ ДЛЯ ГАЗОПЕРЕРОБНИХ ЗАВОДІВ

Виконала							
Керивник							
Консультант							
Н.контр.							
Зав. каф.							

2.1 Ідентифікація параметрів та взаємозалежності енергетичної інфраструктури

Для установлення ідентифікації параметрів та взаємозалежностей енергетичної інфраструктури до який також входить і газопереробний завод потрібно розуміти що, енергетична іфраструктура – це сукупність об'єктів, призначених для

виробництва, передачі і розподілу електричної енергії, у тому числі їх технологічна інфраструктура [17]. Отже зменшення вразливості до всіх можливих небезпек, які можуть завдати шкоди КІ, шляхом підвищення рівня захисту та підвищення стійкості ОКІ, є однією з головних цілей ЄС. Мета полягає в тому, щоб максимально обмежити ймовірність поширених негативних наслідків для громадян та економіки ЄС шляхом забезпечення послуг навіть у разі значних руйнівних подій, узгоджених із цілями Стокгольмської програми та Стратегії внутрішньої безпеки ЄС.

Міжнародна стратегія ООН зі зменшення ризиків стихійних лих (UNISDR) – Управління ООН зі зменшення ризику лих (UNDRR) було створено в грудні 1999 року для забезпечення реалізації Міжнародної стратегії зменшення ризику лих [18], визначила стійкість як «здатність системи, спільноти чи суспільства, які зазнають небезпеки, протистояти, поглинати, пристосовуватися до наслідків небезпеки та відновлюватися після них своєчасно та ефективно, у тому числі шляхом збереження та відновлення його основних базових структур і функцій». Це загальне твердження також стосується КІ.

Згідно з визначенням, вперше наданим Європейським Співтовариством у Повідомленні 2004 року «Захист КІ в боротьбі з тероризмом», критична інфраструктура є ключовою системою, об'єктом, мережею або активом, порушення якої призведе до відповідного впливу на соціально-економічному стані та розвитку держави-члена Європейського Союзу. Для посилення їх захисту не тільки від тероризму, а й від усіх інших небезпек (зокрема, стихійних лих) була створена Європейська програма захисту КІ (EPCIP) – це доктрина та програми, створені для виявлення та захисту критичної інфраструктури, яка у разі несправності, інциденту чи атаки може серйозно вплинути як на країну, де вона розміщена, так і принаймні на одну іншу європейську державу [19]. Також метою цієї програми було визначення загальної основи, заснованої на кількох принципах, включаючи субсидіарність, секторний підхід, взаємодоповнюваність, конфіденційність, пропорційність та співпрацю зацікавлених сторін. Вона була зосереджена на ідентифікації європейських критичних інфраструктур (ЄКІ), визначених як критична

інфраструктура, розташовані в державах-членах ЄС, збій у яких суттєво вплине принаймні на дві країни які входять в асоціацію. Вона також розглянула їхню можливу взаємозалежність, оцінку їхнього ризику за допомогою спільних підходів та заходів, які можуть бути встановлені для покращення їхнього захисту, коли наслідки після аварії за межами кордонів ЄС можуть впливати на ЄС, плани на випадок непередбачених обставин для зменшення або пом'якшити негативних наслідків порушень КІ. Одним із найбільш актуальних документів для імплементації захисту європейської критичної інфраструктури є Директива 2008 року про «ідентифікацію та позначення ЄКІ та оцінку потреби у покращенні їх захисту» [20]. Він являє собою перший підхід до ідентифікації ЄКІ та оцінки потреби у підвищенні рівня її захисту, і він стосується лише двох конкретних секторів (енергетики та транспорту), вказуючи на необхідність майбутніх переглядів, спрямованих на включення інших секторів, таких як інформація та комунікаційні технології (ІКТ). Він також вимагає від власників/операторів ідентифікованого ЄКІ розробляти плани безпеки оператора (ПБО), які визначають існуючі або реалізовані варіанти захисту ЄКІ.

У 2013 році було запроваджено перегляд Європейської Програми Захисту КІ [8], спрямований на організацію виконання заходів за трьома робочими потоками (запобігання, готовність та реагування), на поглиблення аналізу взаємозалежностей (міжгалузевих і транскордонних) і враховування зв'язок КІ з іншими критичними інфраструктурами (особливо КІ виробництва та передачі електроенергії).

У 2017 році Європейська комісія започаткувала оцінку впровадження Директиви 2008 року та зосередження уваги на її актуальності, узгодженості, ефективності, доданій вартості та стійкості для ЄС. Процес оцінки завершився у 2019 році. Це Свідчить про необхідність перегляду Директиви, включаючи інші сектори, окрім енергетичного та транспортного, та враховуючи взаємозалежність між секторами. Крім того, це підкреслює актуальність, яку можуть мати нові загрози, в тому числі ті, що пов'язані зі штучним інтелектом, впровадження передових ІКТ-рішень, які

можуть створювати нові вразливості, і залучення третіх країн до володіння та експлуатації КІ [9,10].

Для ефективного посилення захисту КІ необхідні кількісні методики, здатні оцінити стійкість інфраструктурою і цілісно оцінити різні задіяні виміри. Зокрема, підходи, запропоновані в науковій літературі, зосереджені на деяких ключових аспектах, пов'язаних із концепцією стійкості інфраструктури, а саме: спеціальні методології оцінки ризиків для кількісного визначення стійкості критичної інфраструктури, взаємозв'язки та взаємозалежності між КІ, аналіз вразливості інфраструктури з огляду на різний рід загроз. Деякі з цих підходів також намагаються оцінити багатовимірний (енергетичний, соціальний, екологічний та економічний) вплив через руйнівні події за участю КІ.

Розглядаючи кількісні методології для оцінки стійкості КІ, насамперед можна згадати два дослідження, підготовлені JRC – це служба науки та знань Європейської Комісії, яка наймає вчених для проведення досліджень з метою надання незалежних наукових консультацій та підтримки політики Європейського Союзу (ЄС) [21]. Зокрема, Galbusera et al. [52] запропонували технікоекономічне обґрунтування застосування стрес-тестів (подібних до тих, що застосовуються в ядерному та економічному секторах) для оцінки стійкості критичної інфраструктури проти кількох небезпек. Giannopoulos et al. [53] провели аналіз сучасного стану методологій оцінки ризиків, які можуть бути корисними для захисту КІ. Загальний підхід до аналізу ризиків та управління системами систем можна знайти в дослідженнях, проведених Haines et al. [54] та Ariel Pinto [55].

Запропонований підхід виходить з концепції енергетичного коридору. Коридор можна визначити як розгалужену інфраструктуру (наприклад, газопроводи, нафтопроводи та великі лінії електропередач), що характеризується початковою та кінцевою точками, що з'єднує виробничі/нафтопереробні підприємства з розподільними вузлами. Енергетичні коридори зазвичай є стратегічними елементами для економіки країн, які з ними пов'язані. Їхній вплив поширюється на велику територію, не обмежуючись географічним сусідством інфраструктури. У

майбутньому світі, який буде взаємопов'язаний з великомасштабними енергетичними ринками, роль енергетичних коридорів може стати вирішальною: диверсифікація джерел і можливість забезпечення функціональності інфраструктур можуть суттєво вплинути на безпеку енергопостачання і на економічні системи країн, що характеризуються високим рівнем залежності від імпорту енергоносіїв. З цих причин кількісна оцінка стійкості енергетичних коридорів проти можливих несприятливих подій шляхом чисельної оцінки рівня їх критичності та одночасне визначення відповідних критеріїв прийнятності ризику є важливими для визначення ділянок, які потребують уваги та інвестицій для запобігання потенційно серйозним збоям, які можуть вплинути на ВВП із втратами в різних масштабах.

Також ця методологія зосереджена на кількісній оцінці критичності окремої ділянки енергетичного коридору в перспективі всіх можливих екстремальних природних явищ.

Для цього першим кроком було визначення набору параметрів, які можуть вплинути на рівень критичності енергетичної критичної інфраструктури, шляхом їх кластеризації в різні групи та аналізу їх взаємозалежностей. Для врахування просторового розміру енергетичних коридорів була досліджена можлива залежність кожного параметра від географічного положення зс (в межах від 0 до довжини коридору l_c і вимірюється в км) уздовж коридору. Трубопровід зазвичай може пролягати на великій довжині, і природне середовище може суттєво змінитися вздовж маршруту: певні природні небезпеки можна розглядати лише для обмеженого набору відгалужень, а не для загальної довжини коридору. Зрештою, було оцінено вплив зміни значення кожного параметра на шкоду. У цьому дослідженні було розглянуто 15 параметрів і 4 групи («Пов'язані з подіями», «Пов'язані з коридором», «Пов'язані з резервними джерелами» та «Пов'язані з користувачами»). Параметри наведені в таблиці 21, а залежність матриці наведена в таблиці 2.2. Взаємозалежності визначаються за припущенням збільшення значення кожного незалежного параметра та звітування про вплив на залежний параметр (зменшення або збільшення). У таблиці також наведено вплив кожного параметра на пошкодження.

Таблиця 2.1 - Розглянуті параметри по групах

Група	Параметр	Опис	Одиниця
Пов'язані з подією			
	p	Імовірність залучення більше ніж 1 об'єкта	-
	λ	Площа пошкодження (міра потенційної площі пошкодження від інциденту)	км
	τ	Часовий масштаб інциденту (міра тривалості)	с
	s	Сезонний фактор (вплив пори року на подію)	-
Коридорний			
	l_c	Довжина коридору	км
	cp, c	Пікова пропускна здатність коридору	Дж/с
	RT	Час ремонту	с
Пов'язані джерела резервного копіювання			
	d_b	Відстань між джерелом і коридором	
	cp, b	Пікова потужність джерела	
	rm, b	Мінімально доступні резерви для 1 джерела	
	a_b	Наявність джерела	
	$atec$	Технічна доступність джерела	

Пов'язані користувачі			
	i	Переривна ємність	Дж/с
	α_i	Наявність переривної ємності	-
	e	Енергоємність для розглянутого товару	Е/Дж

Таблиця 2.2 – Взаємозалежності та вплив на пошкодження

Параметр	Опис	Залежність від займаної позиції z_c	Вплив на пошкодження		Взаємозалежності	
			↑	↓	↑ із	↓ із
p	Ймовірність залучення більшої кількості об'єктів	X	X		λ	d_b
λ	Відстань пошкодження		X			
τ	Шкала часу події		X		s	S
s	Пора року					
l_c	Довжина коридору	X	X			

cp,c	Пікова пропускна здатність коридору		X		s	S
RT	Час ремонту	X	X		τ, s	S
d_b	Відстань джерелокоридор	X		X		
cp,b	Пікова потужність джерела			X	s	S
rm,b	Мінімальний запас джерела			X	s	S
α_b	Наявність джерела	X		X	s, d_b	λ, s
$atec$	Технічна доступність			X	S	S
i	Переривна ємність			X	S	S
α_i	Наявність та доступність i			X	s	s
e	Енергоємність		X			

Посилаючись на групу 1, сезонність s , яка представляє мінливість побаченної природної події протягом року, є параметром, який головним чином впливає на інші. Імовірність того, що природна подія може вплинути не тільки на аналізований коридор, але й на інші інфраструктури, що постачають той самий товар (резервні джерела), суворо пов'язана з масштабом самої події та географічним контекстом. Вона залежить від відстані між коридором (або відгалуженням коридору) і

резервним джерелом, і на площі потенційного пошкодження для розглянутої події, кількісно визначеної через відстань пошкодження λ . Усі об'єкти, розташовані на відстані менше або дорівнює λ , залучені подією настільки, що їх функціональність втрачається.

Збільшення всіх параметрів, що стосуються коридору (група 2), викликає збільшення потенційного ризику. Слід підкреслити, що RT – який включає не лише час, необхідний для ремонту критичної інфраструктури, але й час для досягнення пошкодженої ділянки коридору та час для отримання запитаних запасних частин – залежить не лише від сезону, а й від часового і просторового масштабу події: чим більше географічне поширення природного ризику та її тривалісті, тим більше часу потрібно для досягнення пошкодженої ділянки.

Збільшення параметрів, пов'язаних з доступністю резервних джерел, призводить до зменшення збитку. Середній шлях між резервними джерелами надає інформацію про ймовірність того, що резервне джерело може бути залучене до розглянутої екстремальної події: чим вище значення параметра, тим менша ймовірність. Доступність цих джерел залежить не тільки від сезонності, але й від відстані між коридором і джерелом. Зокрема, вона збільшується, якщо джерело знаходиться далеко від епіцентру події.

З огляду на Групу 4, параметри пов'язані з еталонним ринком: у разі можливого збою коридору оператор ринку може прийняти рішення про припинення постачання для деяких вибраних експлуатантів, щоб зменшити навантаження на розглянуту інфраструктуру. Переривна потужність може залежати від сезону. Енергоемність e (тобто кількість енергії, необхідна для виробництва одиниці ВВП), натомість, дає міру важливості товару, що постачається розглянутим коридором, дозволяючи кількісно визначити економічний збиток від втрати поставок як наслідок. Екстремальної події.

Велика кількість параметрів, пов'язаних із коридором і резервними джерелами, проте є технічними даними, які зазвичай доступні для конкретної розглянутої інфраструктури. Тільки час ремонту слід оцінювати за допомогою відповідних баз

даних або спеціальних досліджень (аналіз ремонтпридатності). Зрештою, посилаючись на параметри, пов'язані з користувачами, розривна потужність – це інформація, яка повинна бути відома залежно від уже підписаних контрактів і угод, тоді як енергоємність для товару, що перевозиться коридором, можна отримати зі статистичних джерел.

Крім того, для запропонованого методу коридор можна вважати одновимірним, тобто характеризувати лише біжучою координатою зс. Це зв'язано з тим, що лише положення вздовж коридору, відстань між резервними джерелами по відношенню до коридору та відстань між епіцентром розглянутої природної небезпеки та самим коридором мають значення для аналізу.

2.2 Критерії прийняття ризику енергетичної інфраструктури та ГПЗ

Якщо казати данні які доступні у публічному доступі , можна сказати що доступно не так уж і багато досліджень для визначення критеріїв прийнятності ризику для соціально-економічного ризику, а відмінності між економічними системами не дозволяють визначити прості процедури, придатні для застосування в різних контекстах, особливо для газопереробних заводів, тому з цієї причини в кваліфікаційній роботі запропоновано спеціальний критерій, заснований на загальній економічній оцінці збитків внаслідок природних явищ, який враховує як прямі (будинкам, інфраструктурі, промисловим об'єктам), так і непрямі (продуктивні втрати, відсутність базових послуг для населення).

Згідно зі статистичними даними страхової компанії Munich Re – Це один з провідних перестраховиків у світі. ERGO, дочірнє підприємство Munich Re, є основним страховим відділенням Групи. Акції Munich Re котируються на всіх німецьких фондових біржах та в електронній торговій системі Xetra. Munich Re включено до індексу DAX на Франкфуртській фондовій біржі, Euro Stoxx 50 та інших індексів [22], що відносяться до глобальних природних втрат у всьому світі (включаючи географічні, метеорологічні, гідрологічні та кліматологічні події) за період 1980–2015 рр., загальні збитки у 2015 р. Становили близько 0,14% від глобальний ВВП (дані зі статистики Світового банку). Проте протягом попередніх

років було досягнуто значно високих процентних значень, зокрема у 2011 році (головним чином через землетрус Тохоку та цунамі в Японії), коли збитки досягли максимуму в 380 мільярдів доларів США, а також у 2005 році, головним чином пов'язаним з ураганом Катріна в США. Ці дві події, зокрема, підкреслюють, що надзвичайні ситуації за участю розвинених країн зазвичай призводять до більш відповідних економічних ефектів навіть у глобальному масштабі.

Запропонований вираз для прийняттого річного економічного збитку, пов'язаного з певним коридором, оцінюється як частка річного ВВП, враховуючи внесок енергетичного сектору у структуру ВВП, внесок аналізованого коридору в загальне енергопостачання країни/території, вага економічних втрат через надзвичайну природну подію.

Зокрема:

- Внесок енергетичного сектору у ВВП виражається коефіцієнтом f_{en} , який визначається як:

$$f_{en} = \frac{VA_{en}}{GDP}$$

(2.1)

де:

VA_{en} : додана вартість енергетичного сектору. Потрібно зазначити, що ВВП у ринкових цінах є сумою валової доданої вартості у ринкових цінах для всіх виробничих секторів.

- Внесок аналізованого коридору в регіональне енергопостачання визначається економічною вартістю товару, що переправляється коридором c на рік; коефіцієнт f_c визначається як:

$$f_c = \frac{EV_c}{VA_{en}}$$

(2.2)

де:

EV_c : економічна вартість енергетичного товару, що постачається коридором c

- Річний розрахунок економічних втрат і витрат, пов'язаних з руйнуванням коридору c через природну подію ne , приймається як максимально прийнятний ризик, а коефіцієнт f_{ne} визначається як:

$$f_{ne} = \frac{L_{ne}}{GDP}$$

(2.3)

де:

L_{ne} : загальні економічні збитки та витрати внаслідок природної події ne .

Оскільки статистичних даних для оцінки витрат та економічних втрат для конкретної природної події ne , що робить зрив коридору c , немає, середнє значення f_{ne} , визначене в масштабі регіону/країни, використовується як еквівалент «місцевого» співвідношення між річними економічними збитками та витратами, пов'язаних з несправністю коридору c , і економічною вартістю EV_c товару, що перевозиться через c на рік.

Попередньо описані кроки можна звести до єдиного співвідношення (2.4), яке дозволяє кількісно визначити поточний економічний ризик у термінах грошових втрат як наслідок несприятливої природної події ne :

$$R_a = f_{ne} \cdot f_{en} \cdot f_c \cdot GDP$$

(2.4)

Необхідно підкреслити, що конкретні оцінки загальних економічних збитків і витрат L_{ne} не є загальнодоступними як публічні дані і повинні надаватися страховими компаніями.

Після визначення поточного ризику максимально допустима частота (кількість подій на рік) для даного збитку на ділянці коридору, визначеній координатою z_c , оцінюється за допомогою графічного підходу, який починається з попередньо визначеного індексу критичності (тобто економічної величини збитку, спричиненого порушенням послуги внаслідок аналізованої події) (Рис. 2.1).

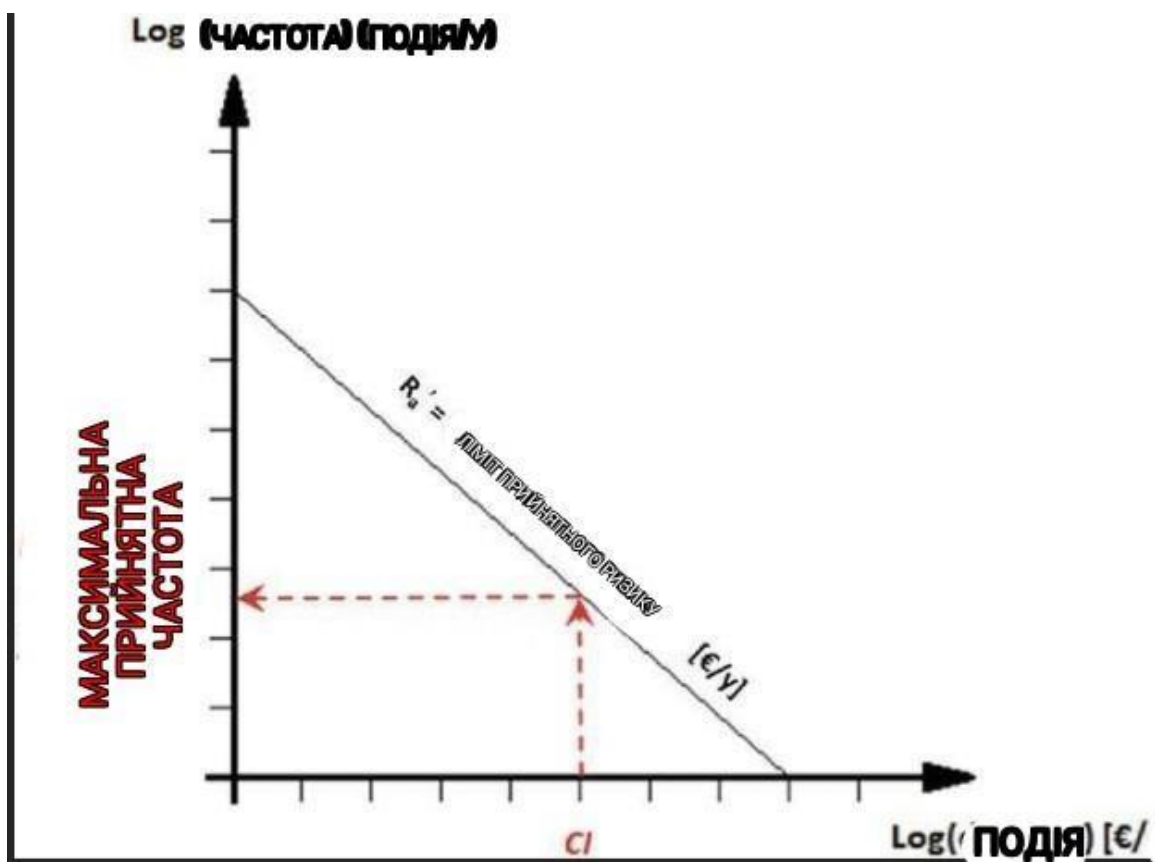


Рисунок 2.1. Визначення максимально допустимої частоти відповідно до значення CI .

З отриманої максимальної прийнятності частоти можна оцінити відміну інтенсивності події за допомогою кривої частота-інтенсивність, яка є характерною для кожного класу подій (рис. 2.2)

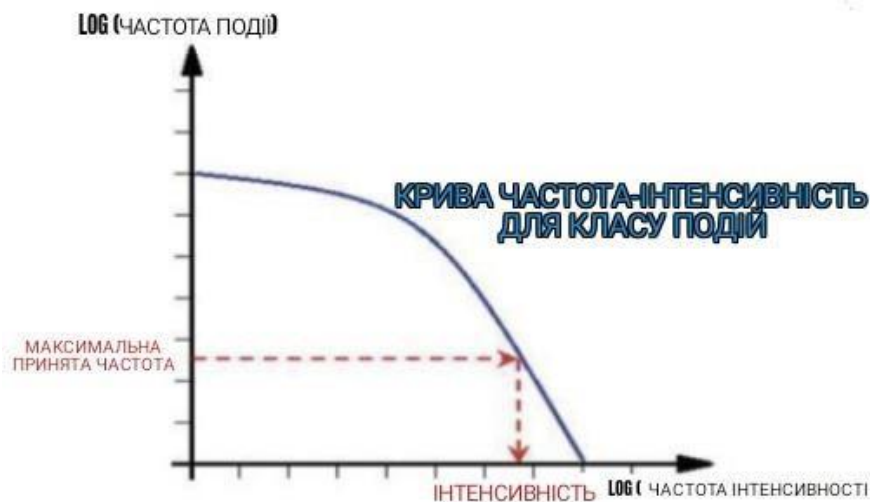


Рисунок 2.2 – Оцінка інтенсивності події, пов'язаної з максимально допустимою частотою відповідно до кривої частота-інтенсивність.

У науковій літературі є кілька досліджень щодо зв'язку між частотою та інтенсивністю (або величиною) природних явищ. Наприклад, ті, що виконані Hungr et al [56]., Jakob et al [57]., Riley et al[58]. (щодо зсувів селевих потоків), Zhang et al[59]. (зосереджується на повенях) і Papadakis [60](розглядає землетруси в Греції).

Загалом, інтенсивність пов'язана з конкретними характеристиками розглянутої події (наприклад, пікове прискорення ґрунту для землетрусів, максимальний рівень води для повеней, максимальна швидкість вітру для штормів і тепловий потік для пожеж) і зв'язок між інтенсивністю, а частота оцінюється на основі аналізу історичних даних.

Отриману інтенсивність необхідно порівняти з проектним граничним значенням для аналізованої інфраструктури.

Необхідно додатково підкреслити, що **Ra** представляє поточний загальний ризик, пов'язаний з подією **ne**. Якщо для цієї події бажана нижня межа прийнятності

ризик, необхідно виконати повторну оцінку (тобто зменшення) відповідно до рівняння (2.6).

$$R'_a = \alpha_{ne} \cdot R_a$$

(2.6)

де:

R'_a : переоцінений ліміт прийнятності ризику (див. рисунок 2)

α_{ne} : коефіцієнт переоцінки для визначення ліміту прийнятності ризику, пов'язаного з класом природних явищ **ne** ; $\alpha \in [0,1]$

У цьому випадку те саме значення КІ відповідає нижній максимально допустимій частоті, яка, у свою чергу, відповідає головній інтенсивності, яка може перевищувати проектні умови інфраструктури. У такій ситуації потрібно виконати новий структурний аналіз, щоб перевірити його стійкість і можливу потребу в діях пом'якшення, таких як структурне посилення, резервування або переміщення.

Методологічний підхід, було перевірено шляхом застосування його до спрощеного прикладу. Основні прийняті припущення можна підсумувати таким чином:

- враховано ідеальний коридор і відповідне навколишнє середовище;
- розглянуто лише 2 класи екстремальних природних явищ (річкові повені та землетруси);
- наявні 3 резервні джерела, здатні покрити навантаження на весь період неготовності коридору; ці альтернативні джерела не залежать від самого коридору;
- відсутня переривна ємність;

- передбачається переоцінка ліміту прийнятності ризику зі зниженням ризику на 1 порядок.

Просторове розташування коридору та резервних джерел показано на малюнку 2.4, а їх характеристики та значення основних параметрів наведено в таблиці 2.3.

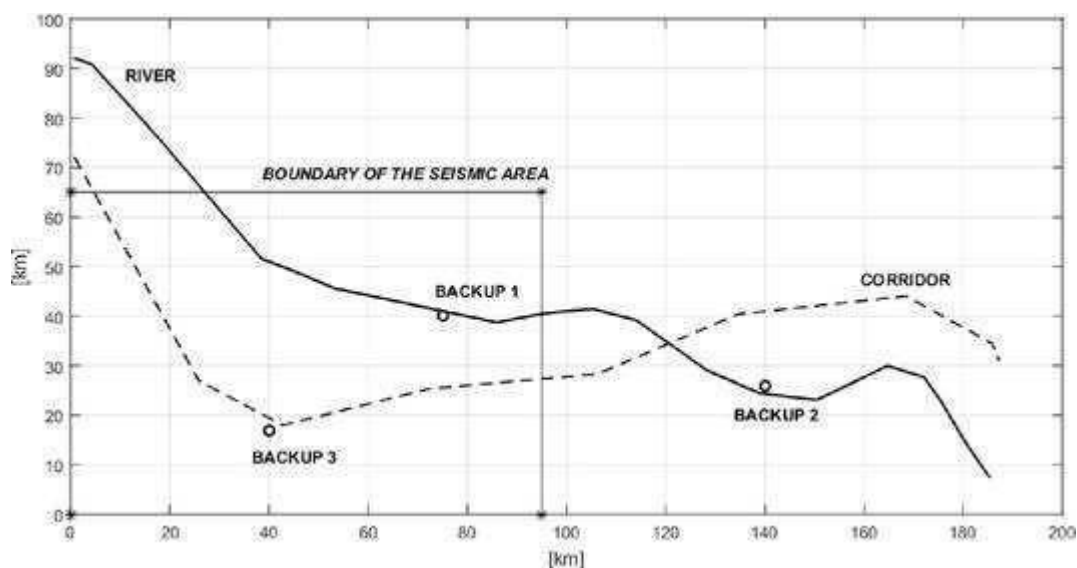


Рисунок 2.4 – Просторова схема коридору та резервних джерел.

Таблиця 2.3. Значення основних розглянутих параметрів

Параметр	Опис	Значення	Одиниця вимірювання
$p1,f$	Імовірність залучення резервного джерела 1 – затоплення	0,5	-
$p2,f$	Імовірність залучення резервного джерела 2 – затоплення	0,5	-

$p_{3,f}$	Імовірність залучення резервного джерела 3 – затоплення	0	-
λ_e	Масштаб пошкодження від землетрусу	5	км
λ_f	Масштаб пошкодження від повені	5	км

s	Сезонний фактор (вплив пори року на подію)	0	-
cp,c	Пікова пропускна здатність коридору	100	Дж/год
RT	Час ремонту	1	год.
$cm,b1$	Мінімальний оперативний запас потужності – резервне джерело 1	50	Дж/год
$cm,b2$	Мінімальний оперативний запас потужності – резервне джерело 2	35	Дж/год
$cm,b3$	Мінімальний оперативний запас потужності – резервне джерело 3	45	Дж/год

$at,b1$	Технічна наявність резервного джерела 1	0,95	-
$at,b2$	Технічна наявність резервного джерела 2	0,95	-
$at,b3$	Технічна наявність резервного джерела 3	0,95	-
i	Переривна ємність	0	Дж/год
e	Енергоємність для розглянутого товару	1	Е/год
DBE	Магнітуда розрахункового базового землетрусу	4,8	
DBF	Максимальна витрата розрахункової базової повені	2000	м ³ /с
R_a	Значення поточного ризику	1	€/рік
$R'a$	Переоцінений ліміт прийнятності ризику	0,1	€/рік.

Необхідно підкреслити, що в цьому спрощеному прикладі значення параметрів вибрані максимально реалістичні, але все таки вони не відповідають реальному випадку. Зокрема, всі параметри вважалися сезонно незалежними. Крім того, значення були встановлені для опису реалістичної конфігурації з фізичної точки зору, тоді як з економічної точки зору було вибрано унітарне значення для поточного ліміту ризику (1 євро/рік), головним чином через недоступність певної громадськості дані про загальні економічні збитки та витрати. При переоцінці ліміту прийнятності ризику висунуто гіпотезу про його зниження на порядок.

Отриманий ДІ (z_c) показаний на малюнку 5 як для землетрусу (E), так і для повені (F). Зокрема, можна помітити, що ділянки коридору, які характеризуються найвищими значеннями КІ, знаходяться поблизу резервних джерел у сейсмічній зоні (у разі землетрусу) та до річки (у разі повені). Ділянки, де $KI < 1$, відповідають пошкодженню $D < 0$, тобто потужність резервних джерел перевищує ту, яка вимагається для забезпечення покриття навантаження у випадку недоступності коридору.

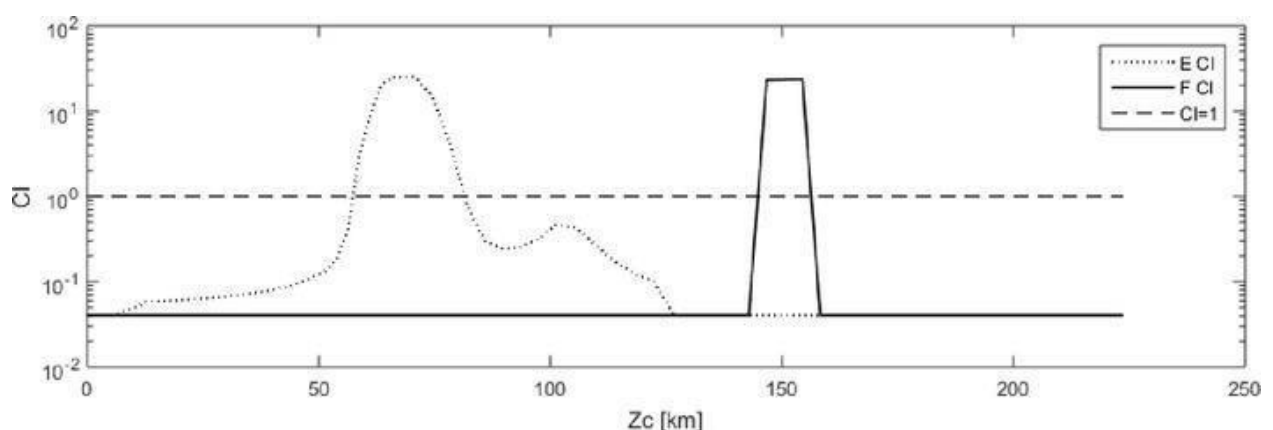


Рисунок 2.5 – Еволюція КІ відносно положення вздовж коридору z_c ; $KI < 1$ відповідає $D < 0$.

Однак слід зазначити, що всі ділянки, які характеризуються значенням КІ трохи нижче 1, повинні розглядатися, оскільки вони близькі до критичного стану.

Посилаючись на еволюцію параметра доступності $ab(s,p)$ для 3 резервних джерел, можна помітити (мал. 2.6) що чим менша відстань між коридором і джерелом, тим нижча доступність. Це тому, що якщо Природна подія передбачає територію, в якій коридор і резервне джерело знаходяться близько один до одного, ймовірність пошкодження резервного джерела вища, а отже, його доступність нижча.

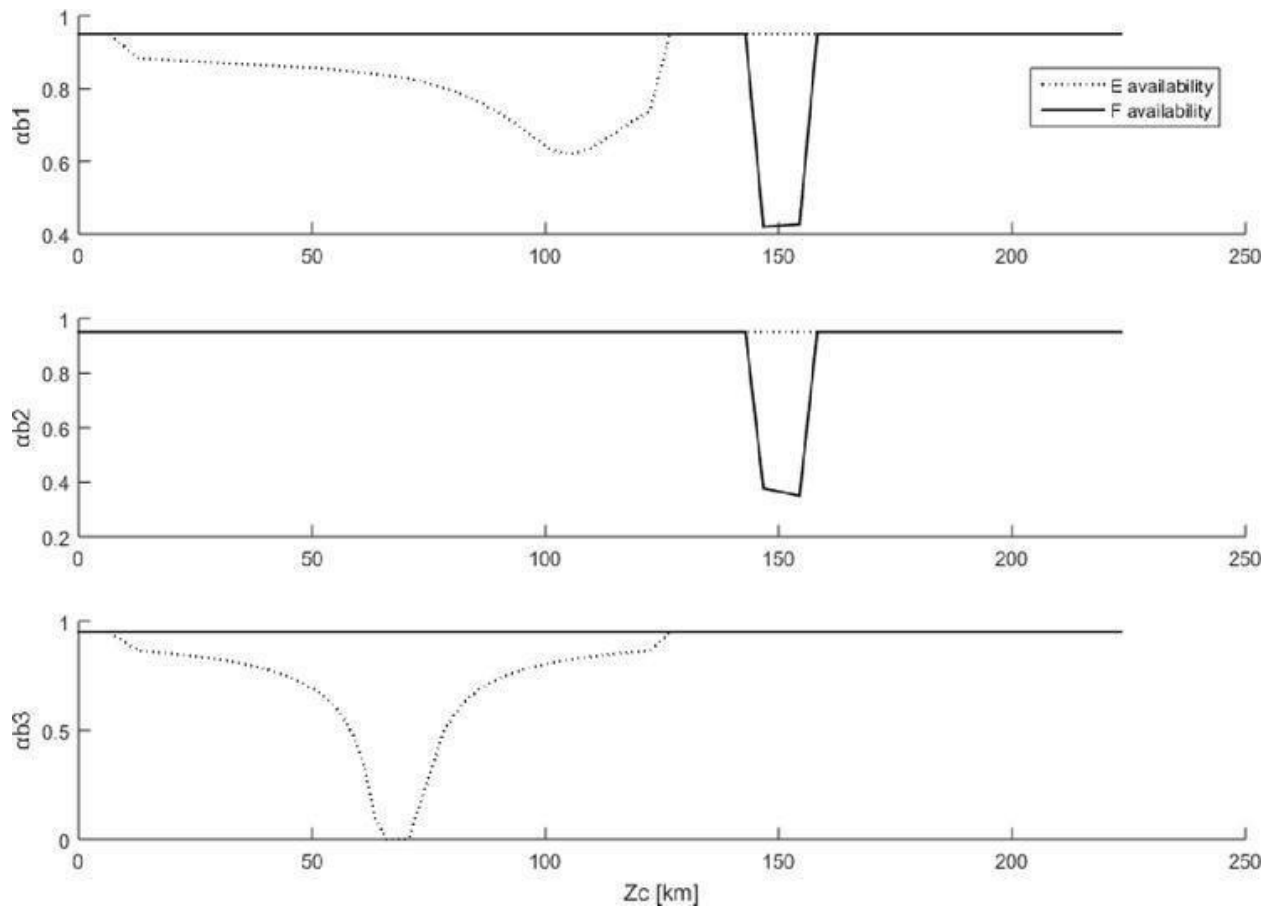


Рисунок 2.6. Еволюція доступності резервних джерел відносно положення вздовж коридору z_c .

На малюнку 2.7 показані криві частоти-КІ, що відповідають початковому ліміту прийнятності ризику та переоціненому. На малюнках 2.7(b) і (c) представлені криві частота-величина, які були побудовані з використанням двох різних підходів для двох розглянутих класів природних явищ:

- закон Гутенберга-Ріхтерау випадку землетрусів;

- логарифмічне співвідношення, засноване на запропонованому Wald et al. у разі затоплення.

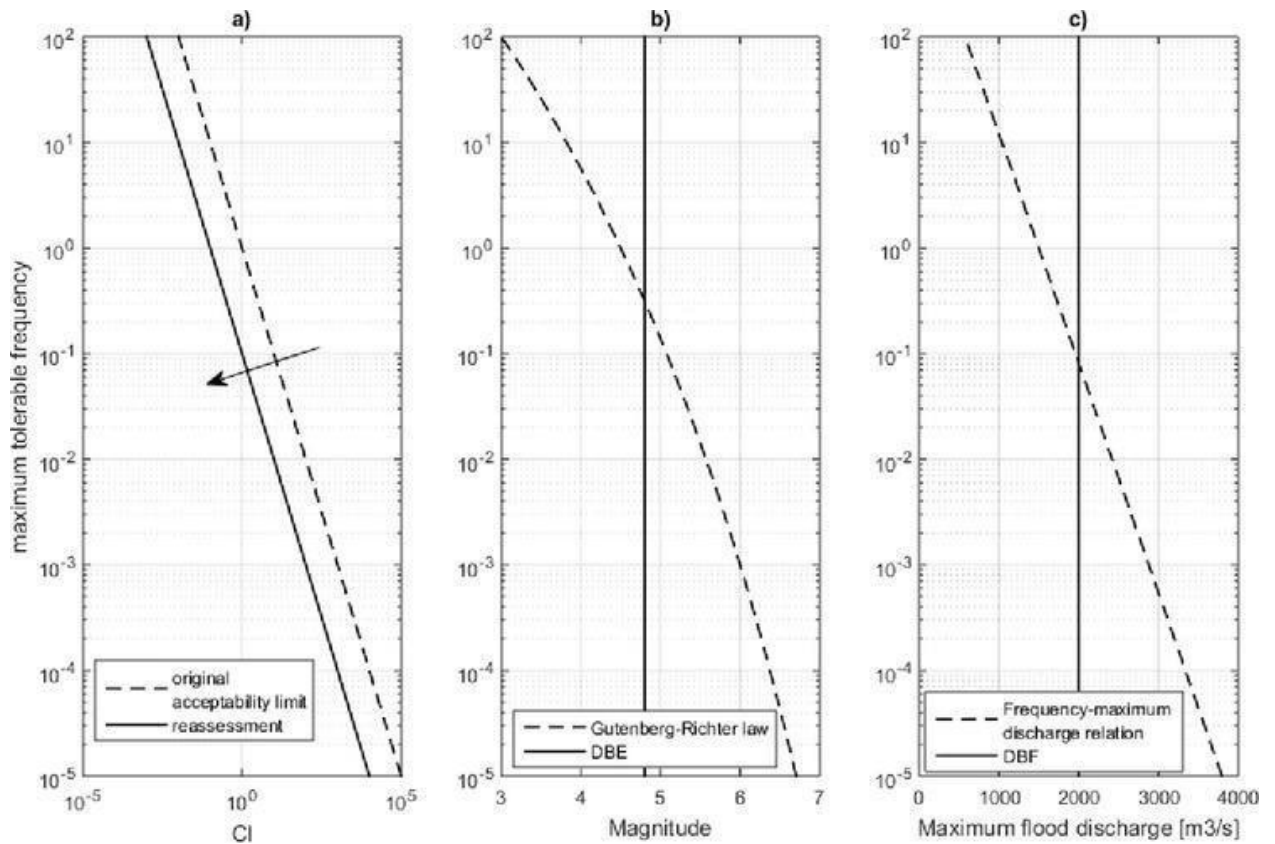


Рисунок 2.7. Частота-КІ (а) і частотно-магнітудні криві (b, c) для аналізованого прикладу.

- Вертикальні лінії відповідають розрахунковій базовій магнітуді землетрусу (DBE) і повені (DBF) для коридору.
- Починаючи з цих кривих і з попередньо визначеної еволюції КІ, максимально допустимі частоти та пов'язані з ними інтенсивності для землетрусу і повеней, а також для початкового (Е/Ф старий) і повторно оціненого (Е/Ф новий) ліміту прийнятності ризику мають було оцінено, як показано на малюнку 2. 8.

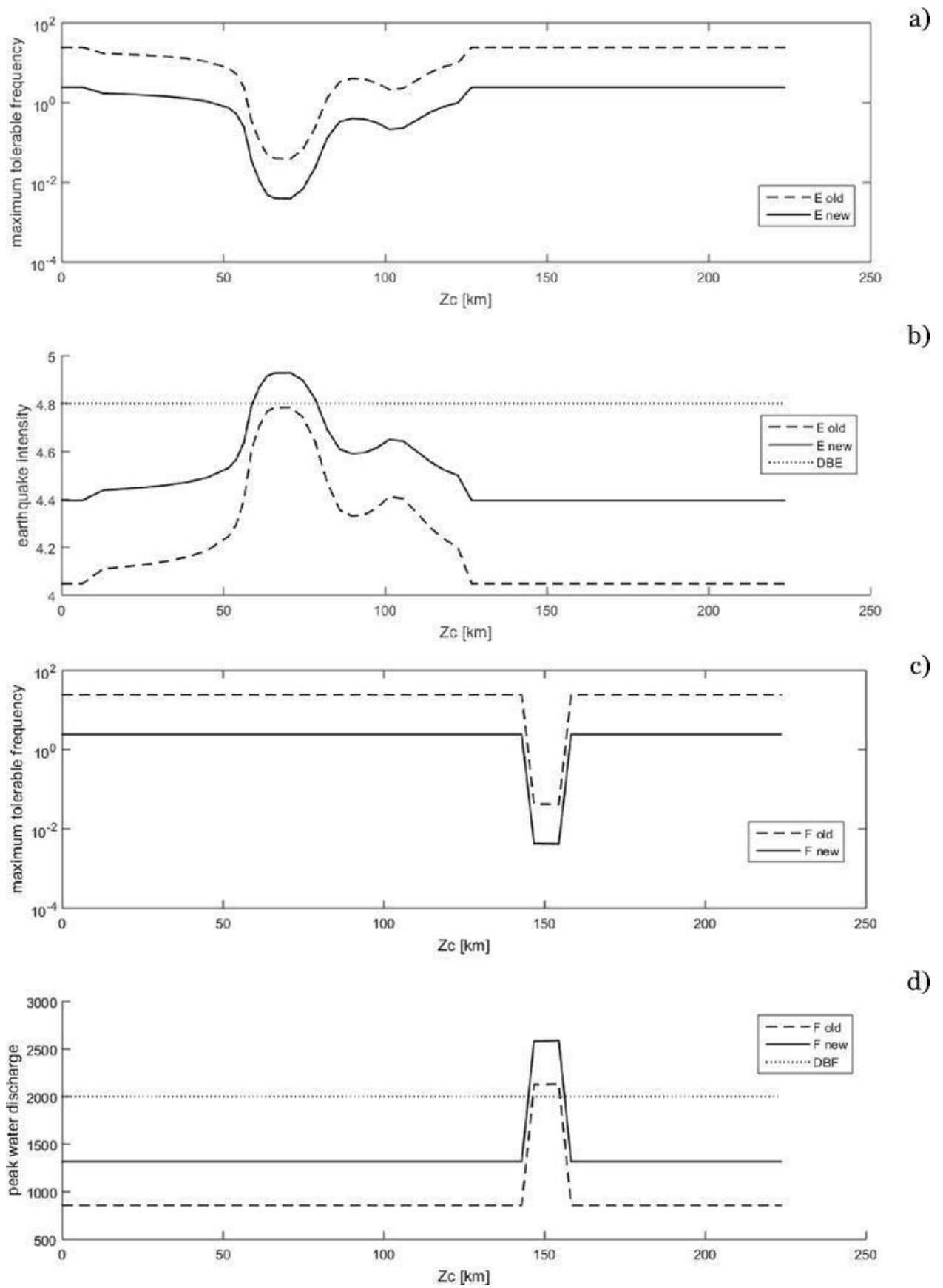


Рисунок 2.8. Максимально допустимі частоти та інтенсивності землетрусів (a-b) і повеней (c-d) для аналізованого прикладу.

Як можна спостерігати на рисунку 2.8a, максимально допустима частота землетрусів досягає свого мінімального значення (відповідає максимальній інтенсивності, видимій на рисунку 2.8b) в тій ділянці, де коридор і резервне джерело 3 знаходяться найближче один до одного і обидва постраждали ($p = 1$ у рівнянні (4)). Крім того, у випадку переоцінки обмеження ризику, інтенсивність виходить за межі проектних умов (DBE, рисунок. 2.8b), що призводить до необхідності проведення випробувань для оцінки надійності залученої ділянки коридору та визначення відповідних заходів пом'якшення. Ті самі міркування справедливі для повені Рисунок 2.8c і d): головна відмінність полягає в тому, що в найбільш критичній ділянці коридору інтенсивність перевищує проектне значення також для вихідного ліміту ризику (DBF, Рисунок 2.8d), вимагаючи подальших тестів на стійкість також без гіпотез про переоцінку межі прийнятності ризику.

Як зазначалося, значення розглянутих параметрів були прийняті без конкретного посилання на реальний випадок, оскільки метою аналізованого прикладу є показати функціонування та застосовність методології на теоретичному прикладі. Тому аналіз невизначеностей не проводився. Майбутні роботи, спрямовані на глибоке вивчення критичності існуючих інфраструктур, включно цього аспекту, особливо щодо параметрів, пов'язаних із подіями, з особливою увагою до ймовірності залучення різних об'єктів. Фактично ця ймовірність потребує детальних і складних міркувань, щоб бути належним чином кількісно визначеною щодо конкретної природної небезпеки та досліджуваного місця.

Проте, це спрощене прикладне дослідження показує потенційні можливості цього підходу в оцінці можливих критичних ділянок інфраструктури, визначенні пріоритетів для інвестицій та втручання для їх зміцнення та забезпечення їх стійкості до несприятливих екстремальних природних явищ.

З іншого боку, це також дозволяє визначити деякі аспекти, які можуть бути більш глибоко досліджені в майбутніх дослідженнях, щоб підвищити застосовність до реальних випадків і ефективність отриманих результатів. Зокрема, серед них можна назвати однозначне визначення меж системи. Насправді визначення меж може бути

нелегким у випадку сітчастих мереж, таких як системи розподілу природного газу або лінії електропередач, для яких важко визначити єдину початкову та кінцеву точку. Інший важливий аспект представлений наявністю повних та уніфікованих баз даних як для технічних характеристик аналізованих інфраструктур/резервних джерел, так і для класів природних явищ, що впливають на середовище, що оточує інфраструктуру.

Розділ 3

ВПЛИВ НС НА ФУНКЦІОНУВАННЯ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Виконала							
Керивник							
Консультант							
Н.контр.							
Зав. каф.							

3.1 Вплив НС природнього характеру

Якщо ми кажемо про вплив надзвичайних ситуацій на критичну інфраструктуру (ГПЗ), то потрібно розуміти, про те, що місце де будуватиметься КІ має бути максимально безпечним з усіх пропозицій, якщо ж такого місця не має, то вибирається те, в якому ризик для місцевого населення у разі НС та екосистеми буде мінімальним. В цьому розділі будуть приведені приклади найруйнівніших стихійних лих які можуть вплинути на функціонування критичної інфраструктури, які, в свою чергу можуть викликати резонанс в плані катастрофи і наслідків для людства.

Надзвичайні ситуації природнього характеру - це небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, природні пожежі, зміна стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин [27]

НС природнього характеру які можуть заподіяти шкоди критичній інфраструктурі :

- Землетруси;
- Цунамі;
- Різка зміна температури (Посухи);
- Лісові пожежи;
- Тайфун;

Землетрус – короткотривалі, раптові струси земної кори, викликані перемінним переміщенням мас гірських порід у надрах Землі, чому сприяє порушення розтяжності осередку гірських порід і виникнення сейсмічних хвиль [28].

Аварія на АЕС Фукусіма-1 є найбільш небезпечним прикладом впливу землетрусу що трапився на нашій планеті з наслідками для критичної інфраструктури, яка стала радіаційною аварією максимального, 7-го рівня за Міжнародною шкалою ядерних

подій (INES), що сталася в п'ятницю 11 березня 2011 року внаслідок найсильнішого в історії Японії землетрусу і цунамі. Затоплення підвальних приміщень, де розташовувалися розподільні пристрої, резервні генератори та батареї, призвело до повного знеструмлення станції та відмови систем аварійного охолодження.

Відбулися розплавлення ядерного

Палива в реакторах енергоблоків № 1-3, накопичення водню внаслідок пароцирконевої реакції та вибухи гримучої суміші на енергоблоках № 1, № 3 та № 4. У навколишнє середовище потрапили в основному леткі радіоактивні елементи, такі як ізотопи йоду та цезію обсяг викиду яких становив до 20 % від викидів при Чорнобильській аварії[30]

Землетрус складає ризик КІ якщо вона знаходиться в зоні тектонічних стиків, гірській місцевості ... Має високу зону ураження від повалення електричних ліній, пошкоджень газонасосних станцій, трубопроводів та може спричинити ризик екологічної катастрофи. Якщо Землетрус трапився біля моря/океану, це може спричинити Цунамі

Цунамі – хвилі довжиною понад 500 м, які утворюються в морі чи в океані зазвичай унаслідок землетрусів чи вивержень вулканів на дні Світового океану або падіння астероїда тощо й охоплюють усю товщу води[29].

Цунамі може викликати розлив небезпечних, екологічно забруднюючих речовин у світовий океан.

Підводний землетрус, що спричинив цунамі, забрав 26 грудня 2004 року понад 200 тисяч життів, масивні хвилі спустошили узбережжя Індонезії, Шрі-Ланки, Індії, Таїланду та інших країн.[31]

Індонезійська провінція Ачех, розташована неподалік від епіцентру землетрусу, зазнала найбільших руйнувань – там загинули щонайменше 168 тисяч людей. У столиці провінції Банда-Ачех тисячі людей зібралися у Великій мечеті, щоб згадати загиблих. Від Шрі-Ланки до Тайланду в місцях де сталася катастрофа уся критична

інфраструктура від електрострацій до місць прийняття рішень, усе було паралізоване, або пошкоджене.

Посухи – Конвенція ООН про боротьбу з опустелюванням надає таке визначення: посуха (англ. Drought) означає природне явище, що виникає, коли кількість опадів є значно нижчою від звичайних зафіксованих рівнів, що спричиняє серйозне порушення гідрологічної рівноваги, яке несприятливо відображається на продуктивності земельних ресурсів[32]

Посуха впливає на роботу здатність працівників критичної інфраструктури, є причиною плавлення та нагрівання матеріалів що не можуть витримувати екстремальні температури

За даними Міністерства сільського господарства США, у Техасі фермери, які займаються вирощуванням бавовни, відмовилися від майже 70 відсотків урожаю, бо він настільки мізерний. Урожай рису в Каліфорнії вдвічі менший за звичайний рік, повідомила галузева група.[33]

Посуха 2012р зачепила 40% території США протягом 101 тижня, пересуваючись країною, завдала збитків та болю, заявив метеоролог Міністерства сільського господарства США Бред Ріппі.

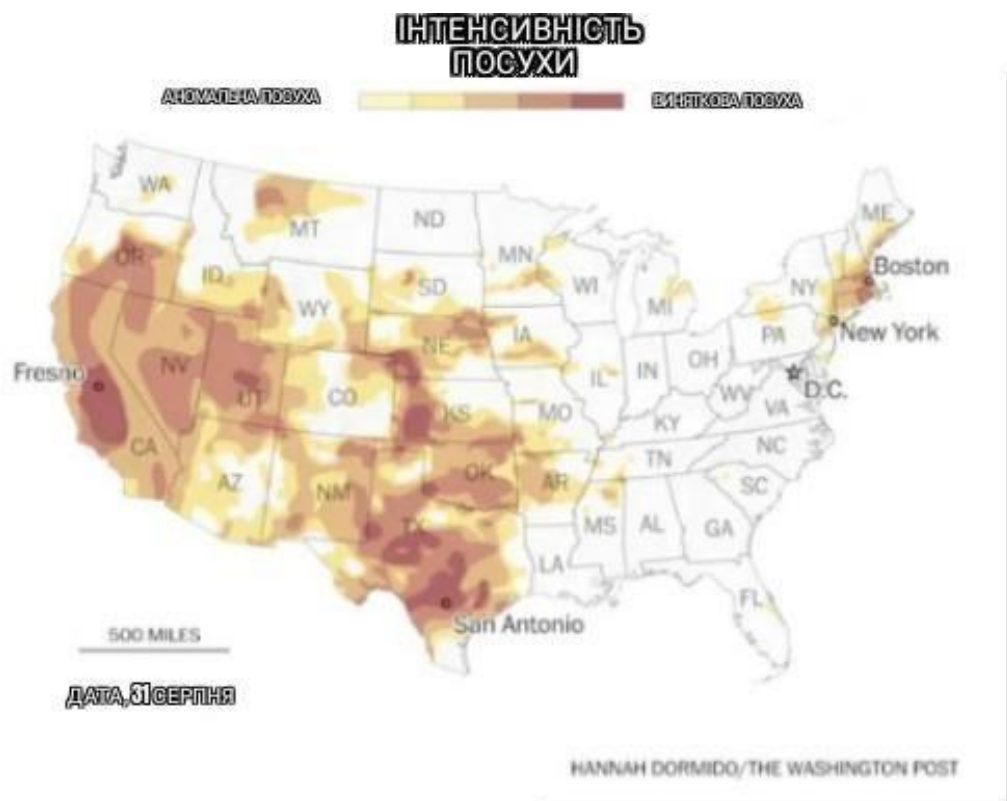


Рисунок 3.1. : Схема географічного ураження Посухи в США 2012р.

Ця природне лихо є причиною зниження рівня водоймищ, що напряду впливає на роботу гідроенергетики . Через це, у великих містах та селищах які напряду залежать від цих КІ є ризик залишитися без електроенергії, в свою чергу, це може призвести до подальших ризиків.

Лісова пожежа - Лісові пожежі поділяють на низові, верхові, підземні. За інтенсивністю горіння лісові пожежі поділяються на слабкі, середні, сильні[34] Є надзвичайною ситуацією що впливає на логістичну систему критичної інфраструктури, якщо та проходить через лісові масиви/ тундру. Також стихійне лихо попри викиди небезпечних речовин в атмосферу може спричинити вибух на території КІ через нагрівання газо-нафто сховищ.

Лісові пожежі в Австралії 2019—2020 — масові пожежі у лісах Австралії, здебільшого на південному сході країни. Масштаб пожеж значно перевищує середній під час щорічного сезону посухи, яка триває від грудня по березень, у літній час в Австралії. Пожежі тривають від серпня 2019 року. Станом на 5 січня

2020 року внаслідок пожеж згоріло близько 6,3 мільйона гектарів лісів (63 000 квадратних кілометрів), вогнем знищено понад 2500 будівель (включаючи понад 1300 житлових будинків) та загинуло 25 людей [35]

Спричинені пожежі паралізують логістичні шляхи між містами, створюючи ризики створення техногенних катастроф.

Тайфун місцева назва тропічних циклонів у північно-західній частині Тихого океану, біля Філіппінських островів та в районі Південно-Китайського моря, які супроводжуються зливами та стійкими вітрами з максимальною постійною швидкістю вітру, що перевищує 119 км/год у районі їх епіцентрів[35].

Як і цунамі тайфун є більш регіональною надзвичайною ситуацією. що також впливає на критичну інфраструктуру яка знаходиться біля океану, морів. Але небезпека тайфуну ще в тому, що вітер може розповсюджувати небезпечні елементи на значні відстані , що зв'язані не тільки із світовим океаном, а також і з сушею.

Тайфун Хайян один із найсильніших тропічних циклонів за всю історію метеоспостережень, що відбувся у листопаді 2013 року на території Філіппін та сусідніх країн. Це тридцятий шторм, який отримав назву, тринадцятий тайфун та п'ятий супер-тайфун Тихоокеанського сезону тайфунів 2013 . Призвів до катастрофічних руйнувань у філіппінській провінції Лейті та на острові Самар [36] Він наніс значної економічної шкоди Філіпінам, що також вплинула на роботу критичної інфраструктури.



Рисунок. 3.2. : Ілюстрація тайфуну Хайян на карті.

Надзвичайні ситуації природного характеру, такі як землетруси, повені, шторми та інші екстремальні погодні явища, можуть негативно вплинути на важливі інфраструктурні системи. Вони мають потенціал спричинити значні порушення в роботі транспортних мереж, енергосистем, систем водопостачання та зв'язку, що негативно впливає на економіку, соціальну стабільність і громадську безпеку.

Аналітика показує, що відсутність належної підготовки до таких ситуацій значно збільшує масштаби збитків, тоді як своєчасні заходи з підвищення стійкості інфраструктури можуть зменшити негативний вплив. Це підкреслює важливість превентивних заходів, таких як покращення критичної інфраструктури, системи моніторингу та раннього оповіщення, а також створення програм підготовки до надзвичайних ситуацій. Таким чином, необхідно впроваджувати комплексні заходи, щоб гарантувати безпеку критичної інфраструктури. Ці заходи включають оцінку ризиків, планування дій у надзвичайних ситуаціях та інвестування в нові технології для підвищення стійкості систем. За таких обставин можна мінімізувати негативні наслідки природних катастроф для суспільства та економіки.

3.2. Вплив НС техногенного характеру

Надзвичайні ситуації техногенного характеру на території критичної інфраструктури це промислові, транспортні аварії (катастрофи) з вибухом, пожежі, аварії з викидом небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптове руйнування споруд і будівель, аварії на інженерних мережах, гідродинамічні аварії на греблях, дамбах тощо[37]. Головна відмінність від надзвичайних ситуацій природнього характеру, це те, що аварії техногенного характеру у більшості випадках спричинені помилкою самої людини.

Прикладами аварій техногенного характеру є :

- Аварії на хімічних та промислових підприємствах;
- Аварії на ядерних електростанціях;
- Транспортні катастрофи;
- Аварії на електричних станціях та енергоструктурах.
- Пожежі на промислових об'єктах та вибухи.

Аварії на хімічних та промислових підприємствах, в Україні є понад 1500 великих об'єктів, східних та південних областях України. Ці критичні об'єкти будувалися в більш географічно приємних місцях, де густина населення та рівень ризику НС природнього характеру буде задовольняти екологічну безпеку та стійкість КІ. Якщо критична інфраструктура зазнає пошкоджень, існує ризик : Впливу на здоров'я та безпеку населення ; Евакуацію та порушення комунікації ;

Аварія що трапилася у Бхопхалі це приклад аварії що трапився на хімічному заводі яка призвела до екологічної катастрофи в регіоні. У ніч на 3 грудня 1984 року на підприємстві з виробництва пестициду карбарил американської корпорації Union Carbide вибухнув один із резервуарів для зберігання рідини метилізоціанату, однієї з

найважливіших складників пестициду. Отруйний газ, який був важчий за повітря, завис важкою білою хмарою над жителями міста[39]

Аварії на ядерних електростанціях :

Є найбільш небезпечною техногенною катастрофою, через викид радіації що може залишити цілий континент непридатним до життя на тисячі років. Вона несе за собою : зупинку енергопостачання та радіоактивне забруднення.

Прикладом такої аварії є сумновідома Чорнобильскп АЕС, що спричинила забруднення величезних територій, та Евакуацію сусідніх міст та селищ, спричинивши міграцію певної кількості населення в глиб території . Чорнобильська



АЕС є і досі зоною відчуження, а сама критична інфраструктура була похована під саркофагом що не дає можливість подальшого розповсюдження радіації.[38]

Рисунок 3.3 - Наслідок аварії на АЕС Чорнобиль

Транспортні катастрофи є прикладом логістичних аварій, які призводять до зупинки критичної інфраструктури. Сама ж зупинка несе за собою економічні наслідки та екологічні.

Аварії на електричних станціях та енергоструктурах :

Викликають порушення роботи критичних будівель, та можуть викати ланцюговий ефект, що може викликати серйозні економічні та екологічні наслідки.

Прикладом аварії є Аварія 2003 року на сході США що привела до ланцюгової реакції з відключення низки міст. 14 серпня 2003 року між 15:45 та 16:15 за стандартним східним часом (23:45 та 0:15 за московським часом), спостерігачі у Клівленді, Толідо, місті Нью-Йорк, Олбані, Детройті та в частині Нью-Джерсі повідомили про перебої в подачі електроенергії. Пізніше виникли проблеми в регіонах, що спочатку не торкнулися, включаючи всі 5 районів міста Нью-Йорк і в частині Лонг-Айленда, окрузі Вестчестер, штатах Нью-Джерсі, Вермонта і Коннектикуту і більшій частині півдня провінції Онтаріо, включаючи Торонто[40]

Пожежі на промислових об'єктах та вибухи :

Ця надзвичайна ситуація є значною мірою пов'язана з людиною, через її неуважність, або непрофесійність. 20 квітня 2010 року за 80 кілометрів від узбережжя США в Мексиканській затоці відбувся вибух і загорання нафтової платформи Deepwater Horizon, в результаті яких через пошкодження труб свердловини на глибині 1500 метрів в Мексиканську затоку за 152 дні вилилося близько 5 мільйонів барелів нафти . Ця техногенна катастрофа вдарила по ринку нафти, та через неї було викинуто в атмосферу багато небезпечних речовин. 13 000 робочих місць. Втрати туристичної галузі були оцінені у 23 мільярди доларів США за трирічний період[41]



Рисунок 3.4 Наслідок - вибуху з виділенням великої кількості енергії.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру, такі як пожежі, промислові аварії, витіки небезпечних хімічних речовин та аварії на енергетичних об'єктах, представляють значну небезпеку для важливих інфраструктурних систем. Вони можуть спричинити значні руйнування об'єктів, порушення важливих послуг, таких як енергопостачання, транспорт і зв'язок, а також масові втрати населення та значні економічні збитки.

НС техногенного характеру є одними з найбільш імовірних катастроф, тому необхідно посилити безпеку стратегічно важливих об'єктів. Особливу увагу слід приділяти модернізації інфраструктури, вдосконаленню систем моніторингу та впровадженню новітніх методів запобігання аваріям. Превентивні заходи, такі як регулярні перевірки, навчання персоналу та створення ефективних планів реагування, можуть значно зменшити ризики та мінімізувати наслідки техногенних надзвичайних ситуацій.

Таким чином, для забезпечення безпеки важливих інфраструктур потребується комплексного підходу, який включає вивчення потенційних загроз, створення системи управління ризиками та впровадження заходів для підвищення стійкості об'єктів до техногенних впливів. Забезпечення життєво важливих процесів і захист

суспільства від руйнівних наслідків можливе лише за умови ретельної роботи в цьому напрямку.

3.3.Методологія розрахунку збитків від наслідків НС

Загальний обсяг збитків від наслідків НС розраховується як сума Основних локальних збитків.

Розрахунок збитків (З) при НС проводиться за такою загальною

Формулою, складові якої визначені вище:

$$\mathbf{З = Нр + Мр + Мп + Рс/г + Мтв + Рл/г + Рр/г + Ррек + Рпзф + Аф + Вф + Зф} \quad (3.1)$$

Для кожного типу НС згідно з класифікатором НС встановлюється Перелік

основних характерних збитків щодо кожного рівня НС залежно від

Масштабів шкідливого впливу.

Основні типи НС визначені постановою Кабінету Міністрів України від

24 березня 2004 р. № 368 «Про затвердження Порядку класифікації

Надзвичайних ситуацій за їх рівнями»[42]

Класифікація надзвичайних ситуацій за їх рівнями здійснюється для

Забезпечення організації взаємодії центральних і місцевих органів виконавчої

Влади, підприємств, установ та організацій у процесі вирішення питань,

Пов'язаних з надзвичайними ситуаціями та ліквідацією їх наслідків.

Залежно від обсягів заподіяних наслідків, технічних і матеріальних Ресурсів,

необхідних для їх ліквідації, надзвичайна ситуація класифікується

Як державного, регіонального, місцевого або об'єктового рівня.

Для визначення рівня надзвичайної ситуації встановлюються такі

Критерії:

1) Територіальне поширення та обсяги технічних і матеріальних

Ресурсів, що необхідні для ліквідації наслідків НС;

2) Кількість людей, які внаслідок дії уражальних чинників джерела НС

Загинули або постраждали, або нормальні умови життєдіяльності яких

Порушено;

3) Розмір збитків, завданих уражальними чинниками джерела НС, Розраховується

відповідно до Методики оцінки збитків від наслідків

Надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру.

Державного рівня визнається надзвичайна ситуація:

1) Яка поширилася чи може поширитися на територію інших держав або

Поширилася з території інших держав;

2) Яка поширилась на територію двох чи більше регіонів України

(Автономної Республіки Крим, областей, м. Києва та Севастополя), а для її

Ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що

Перевищують можливості цих регіонів, але не менш як 1 відсоток від обсягу

Видатків відповідних місцевих бюджетів (надзвичайна ситуація державного

Рівня за територіальним поширенням);

3) Яка призвела до загибелі понад 10 осіб або внаслідок якої Постраждало

понад 300 осіб (постраждалі – особи, яким внаслідок дії

Уражальних чинників джерела надзвичайної ситуації завдано тілесне

Ушкодження або які захворіли, що призвело до втрати працездатності,

Засвідченої в установленому порядку) чи було порушено нормальні умови Життєдіяльності понад 50 тис. Осіб на тривалий час (більш як на 3 доби);

4) Внаслідок якої загинуло понад 5 осіб або постраждало понад 100 осіб,

Чи було порушено нормальні умови життєдіяльності понад 10 тис. Осіб на

Тривалий час (більш як на 3 доби), а збитки (оцінені в установленому

Законодавством порядку), спричинені НС, перевищили 25 тис. Мінімальних

Розмірів (на час виникнення надзвичайної ситуації) заробітної плати;

5) Збитки від якої перевищили 150 тис. Мінімальних розмірів заробітної

Плати;

6) Яка пов'язана з установленням карантину на всій території України, а

Також яка в інших випадках, передбачених актами законодавства, за своїми

Ознаками визнається як надзвичайна ситуація державного рівня.

Регіонального рівня визнається надзвичайна ситуація:

1) Яка поширилась на територію двох чи більше районів (міст обласного

Значення) Автономної Республіки Крим, областей, а для її ліквідації необхідні

Матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих

Районів, але не менш як 1 відсоток обсягу видатків відповідних місцевих

Бюджетів (надзвичайна ситуація регіонального рівня за територіальним

Поширенням);

2) Яка призвела до загибелі від 3 до 5 осіб або внаслідок якої

Постраждало від 50 до 100 осіб, чи було порушено нормальні умови

Життєдіяльності від 1 тис. До 10 тис. Осіб на тривалий час (більш як на 3

Доби), а збитки перевищили 5 тис. Мінімальних розмірів заробітної плати;

3) Збитки від якої перевищили 15 тис. Мінімальних розмірів заробітної Плати.

Місцевого рівня визнається надзвичайна ситуація :

1) Яка поширилася чи може поширитися за межі об'єкта та створює на

Окремій території чи на інших об'єктах загрозу життю або здоров'ю

Населення, призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і

Транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи

Спричиняє наднормативні, аварійні викиди забруднюючих речовин та інший

Шкідливий вплив на навколишнє природне середовище, а для її ліквідації

Необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні

Можливості об'єкта;

2) Внаслідок якої загинуло 1-2 особи або постраждало від 20 до 50 осіб,

Чи було порушено нормальні умови життєдіяльності від 100 до 1000 осіб на

Тривалий час (більш як на 3 доби), а збитки перевищили 0,5 тис. Мінімальних

Розмірів заробітної плати;

3) Збитки від якої перевищили 2 тис. Мінімальних розмірів заробітної Плати.

Об'єктового рівня визнається надзвичайна ситуація, яка не підпадає під

Названі вище визначення.

Надзвичайна ситуація відноситься до певного рівня за умови

Відповідності її хоча б одному із значень критеріїв.

У разі коли внаслідок надзвичайної ситуації для відповідних порогових

Значень рівнів людських втрат або кількості осіб, які постраждали чи зазнали

Досяга

Порушення нормальних умов життєдіяльності, обсяг збитків не досягає

Визначених вище критеріїв, рівень надзвичайної ситуації визнається на

Ступінь менше (для дорожньо-транспортних пригод – на два ступеня менше).

Рішення стосовно класифікації надзвичайної ситуації за рівнем

(визначення рівня надзвичайної ситуації) приймається:

- Місцевими комісіями з питань техногенно-екологічної безпеки і

Надзвичайних ситуацій;

- Регіональними комісіями з питань техногенно-екологічної безпеки і

Надзвичайних ситуацій – у разі відсутності рішення місцевої комісії з питань

Техногенно-екологічної безпеки і надзвичайних ситуацій або необхідності

Його перегляду;

- ДСНС – у разі відсутності рішень зазначених комісій з питань Техногенно-екологічної безпеки і надзвичайних ситуацій.

За дорученням Кабінету Міністрів України ДСНС готує експертний

Висновок про рівень надзвичайної ситуації з урахуванням рішення (за наявності) регіональної комісії з питань техногенно-екологічної безпеки і Надзвичайних ситуацій.

ДСНС має право звернутися до центральних органів виконавчої влади за Достовірніст

Інформацією про розмір завданих збитків. Відповідальність за достовірність Інформації несе орган виконавчої влади, який її подає.

Для кожного типу та виду НС залежно від їх рівня визначаються основні

Види збитків. Ці види за типами та масштабами НС наведені у таблиці 1 (прямим шрифтом виділено збитки, які необхідно обов'язково розраховувати,

Курсивом - збитки, що мають місце у деяких окремих випадках).

Постанова Кабінету Міністрів України No 386 від 24 березня 2004 року є важливою постановою, яка класифікує надзвичайні ситуації за різними категоріями. Вона встановлює чіткі стандарти для розмежування ситуацій на загальнодержавному, регіональному, місцевому та об'єктовому рівні, що дозволяє ефективно координувати дії органів влади, відповідальних служб і підрозділів у разі надзвичайної ситуації.

Аналіз цього документа показує, що його впровадження забезпечує більш оперативне реагування на різні типи надзвичайних ситуацій, оскільки класифікація дає змогу швидко оцінювати масштаби та наслідки події, а також визначати необхідні ресурси для ліквідації наслідків. Це сприяє підвищенню рівня безпеки населення, захисту критичної інфраструктури та мінімізації можливих збитків.

Загалом, затвердження цієї класифікації дозволяє забезпечити єдину методологію управління ризиками на всіх рівнях державної системи захисту, що значно підвищує ефективність заходів з реагування на надзвичайні ситуації. Таким чином, цей

нормативний акт є невід’ємною частиною системи цивільного захисту України та сприяє підвищенню готовності держави після бойових дій.

Розділ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЇ

НА ТЕРИТОРІЇ ГПЗ

Виконала							
Керивник							
Консультант							
Н.контр.							

4.1 Оцінка охорони праці на території ГПЗ.

Охорона праці є життєво важливою для всіх виробничих процесів, оскільки вона забезпечує безпеку та здоров'я працівників. Особливо важливим є питання охорони праці на стратегічно важливих об'єктах, таких як газопереробні заводи (ГПЗ), де через складність і небезпечність виробничих процесів існує високий ризик техногенних аварій і нещасних випадків.

Газопереробні заводи є складними підприємствами, де працівники піддаються високим ризикам через специфічні виробничі процеси. Умови праці на таких підприємствах впливають на загальну продуктивність підприємства. Таким чином, аналіз умов праці є необхідним, щоб визначити потенційні загрози та вжити заходів щодо їх усунення. Газопереробна промисловість забезпечує енергетичні потреби промислових підприємств і населення, відіграючи важливу роль в економіці кожної країни. Газопереробні заводи зосереджені на видобутку та переробці природного газу, що є стратегічно важливим ресурсом. Тим не менш, технологічні операції на таких підприємствах пов'язані з низкою потенційно небезпечних елементів, які можуть завдати шкоди здоров'ю працівників.

Почати аналіз умов праці на таких підприємствах потрібно з присутні фізичних, хімічних та психофізіологічних факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я та продуктивність працівників. Розглянемо детальніше основні аспекти умов праці на газопереробному заводі. Психофізичного фактори - це небезпечні фактори, зумовлені особливостями фізіології та психології людини[62].

Температура робочого місця є основним фізичним фактором. Температура повітря в робочих зонах підвищується через використання високотемпературних установок під час процесу переробки газу. Це особливо актуально для місць, де відбувається компресія та осушення газу. Умови високої температури можуть виснажувати

працівників і зневоднювати їх, що негативно впливає на їхнє самопочуття та продуктивність.

Крім того, хімічні компоненти, пов'язані з викидом небезпечних речовин у повітря під час технологічних процесів, представляють значну небезпеку. Сірководень, метан, етан, пропан і різні вуглеводні є одними з найбільш небезпечних речовин, які можуть потрапити в атмосферу. Острі та хронічні професійні захворювання, зокрема, ушкодження дихальної системи, очей і шкіри, можуть виникнути через постійний контакт із токсичними речовинами. Крім того, слід зазначити, що газові пари є підвищеною вибухонебезпечною речовиною, що вимагає особливої уваги до того, як встановлюються вентиляційні системи та контролюються концентрації шкідливих речовин у повітрі. Обов'язковим для всіх працівників ГПЗ є навчання з техніки безпеки, яке включає як теоретичні, так і практичні заняття. Особлива увага приділяється інструкціям щодо дій у разі аварії: кожен працівник повинен знати, як діяти в екстрених ситуаціях, де розташовані засоби пожежогасіння та як правильно надавати першу допомогу. Крім того, перед початком роботи проводяться регулярні інструктажі, під час яких детально розглядаються всі потенційні загрози, пов'язані з конкретним днем або зміною. Такий метод дозволяє працівникам оновлювати свої знання та зосереджувати увагу на найважливіших речах.

Ще одним важливим елементом, який впливає на умови роботи на газопереробних заводах, є шумове навантаження. Через роботу компресорів, насосів та інших машин рівень шуму на підприємстві може бути дуже високим. Постійний шум може знизити слух, підвищити стрес і втомити працівників. Отже, важливо, щоб працівники мали засоби захисту слуху та використовували технології, які захищають від шуму.

Ергономічні аспекти організації робочого місця не повинні бути ігноровані. Професійні захворювання опорно-рухового апарату можуть виникнути через велику кількість завдань, які вимагають фізично важкої або монотонної роботи на газопереробному заводі. Необхідно впроваджувати ергономічно оптимальні

рішення, які сприятимуть зниженню фізичного навантаження на працівників, щоб уникнути таких проблем.

Нарешті, освітлення робочих місць повинно бути згадано. Підвищена втома очей може бути результатом недостатнього освітлення, що особливо небезпечно під час технічно складних операцій. Важливо забезпечити відповідний рівень освітлення, який відповідає стандартам безпеки та забезпечує комфорт для працівників.

На газопереробному заводі є важливою частиною системи транспортування природного газу, і якість охорони праці на них безпосередньо залежить від безпеки їх роботи. Дотримання високих стандартів безпеки на таких об'єктах є життєво важливим, оскільки це запобігає можливим катастрофічним наслідкам для довкілля та населення. Закон України «Про охорону праці»[64] регулює охорону праці в Україні. Цей закон визначає загальні принципи та вимоги до безпеки робочих місць на промислових підприємствах. Одними із них є – обов'язкові правила поведінки з вибухонебезпечними матеріалами, роботи на об'єктах з підвищеним тиском, правила обслуговування компресорного обладнання та правила електроустановок високої напруги. Використання засобів індивідуального захисту. Таким чином, аналіз умов праці на газопереробному заводі свідчить про те, що працівники піддаються впливу різноманітних шкідливих факторів і що їх постійно потрібно контролювати. Покращення умов праці та зниження ризиків для здоров'я працівників можна досягти шляхом впровадження сучасних технологій, регулярного обслуговування обладнання та забезпечення працівників необхідними засобами захисту.



Рисунок 4.1. Приклади засобів індивідуального захисту.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) — це спеціалізований одяг, який носять медичні працівники (МП) для захисту від інфекційних матеріалів. ЗІЗ, як елемент захисту, використовуються при наданні медичної допомоги [61], таких як спеціальний одяг, каски, захисні рукавички, окуляри та респіратори, є важливою частиною цих вимог. Кожен працівник ГПС повинен мати спеціальний захисний одяг, який відповідає вимогам нормативних документів і умовам праці. ЗІЗ включають: захисні каски, які захищають голову від механічних травм; спеціальні окуляри, які захищають очі від механічних частинок і хімічних речовин; стійкий до вогню та антистатичний одяг, який захищає від високих температур і статичної електрики; рукавички, стійкі до високих температур і хімічних речовин. На станціях регулярно проводяться перевірки, щоб переконатися, що працівники не лише мають ці засоби, але й правильно їх використовують. Поірібно розуміти, що на газопереробному заводі завжди може статися аварія. З цієї причини для кожної станції розробляються та впроваджуються плани. Отже, газопереробний завод є частиною інфраструктури, яка забезпечує магістральний транспорт природного газу. Їх основне завдання полягає в тому, щоб компресувати газ, щоб він міг переміщатися через трубопроводи під високим тиском. Робота на таких об'єктах пов'язана з багатьма небезпеками, включаючи високий тиск газу, вибухонебезпечні суміші, роботу з механізмами та електрообладнання високої напруги. На ГПС основні виробничі ризики включають: Вибухи, спричинені неконтрольованими витокami

газу; Пожежі, викликані іскрами або іншими джерелами вогню; травми, спричинені механічними несправностями або порушення правил безпеки під час обслуговування обладнання; Оскільки на станціях використовується високовольтне обладнання, утворюється електричний струм; Хімічні небезпеки, пов'язані з викидом небезпечних речовин під час аварій. Ці ризики вимагають високого рівня підготовки персоналу, чіткого виконання правил охорони праці та постійної перевірки обладнання.

Забезпечення належного рівня охорони праці на ГПЗ залежить від оцінки ризиків які складають комплекс заходів, спрямованих на виявлення можливих небезпек, їх аналіз і вжиття заходів, щоб мінімізувати наслідки. Сучасні газоперекачувальні станції проводять оцінку ризиків у кількох етапах. Перш за все, необхідність визначити потенційні джерела небезпеки. До них належать як технічні, так і людські фактори: знос обладнання, ймовірність аварії компресорних установок, несправності в системах контролю. Небезпечні наслідки можуть виникнути через недбалість працівників або неправильне виконання інструкцій. По-друге, проводиться оцінка ймовірності аварії. Це можуть бути як невеликі несправності, які можна легко виправити, так і серйозні інциденти, які поставляють під загрозу здоров'я та життя людей. Для кожного окремого випадку розробляються заходи, спрямовані на усунення цих ризиків. У рамках цих заходів обов'язково проводиться аудит умов праці та регулярний огляд технічного стану обладнання. По-третє, результати оцінки ризиків сприяють розробці ефективної системи попередження аварій.

Автоматизовані системи контролю витоків газу, системи оповіщення про небезпеку та механізми аварійного вимкнення обладнання є прикладами таких систем.

Зважаючи на високу небезпеку, пов'язану з роботою газоперекачувальних станцій, система заходів із забезпечення охорони праці має бути максимально продуманою та ефективною. Це включає організаційні та технічні рішення. Основним завданням є забезпечення безпечних умов праці для всіх працівників, а також мінімізація ризиків аварій. Підвищення обізнаності працівників щодо потенційних ризиків і методів їх уникнення є одним із найважливіших заходів реагування на такі випадки. Цей план

включає: подробиці щодо евакуації працівників; визначення осіб, які мають відповідати за координацію дій під час аварії; розташування вогнегасників і виходів евакуації; періодично проводити навчання з надзвичайних ситуацій, щоб забезпечити готовність працівників до реальних надзвичайних ситуацій. Надання першої медичної допомоги також є важливим. У кожного працівника має бути базове розуміння того, як надавати допомогу при опіках, травмах або отруєннях газом. Кожна станція повинна мати аптечку, яка містить необхідні медикаменти та засоби для надання першої допомоги.

Щоб забезпечити високу безпеку, необхідно регулярно оцінювати ефективність охорони праці. Така оцінка допоможе впровадити нові, більш ефективні методи забезпечення охорони праці та виявити недоліки в організації роботи. Статистика аварій і нещасних випадків є одним із головних показників ефективності. Система охорони праці стає більш ефективною, коли кількість таких інцидентів знижується. Незважаючи на це, важливо також враховувати такі елементи, як своєчасність технічного обслуговування обладнання, якість інструктажів і тренувань, а також реакція працівників на аварійні ситуації. Важливо також регулярно перевіряти умови праці, проводити оцінку стану обладнання, проводити внутрішні аудити та залучати зовнішніх експертів для оцінки якості виконання нормативів. Можна підвищити рівень безпеки за допомогою нових розробок і технологій. Наприклад, впровадження сучасних дистанційних систем моніторингу, створення автоматизованих систем попередження аварій і покращення систем навчання працівників за допомогою моделей реальних аварій. План регулярних перевірок усіх систем безпеки має бути розроблений на кожній ГПС. Такі тести можуть включати: Технічні огляди компресорного обладнання включають перевірку герметичності з'єднань і оцінку стану фільтрів, вентилів і трубопроводів, які можуть піддаватися зносу під час експлуатації. Оцінка стану систем пожежогасіння включає регулярну перевірку евакуаційних виходів та засобів оповіщення, перевірку роботи автоматичних систем пожежогасіння та перевірку наявності та справності вогнегасників.

Автоматичні та контрольні системи Встановлення сучасних систем спостереження та контролю на станціях є одним із основних технічних заходів. Автоматизовані системи підтримують постійний контроль за станом обладнання та дозволяють виявляти потенційні збої до того, як вони перетворяться на серйозні проблеми. Наприклад, датчики витoku газу встановлюються в важливих точках станцій і реагують на будь-які відхилення від норми негайно. Сучасні системи також можуть автоматично відключати обладнання в небезпечній ситуації. Це особливо важливо на небезпечних місцях, де кілька секунд можуть бути життєво важливими для запобігання аварії. Безпека працівників залежить від правильно підібраних і використаних засобів індивідуального захисту, а також від технічного оснащення підприємства.

Перевірка електрообладнання — це процес оцінки стану електричних систем, особливо тих, які мають високу напругу. Крім того, необхідно перевірити засоби ізоляції та заземлення. Внутрішні оцінки охорони праці Кожне підприємство, включаючи газоперекачувальні станції, має проводити внутрішні аудити стану охорони праці на регулярній основі. Це дозволяє відстежувати дотримання правил безпеки та оцінювати їх ефективність. Аудит може включати наступне: оцінка можливих порушень техніки безпеки; спостереження за дотриманням працівниками правил безпеки праці; аналіз статистики нещасних випадків, виявлення помилок, які повторюються, і розробка стратегій для запобігання таким помилкам. Залучення сторонніх фахівців, важливою практикою є залучення незалежних експертів для оцінки якості охорони праці. Зовнішній аудит допомагає оцінити поточні процеси з боку та запропонувати нові рішення, які можуть бути упущені через внутрішні звичності до процедур. Крім того, експерти можуть пропонувати поради щодо нових технологій або стратегій безпеки, які використовуються в інших галузях або країнах. Результати кожної перевірки повинні бути детально документовані. Всі проблеми, які були виявлені, мають бути детально описані, а також запропоновані конкретні терміни для завершення. Такий метод допомагає керувати виконанням завдань і забезпечує відповідальність на всіх рівнях керівництва. Наразі газоперекачувальні

станції активно впроваджують новітні технології, що значно підвищує безпеку об'єктів.

Сучасні технології полегшують роботу персоналу, зменшують ризики та автоматизують важливі процеси. Наразі на території газопереробного заводу активно впроваджують новітні технології, що значно підвищує безпеку цих об'єктів. Також нові технології полегшують роботу персоналу, зменшують ризики та автоматизують важливі процеси.

Автоматизовані системи управління та спостереження, які контролюють роботу обладнання в режимі реального часу, є одним із найважливіших нововведень останніх років. Це дозволяє швидко виявити навіть дрібні несправності або відхилення від звичайного функціонування. Наприклад, витіки газу, зміни тиску в трубопроводах або ненормальні показники роботи компресорів можуть бути виявлені системами моніторингу, щоб попередити можливі аварійні ситуації. У разі небезпеки ці системи можуть бути підключені до автоматичних систем відключення обладнання. Наприклад, якщо датчики виявили значний витік газу, система може автоматично зупинити компресори, перекрити газопроводи та повідомити персонал про необхідність евакуації.

Сучасні Газопереробні заводи можуть використовувати роботизовані системи для технічного обслуговування обладнання, особливо в умовах підвищеної небезпеки. Роботи можуть виконувати інспекцію трубопроводів, перевірку стану внутрішніх механізмів компресорів або навіть виконувати ремонтні роботи у важкодоступних або небезпечних місцях, де людям не варто бути там. Такі роботизовані рішення дозволяють працівникам концентруватися на контролі та управлінні, менше контактуючи з небезпечними процесами.

Завдяки тому, що працівники є основою успіху будь-якого підприємства, охорона праці на ГПС не може бути повністю відокремлена від соціальних аспектів. Щоб знизити плинність кадрів і підвищити продуктивність праці, необхідно створити

робоче середовище, яке є безпечним і комфортним, а також є законодавчою вимогою. Формування у працівників свідомого підходу до дотримання правил охорони праці є важливим компонентом. Це стосується не лише навчання, але й створення систем, які стимулюють дотримання правил безпеки. Можливі різні форми мотивації, такі як: фінансові бонуси для тих, хто дотримується правил; оголошення конкурсів на найкращі ідеї щодо покращення охорони праці; за активну участь у заходах з охорони праці. Цей підхід допомагає створити позитивне враження про компанію, яка піклується про своїх працівників, а також знижує кількість порушень.

Формування культури охорони праці на підприємстві має вирішальне значення. Культура безпеки включає усвідомлення кожним працівником того, наскільки важливо дотримуватися правил і норм, а також вміння помічати небезпеки та вчасно їх усувати. Регулярні тренінги, розмови про випадки та досвід колег можуть створити таку культуру. Забезпечення ефективної комунікації між усіма рівнями управління також має вирішальне значення. Для створення довірливих відносин і підвищення відповідальності працівники повинні мати можливість відкрито говорити про проблеми охорони праці та висловлювати свої побоювання.

Незважаючи на всі зусилля з охорони праці на газопереробному заводі, є деякі проблеми, які вимагають вирішення. Технологічні зміни: швидкий розвиток технологій може бути корисним для охорони праці, а може бути шкідливим. З одного боку, новітні технології, такі як роботизація та автоматизація, дозволяють знизити ризики, але їх впровадження може призвести до проблем, таких як потреба в адаптації нових процесів або недостатня кваліфікація персоналу. Багато ГПС мають обладнання, яке працює протягом багатьох років. З часом зростає ймовірність поломок, які можуть спричинити небезпечні ситуації. Необхідно створити програми для модернізації та заміни старих систем, які включають технічні рішення та фінансові питання.

Психологічний стан працівників також важливий для безпеки. Стрес, виснаження та незадоволення роботою можуть негативно вплинути на здатність працівників бути

уважними та реагувати. Важливо впроваджувати програми підтримки психічного здоров'я, такі як надання консультацій психолога або тренінги з управління стресом.

Питання з охорони праці які можуть обґрунтовано потрібно детально опрацьовувати і які можуть слугувати підґрунтям для обговорення проблемних аспектів пов'язантх з безпекою на робочих місцях на території газопереробного заводу, це :

1. Чи відповідають умови праці на підприємстві стандартам і правилам?

- Наприклад, чи дотримуються температури, шуму, освітлення та вентиляції?

2. Які небезпечні хімічні речовини використовуються під час виробничих операцій?

- Чи регулярно проводиться контроль повітря на вміст шкідливих речовин, таких як метан, сірководень тощо?

3. Які засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) використовують працівники компанії?

- Чи є у працівників доступ до респіраторів, захисних окулярів, спецодягу та інших засобів індивідуального захисту?

4. Як забезпечити вентиляцію на місцях, де виділяються токсичні гази?

- Чи достатньо ефективні вентиляційні системи для очищення робочого середовища від шкідливих речовин?

5. Чи проводяться регулярні інструктажі з техніки безпеки та охорони праці?

- Чи ведеться протокол проведення таких інструктажів і коли вони проводяться?

- Чи проводиться навчання працівників щодо дій у випадку аварії?

- Наскільки працівники обізнані про свої обов'язки в разі пожежі, витоку газу або вибуху?

7. Який рівень шуму спостерігається в різних частинах заводу?

- Чи відповідає рівень шуму стандартам безпеки, особливо в місцях, де працюють компресори та насоси? 8. Як працівники можуть зменшити фізичне та емоційне навантаження?

-Чи передбачається використання сучасного обладнання для зменшення участі людини та автоматизації процесів?

9. Чи проводяться медичні обстеження для виявлення професійних захворювань серед працівників?

- Які захворювання найчастіше зустрічаються серед працівників газопереробних заводів і як їх запобігти?

10.Яким чином контролюється стан обладнання та технічне обслуговування

- Чи проводяться регулярні перевірки стану механізмів і установок, особливо тих, які працюють під високим тиском?

-Чи достатньо освітлення на робочому місці?

- Чи відповідає освітлення виробничих зон санітарним стандартам, особливо в місцях точного технічного обслуговування?

12. Які заходи вживаються для зменшення ризику пожеж і вибухів на підприємстві?

-Чи регулярно проводяться перевірки пожежної безпеки та чи є в приміщеннях сучасні системи пожежогасіння?

Ці питання можна використовувати як основу для подальшого аналізу та обґрунтування пропозицій щодо покращення умов праці. Вони розширяють розуміння проблем безпеки газопереробних підприємств і допоможуть зосередитися на конкретних аспектах охорони праці.

Отже, оцінка охорони праці на газоперекачувальних станціях впливає на безпеку працівників, ефективність виробництва та загальну стабільність компанії. У процесі роботи на таких об'єктах працівники піддаються різним ризикам, тому керівництво повинно постійно стежити за безпекою та використовувати нові методи управління

охороною праці. Регулярне навчання, аудит, впровадження новітніх технологій і встановлення культури безпеки серед персоналу є важливими компонентами ефективної системи охорони праці. Коли працівники беруть участь у процесах підвищення безпеки, розробляють програми мотивації та підтримують відкритий діалог між усіма рівнями управління, вони стають відповідальними як за свою, так і за своїх колег. Компанії, які готові адаптуватися та інвестувати в безпеку, можуть значно зменшити ризики. Це стосується багатьох проблем, таких як старіння обладнання, технологічні зміни та психологічні фактори. Охорона праці забезпечує збереження людського капіталу та покращує репутацію компанії, і це не лише юридична вимога.

Узагальнюючи, можна сказати, що система охорони праці газопереробних заводів повинна постійно оцінюватися та вдосконалюватися, щоб гарантувати безпеку працівників, а також економічну стабільність і розвиток самого підприємства та самої держави .

4.2 Оцінка екологічного стану на території ГПЗ.

Газопереробні заводи (ГПЗ) забезпечують доставку природного газу до споживачів, виконуючи важливу функцію в системі транспортування природного газу. Тим не менш, під час їх функціонування виникають певні екологічні загрози, які вимагають ретельного аналізу. В цьому підрозділі розглядаються основні екологічні елементи, які впливають на навколишнє середовище в зоні діяльності ГПЗ також розглядаються методи спостереження та управління цими ризиками.

Газопереробні заводи можуть створювати низку екологічних загроз, які включають: Викиди забруднюючих речовин: основними джерелами забруднення є викиди від компресорів, які можуть містити оксиди азоту, вуглецю, сірки та інших

забруднюючих речовин. Ці викиди можуть спричинити забруднення повітря та негативно вплинути на екосистему та здоров'я населення. Витоки газу: Непередбачені витоки природного газу можуть статися через пошкодження трубопроводів або несправність обладнання. Витоки не тільки завдають шкоди довкіллю, але й можуть спричинити небезпечні ситуації, такі як вибухи або пожежі. Скидання стічних вод: якщо стічні води, які утворюються під час роботи станції, не очищаються належним чином, вони можуть містити небезпечні речовини. Шумове забруднення: коли компресори та інше обладнання ГПЗ працюють, вони створюють високий рівень шуму, який погано впливає на навколишні екосистеми та здоров'я людей. У цьому під розділі будуть проаналізовані чинники які зв'язані з рівнем забруднення та впливу на еко-систему газопереробного заводу, та приклади які знижують шкідливий вплив.

Для аналізу оцінки екологічної ситуації на території ГПЗ використовується широкий спектр методів моніторингу, що дозволяє виявити забруднення та оцінити його вплив на навколишнє середовище, а саме :

Для вимірювання концентрації забруднюючих речовин у повітрі використовують як стаціонарні, так і мобільні моніторингові станції. Це дозволяє виявити забруднення, яке перевищує гранично допустимі рівні;

- Оцінка якості води в річках та водоймах, які можуть піддаватися впливу стічних вод ГПЗ вимірюються фізико-хімічні параметри та наявність забруднюючих речовин;
- Використання спеціальних пристроїв для вимірювання рівня шуму в різних точках навколо ГПЗ. Це допоможе визначити, чи перевищує рівень шуму норму;
- Дослідження флори та фауни в зоні впливу ГПЗ., що дозволяє визначити зміни в екосистемах, пов'язані з діяльністю станції.

- Через діяльність ГПЗ зі шкідливими речовинами, при надзвичайній ситуації, або функціонуванні самого заводу, при перевищенні ГДК може мати значний вплив на здоров'я людей і навколишнє середовище.

Гранична допустима концентрація (ГДК) – показник безпечного рівня вмісту шкідливих речовин у довкіллі, максимальна кількість шкідливої речовини в одиниці об'єму або маси у водному, повітряному чи ґрунтовому середовищах, що майже не впливає на здоров'я людини [43]. Це може спричинити: Викиди забруднюючих речовин можуть спричинити респіраторні захворювання серед населення та вплинути на рослинність на околицях. Витік природного газу можуть завдати шкоди людям і місцевій фауні та флорі. Інтенсивна діяльність ГПС може змінити природні екосистеми, включаючи зменшення біорізноманіття та зміни місць проживання рослин і тварин.

Для ефективного управління екологічними ризиками на газоперекачувальних станціях необхідно впровадити системи екологічного управління, які відповідають міжнародним стандартам, таким як ISO 14001[44]. ЦISO 14000 — це система міжнародних стандартів управління навколишнім середовищем, яка допомагає організаціям: - зменшити діяльність, яка шкідливо впливає на навколишнє середовище (наприклад, спричиняє руйнівні зміни повітря, води чи землі); - дотримуватися екологічного законодавства та нормативних актів; - постійно вдосконалювати захист природи. Група стандартів ISO 9000[45] щодо управління якістю схожа на ISO 14000, оскільки обидва стосуються процесу виробництва продукту, а не самого продукту. Це дозволяє забезпечити системний підхід до екологічної безпеки, а також знизити ризики та вплив на навколишнє середовище.

Основними елементами системи екологічного управління можна назвати такі критерії як :

1. Політика екологічної безпеки: розробка чіткої політики, що вказує на те, що робить підприємство;

2. Планування: визначення елементів навколишнього середовища, які потрібно контролювати, а також встановлення цілей і завдань для зменшення негативного впливу ;
3. Впровадження та експлуатація: досягнення цілей, навчання персоналу та інформування про екологічні ризики ;
4. Перевірка та корекція: регулярно відстежувати показники навколишнього середовища, оцінювати результати та вживати заходів для покращення.
5. Оцінка екологічної ефективності: аналіз того, що було зроблено, щоб зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, а також впровадити зміни.

Місцеві громади повинні брати участь у моніторингу та управлінні екологічними ризиками, волонтерство та не байдужа реакція суспільства що проживає біля газопереробного заводу показує позитивний вплив не тільки на контроль викидів ГПС, а також і на діалог між бізнесом і громадськістю. Такі кроки підвищують прозорість. Інформувати громаду про екологічні загрози та дії, які були зроблені, а також про результати моніторингу є максимально позитивним рішенням для держави рішенням. Залучення до прийняття рішень, консультації та громадські слухання дозволяють врахувати думки експертів і місцевих мешканців. Розвиток екологічної свідомості зі школи сприяє підвищенню екологічної освіти та свідомості населення сприяє покращенню відносин між компанією та громадою.

З розвитком людства також не можна забувати, що сучасні технології мають вирішальне значення для оцінки та моніторингу екологічного стану ГПС. Інновації зменшують ризики та підвищують ефективність управлінських рішень, а саме :

- Системи дистанційного моніторингу: Збір даних про стан навколишнього середовища з використанням супутникових технологій і безпілотних літальних апаратів (дронів).
- Дрони успішно справляються з різноманітними завданнями. Еко-дрони стали «очима» та «вухами» політиків, активістів, вчених-екологів і захисників

навколишнього середовища. Наприклад, дрони контролюють промислові райони в Китаї, що допомагає боротися із забрудненням довкілля. Найбільш серйозною проблемою є швидке погіршення екологічної ситуації в країні в результаті модернізації економіки та швидкого зростання промислових підприємств, заводів і фабрик. Забруднення повітря в Китаї жахливе, особливо в великих містах.

- Автоматизовані системи контролю: впровадження автоматизованих систем, які відстежують викиди забруднюючих речовин у режимі реального часу та оперативно реагують на зміни.

АС являє собою організаційно-технічну систему, що забезпечує вироблення рішень на основі автоматизації інформаційних процесів у різних сферах діяльності (управління, проектування, виробництво тощо) або їх поєднаннях [46].

- Сенсорні технології: Використання сенсорів для вимірювання параметрів повітря, води та ґрунту, щоб швидко виявити забруднення.

Такою системою можна назвати станцію моніторингу якості повітря SaveEcoSensor 3.0[47]



Рисунок 4.2 - ілюстрація SaveEcoSensor

Він дозволяє оцінювати вміст пилу у повітрі фракцій 2,5 мікронів і 10 мікронів (PM2,5 і PM10). Інтегрований сенсор температури, вологи та тиску дозволяє змінювати дані відповідно до погоди. Конкретизуючі те, що газопереробні заводи,

мають шкідливий вплив на екологічний стан, якщо вони порушують ГДК несуть за собою негативні чинники стають регіональною проблемою, можна на навести такі викиди забруднюючих речовин з ГПЗ як:

- Оксиди азоту (NO_x): виникають у результаті спалювання газу в компресорах і двигунах. Вони можуть викликати смог і погіршувати якість повітря.

Подразнення слизової — це основна токсична дія діоксиду азоту. Перші ознаки отруєння включають печіння в очах, зниження артеріального тиску, головні болі та важке дихання. Хронічне отруєння може спричинити частіший кон'юнктивіт або пошкодження зубів. Оскільки він мало розчинний у воді, оксид азоту легко потрапляє в легені та кров. Це є загрозою, особливо для дітей та людей з астмою.

- Основним парниковим газом, який впливає на зміну клімату, є вуглекислий газ (CO₂). Спалювання природного газу викликає значні кількості вуглекислого газу.

CO₂ — вуглекислий газ або діоксид вуглецю — це безбарвний газ, який не має запаху при малих концентраціях. Він виділяється людьми, тваринами та рослинами, наприклад, організм людини здатний виділити близько 1 кг вуглекислого газу на добу[48]. Рекомендується, щоб у приміщенні було 20% кисню, 79% азоту та 1% інших газів. Вуглекислий газ, або CO₂, є однією з багатьох різних речовин, які входять до останнього 1%. Він становить 350–400 ppm (за європейською системою позначень), або 0,035–0,04% від загальної маси. Державні будівельні норми України встановлюють допустимі концентрації вуглекислого газу в повітрі, враховуючи вміст двоокису вуглецю в повітрі навколо будівель.

- Сирчастий газ (SO₂): Забруднення природного газу, особливо під час обробки, може призвести до викидів.

Діоксид сірки або SO₂ для короткого – це безбарвний і реактивний газ з гострими руками, що складається з елементів сірки та кисню[49]. Загалом сірковмісні палива, такі як діоксид сірки, мазут і вугілля, випалюють під час промислових процесів або в інших промислових процесах. Він є одним із шкідливих газів, які викликають

кислотні дощі та забруднення повітря, є діоксид сірки. Діоксид сірки підвищує чутливість дітей і людей із задишкою. Діоксид сірки викликає напруженість грудей, хрипи та труднощі з диханням. Якщо людина тривалий час піддається діоксиду сірки, у неї погіршуються дихальні розлади, системи захисту легенів не працюють, і у неї розвивається хвороба серця.

Також, витоки газу які у разі НС на території критичної інфраструктури є фактором, що має підвищений рівень небезпеки що може трапитись , через різні причини, наприклад : технічні несправності, такі як пошкоджені або зношені труби. Помилки у проектуванні, витоки можуть виникнути, якщо будівельники не уважно ставляться до деталей. Вплив зовнішнього середовища. Природні катаклізми, які можуть пошкодити інфраструктуру, є одним із прикладів. Кислотні дощі шкодять екосистемам, знижуючи рівень рН у водоймах і піках. Це може поставити під загрозу життя риб і інших водних організмів. Кислотні дощі також шкодять рослинам, оскільки вони можуть пошкодити коріння та зменшити врожайність. Також екстремальні погодні явища, які загрожують людям, сільському господарству та природним екосистемам, можуть бути викликані змінами клімату. Наприклад, частіші та інтенсивніші урагани можуть руйнувати інфраструктуру, включаючи газоперекачувальні станції, збільшуючи викиди та небезпеку. Забруднення ґрунту викидами ГПС може погіршити його структуру та здатність утримувати вологу. Це може підвищити небезпеку селевих потоків, особливо в горах. Під час сильних дощів вода може змивати забруднений ґрунт, створюючи потоки, які можуть знищити все. Селеві потоки (селі) — це короточасні гірські потоки, які складаються із суміші води і великої кількості твердого матеріалу[50]. Вони виникають через сильні дощі, розтавання снігу та льоду, завали та греблі в долинах, де є великі запаси розсипчастої уламки. Селеві потоки є небезпечними природними катаклізмами, які можуть завдати шкоди не тільки природним ресурсам, але й житловим і господарським спорудам, викликаючи значні економічні та соціальні наслідки.

Технологічні аварії на транспортних засобах (ГПС), такі як витоки газу або аварії з хімічними речовинами, можуть мати катастрофічні наслідки. Наприклад, якщо газ або хімічні речовини потрапляють у ґрунт або водойми, це може призвести до забруднення, яке завдає шкоди флорі та фауні, а також створює загрозу для здоров'я населення. Вплив небезпечних речовин також може спричинити природні катаклізми, такі як пожежі. Якщо газ або інші горючі речовини потрапляють у навколишнє середовище, це може спричинити великі пожежі, які завдадуть шкоди як навколишньому середовищу, так і життю людей. Також викиди з ГПЗ можуть забруднювати поверхневі та підземні води. Це, у свою чергу, може призвести до проблем з водопостачанням, які можуть загострити ситуацію під час природних катастроф, таких як посухи. На здоров'я населення негативно впливає підвищене забруднення води, особливо в районах, де якість води вже під загрозою.

Газопереробні заводи можуть спричинити природні катаклізми, які загрожують здоров'ю населення та екосистемам, залежно від типу викидів і обсягу. Для боротьби з цими небезпеками потрібно використовувати комплексний підхід до управління охороною навколишнього середовища, який включає моніторинг викидів, впровадження нових технологій очищення та співпрацю з громадами. Усвідомлення важливості цих загроз і активне реагування можуть допомогти запобігти екологічним катастрофам, які можуть мати катастрофічні наслідки для людей і населення нашої планети.

Заходи, які спрямовані на покращення екології від впливу газопереробних заводів є важливим завданням, і для досягнення цього потрібно використовувати системний підхід і активно впроваджувати нові технології. Зважаючи на потенційні загрози для навколишнього середовища, важливо вжити низки заходів, щоб зменшити негативний вплив. Впровадження сучасних систем очищення викидів є одним із основних напрямків покращення екологічної ситуації. Це може бути:

- Фільтраційні установки: встановлення фільтрів, які вловлюють забруднювачі до того, як вони потрапляють в атмосферу. Системи очищення, які використовують

каталіз або адсорбцію, можуть значно зменшити викиди оксидів азоту, сірки та інших шкідливих речовин.

- Регенеративні горілки: Використання нових технологій горіння забезпечує більш повне згоряння пального, а також зниження викидів CO₂ і NO_x. Це не тільки знижує забруднення повітря, але й підвищує ефективність споживання енергії.

Регулярний контроль якості навколишнього середовища та моніторинг викидів є також важливими заходами для швидкого виявлення проблем. Для покращення контролю можна навести такі пропозиції як :

- Автоматизовані системи моніторингу: впровадження автоматизованих установок для постійного моніторингу рівня забруднюючих речовин в атмосфері. Це дозволить швидко реагувати на зміни в якості повітря та боротися з ними. Програми контролю якості води включають регулярний відбір проб води з найближчих водойм і аналіз їх на наявність забруднюючих речовин у лабораторії. Це допоможе швидко запобігти забрудненню водних ресурсів.
- Програми контролю якості води включають регулярний відбір проб води з найближчих водойм і аналіз їх на наявність забруднюючих речовин у лабораторії. Це допоможе швидко запобігти забрудненню водних ресурсів.

Витоки газу, які можуть виникнути внаслідок технічних несправностей, є однією з найбільших небезпек для навколишнього середовища. Для того, щоб їх уникнути, можна привести наступні рішення :

- Системи виявлення витоків: встановити датчики газу, щоб швидко виявити витoki. Це можуть бути стаціонарні або переносні пристрої, які забезпечують швидку реакцію в небезпечних ситуаціях.

Регулярні перевірки та обслуговування: Виявляти та вирішувати потенційні проблеми шляхом регулярних оглядів інфраструктури та обладнання. Підтримка високого рівня безпеки та запобігання витокам є можливими завдяки цьому.

Свідомість працівників і населення також залежить від покращення екологічного стану, на покращення ситуації можуть вплинути такі рішення :

- Програми навчання: Організація для працівників ГПС курсів і семінарів щодо екологічної безпеки та сталого розвитку. Це допоможе їм зрозуміти важливість охорони навколишнього середовища.
- Інформаційні кампанії: Проведення кампаній, спрямованих на підвищення обізнаності населення про екологічні проблеми та способи їх вирішення.

Забезпечення екологічної безпеки на газопереробному заводі вимагає комплексного підходу, який включає використання сучасних технологій, постійне спостереження за викидами, співпрацю з громадами та підтримку освітніх програм. Системна робота є єдиним способом досягти значних покращень у навколишньому середовищі та забезпечити збереження навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

- Регулярні перевірки та обслуговування: Виявляти та вирішувати потенційні проблеми шляхом регулярних оглядів інфраструктури та обладнання. Підтримка високого рівня безпеки та запобігання витокам є можливими завдяки цьому.

Свідомість працівників і населення також залежить від покращення екологічного стану, на покращення ситуації можуть вплинути такі рішення :

- Програми навчання: Організація для працівників ГПЗ курсів і семінарів щодо екологічної безпеки та сталого розвитку. Це допоможе їм зрозуміти важливість охорони навколишнього середовища.
- Інформаційні кампанії: Проведення кампаній, спрямованих на підвищення обізнаності населення про екологічні проблеми та способи їх вирішення.

Забезпечення екологічної безпеки на газопереробному заводі вимагає комплексного підходу, який включає використання сучасних технологій, постійне спостереження за викидами, співпрацю з громадами та підтримку освітніх програм. Системна робота є єдиним способом досягти значних покращень у навколишньому середовищі та забезпечити збереження навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

Як приклад розрахунку забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від газопереробних заводів та їх джерел викидів, підприємствами та організаціями, які не отримали дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря або перебувають на державному обліку за обсягами потенційних викидів забруднюючих речовин та парникових газів у атмосферу та використовують непромислові установки для спалювання органічного палива. З метою обігрівання приміщень, як приклад можемо скористатися спрощеним розрахунком викидів забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферу при спалюванні певного виду палива.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферу при спалюванні природного газу

Витрата природного газу на рік розраховується за формулою: $V \cdot X_p$.

Де X_p – об'єм спожитого газу (m^3);

P – густина природного газу при нормальних умовах, kg/m^3 ,

$$P = 0.723kr / (M \wedge 3)$$

Витрата палива на рік – V (т);

$$\text{Густина природного газу } \rho = 0.723 r / (M \wedge 3)$$

Нижча робоча теплота згорання палива $Q = 45.75$ МДж/кг.

Показники емісії забруднюючих речовин:

$$K_{nox} 64,311 \text{ г/ГДж};$$

$K_{CO} = 248,75 \text{ г/ГДж};$

$K_{CO_2} = 58748,13 \text{ г/ГДж};$

$K_{H_2O} = 0,1 \text{ г/Т ДЖ}$

$K_{CH_4} = 1,0 \text{ г/ТДж.}$

$10^0 = 0,000001$

Приклад:

Якщо підприємство використало за рік 225046 м³ природного газу, то його масова витрата становить:

$$V \cdot \rho = 225046 \text{ м}^3 \cdot 0,723 \text{ кг/м}^3 = 162708,26 \text{ кг} = 162,71 \text{ т. (4.1)}$$

1. Валовий викид оксиду азоту (у перерахунку на діоксид азоту) (код 4001): ENG
 $10 \text{ KNOX QB } 10\% \cdot 64,311 \cdot 45,75 \cdot 162,71 \text{ т} = 0,479 \text{ т (4.2)}$

Валовий викид азоту оксиду :

2. $EN \cdot 2O = 10^{-6} \cdot Q \cdot V \cdot 10 \cdot 0,145 \cdot 75 \cdot 162,71 = 0,0007 \text{ т (4.3)}$

3. Валовий викид оксиду вуглецю : $E_{CO} = 10 \cdot K_{CO} \cdot Q \cdot V = 10^0 \cdot 248,75 \cdot 45,75 \cdot 162,71 \text{ т} = 1,852 \text{ т (4.4)}$

. Валовий викид метану : $4 \cdot E_{CH_4} \cdot 10 \cdot K_{CH_4} \cdot Q \cdot V = 1,045,75 \cdot 162,71 \text{ т} = 0,007 \text{ т (4.5)}$

4. Валовий викид діоксиду вуглецю ; $E_{CO_2} = 10 \cdot K_{CO_2} \cdot Q \cdot V = 58748,13 \cdot 45,75 \cdot 162,71 \text{ т} = 437,3 \text{ т (4.6)}$.

Отже, роблячи висновки щодо екологічного стану навколишнього середовища газопереробного заводу. Згідно з аналізом оцінки, підприємства газової промисловості мають значний вплив на навколишнє середовище, зокрема забруднюючи атмосферне повітря, ґрунт і водні ресурси. Викид газоподібних і твердих часток під час транспортування, зберігання та переробки газу є основними джерелами забруднення.

концентрація забруднюючих речовин у повітрі, зокрема оксидів азоту, вуглецю та сірки, може перевищувати гранично допустимі норми. Це створює загрозу для здоров'я населення та екосистем у регіоні. Крім того, забруднення важкими металами та токсичними речовинами, які можуть накопичуватися в ґрунтах і водах, може мати негативний вплив на ґрунти та водні об'єкти. територія ГПЗ повинна включати постійний екологічний моніторинг, щоб стежити за станом навколишнього середовища та реагувати на будь-які порушення.

Загалом, щоб покращити стан навколишнього середовища газопереробного заводу, вирішення проблеми повинно бути комплексним, включаючи новітні технології та підходи до управління впливом на довкілля. Зниження рівня забруднення є єдиним способом забезпечити стійкий розвиток регіону та збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Розділ 5

РОЗРАХУНОК ЗБИТКІВ ВІД НАСЛІДКІВ НС

Виконала							
Керивник							
Консультант							
Н.контр.							
Зав. каф.							

5.1 Характеристика ГПЗ Долинського

«Долинський газопереробний завод» — це компанія, яка займається паливноенергетичним комплексом. Структура ВАТ «Укрнафта»[\[23\]](#)[\[24\]](#). «ДГЗ» розташований у місті Долина Івано-Франківської області та працює над виробництвом стабільного газового бензину та скраплених вуглеводних газів різних марок шляхом відбензинення сирого газу, який видобувають у Карпатському нафтовому регіоні, подачі його в газопроводи, а також переробки суміші вуглеводнів. Завод почав працювати в 1959 році.



Рисунок 5.1 - Ілюстрація Долинської ГПЗ

Паливно-енергетичний комплекс ГПЗ Долинський[\[24\]](#) є одним із важливих об'єктів енергетичного сектору інфраструктури України. Найбільша нафтогазовидобувна компанія України, публічне акціонерне товариство «Укрнафта», видобуває понад 86 відсотків нафти, 28 відсотків газового конденсату та 16 відсотків газу від загального видобутку вуглеводнів в Україні. Розробляє родовища вуглеводнів у двох регіонах України, які постачають нафту та газ. Ці регіони включають Львівську, ІваноФранківську, Чернівецьку, Сумську, Чернігівську, Полтавську та Харківську області, а також 2 571 нафтову та газову свердловини та 563 АЗС у 26 регіонах України. Розташування ГПЗ Долинського: місто Долина в Івано-Франківській

області, район Калуський. Клімат регіону дуже різноманітний через складний рельєф (гори, рівнини, річкові долини, підвищеності) і великі лісові масиви. Коли розглядається зв'язок між географічними умовами та місцями, де відбуваються землетруси в Долинських регіонах, очевидно, що землетруси зазвичай відбуваються в зоні взаємодії Передкарпатського і Турянського розломів. Як наслідок, географічне розташування Долинської складки У 1893 році сталося кілька землетрусів із магнітудою від 2 до 2,6 б за шкалою Ріхтера. У останні дні також зафіксовано слабкі землетруси в напрямку Турянського розлому в районі села Вигода, яке знаходиться за 5-10 км на південний захід від Долини. У цьому районі останнім разом було зафіксовано землетруси 1 червня 2020 року. Два землетруси відразу сталися на відстані 9 км на північ від Долини з магнітудою 3,2 бали.

Нафтовий газ Долинського, Бориславського та Надвірнянського нафтогазовидобувних управлінь ВАТ «Укрнафта» та привізна широка фракція легких вуглеводнів служать сировиною для заводу. Завданням заводу є виробництво стабільного газового бензину та скраплених вуглеводневих газів різних марок шляхом переробки суміші вуглеводнів і відбензинення сирого газу, який видобувають з нафти в Карпатському нафтогазоносному регіоні, а також подачі його в магістральні газопроводи. Газовий бензин для транспортних засобів, зріджені вуглеводні гази для комунальних послуг і відбензинений газ для промислових і комунальних потреб. Завод виробляє 910 млн. т нафтового газу щорічно, 155 тис. Т зрідженого газу щорічно та 50 тис. Т газового стабільного бензину щорічно.

Газопереробний завод використовує метод бсорбції масла для відбензинювання нафтового газу. Для відбензинення сирого нафтового газу та розділення суміші рідких продуктів на окремі вуглеводні структура заводу складається з таких цехів і установок: На газопереробних заводах використовується широкий спектр обладнання для виконання різних завдань, включаючи компресію, охолодження, сепарацію та осушення газу, газофракційне розділення та вуглеадсорбцію, а також технологічні печі та насосні агрегати. У процесі відбензинення сирого нафтового

газу та розділення суміші рідких продуктів на окремі вуглеводні були використані наступні виробничі компоненти:

- Компресорний цех, який стискає сирий газ до тиску 30 атмосфер і стискає бензиновий газ до тиску 55 атмосфер. Продуктивність компресорної станції становить 1200 тис. М3/добу. Компресорну станцію називають першим джерелом викиду. Він викидає в атмосферу такі речовини, як диоксид азоту, метан, етан, пропан, бутан і оксид вуглецю. Одним із недоліків є висока енергоємність. У процесі масляної абсорбції цільові вуглеводні, такі як пропан, бутани та пентани, поглинаються до 90 відсотків, що призводить до викиду NO₂ в атмосферу. У абсорбенті основні компоненти розчиняються, а метан, етан і частково пропан виходять з абсорбера і подаються споживачам як природні горючі гази.

- Установки газофракціонування розділяють нестабільний бензин або привізну широку фракцію легких вуглеводнів (ШФЛВ) на готову продукцію. Ці продукти включають вуглеводневі скраплені гази для домашнього споживання, вуглеводневі скраплені гази для автомобілів і бензин газовий стабільний. У процесі роботи цієї установки в атмосферне повітря потрапляють насичені вуглеводні. Це відбувається через товарно-сировинну ділянку, яка використовується для зберігання сировини, виробництва та реалізації готової продукції.

До складу дільниці входять: 1. Склад готової продукції (СГП), який містить 36 ємностей по 175 метрів для скрапленого газу та 4 ємності по 600 метрів для стабільного бензину. парк, який зберігає широку фракцію легких вуглеводнів (LCHF). Складається з 25 резервуарів, кожен з яких містить 200 м3. 3. Зливу: наливна естакада має 52 стояки для зливу або наливу залізничних цистерн; бензинові випари та легкі вуглеводні потрапляють у повітря під час зберігання продукції на товарно-сировинній дільниці; У повітря надходять вуглеводні, переважно пентан і бутан, коли цистерни зливаються або наливаються. Таким чином, велика кількість викидів і стічних вод утворюється під час процесу переробки газу.

Основними підрозділами Долинського виробництва є компримування газу, переробка газу, зберігання сировини та готової продукції, відвантаження готової продукції та автогазонаповнювальна станція, яка використовується для транспортування газу на території Західної України. Долинський ГПЗ має три основні технологічні об'єкти: компресорну станцію, маслоабсорбційні та газофракційні установки. За даними, у 2019 році значно зменшилася кількість нафтового газу, необхідного для заводу, через зменшення видобутку нафти в західних областях України. Таким чином, виробництво рідких продуктів газопереробки збільшилося на 14,4%, а переробка нафтового газу – на 25,9 % [98]. Недозавантаження виробничих підрозділів сировиною є основною проблемою в роботі заводу. Широкий спектр легких вуглеводнів, який походить з Росії, є такою сировиною. До 200 000 тонн широкої фракції легких вуглеводнів щорічно переробляються ГПЗ. Це значно зменшило б дефіцит зрідженого газу та бензину для автомобілів в Україні. При наявності сировини завод виробляє вуглеводневий пропелент, який є більш екологічно безпечним, оскільки він використовується як заміна фреонів, які руйнують озону в аерозольних упаковках.

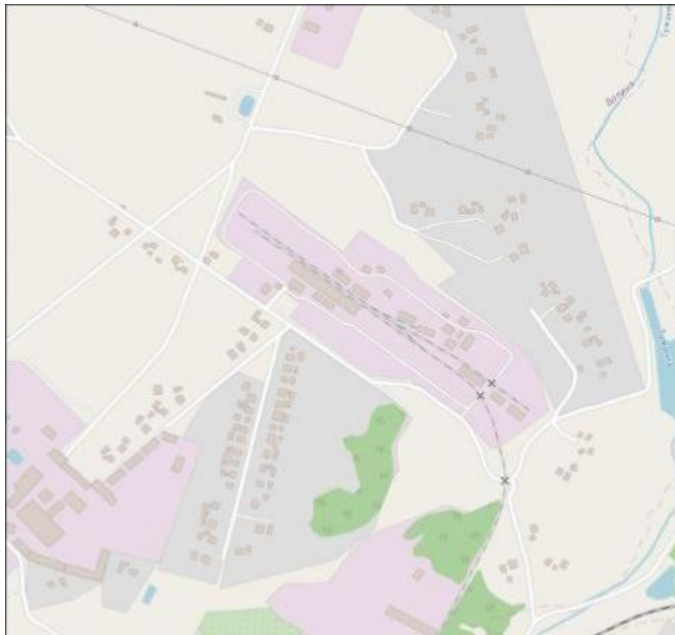


Рисунок 5.2 : Топографічний план Долинської ГПЗ

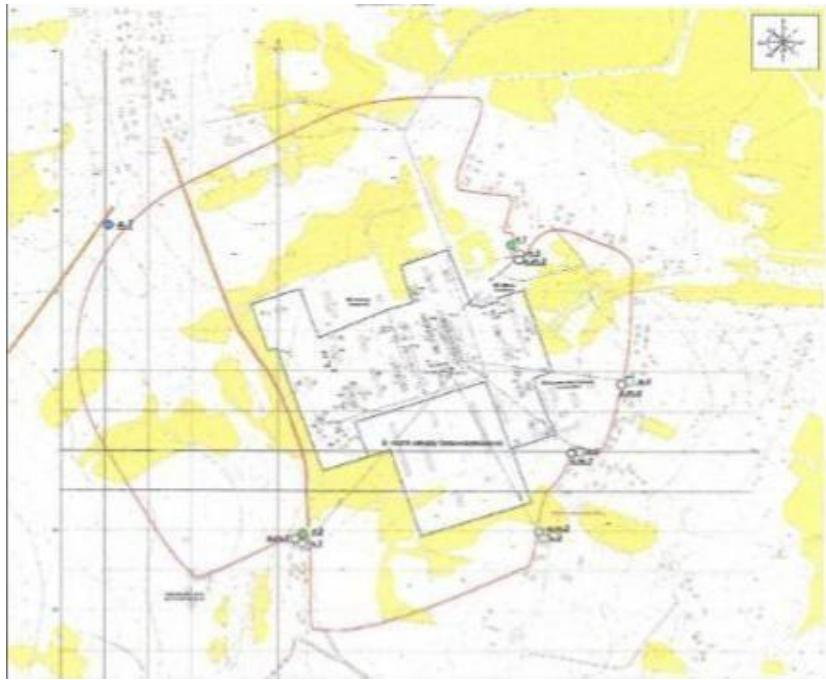


Рисунок 5.3 Схема Долинської ГПЗ

У 2019 році видобуток нафти та конденсату зріс на 4,7%, а газу на 7,5%. Ціни на газ в Україні за останній рік знизилися вдвічі, з 10 до 5 тис. грн/тис. м³, відповідно до світових тенденцій. Зниження споживання природного газу на 8,4% до 29,8 млрд кубічних метрів. Зокрема, населення скоротило споживання газу на 14% у 2019 році до 9,4 млрд кубічних метрів. На фоні зменшення використання газу Україна збільшила імпорт на 33% порівняно з 2018 роком, зменшившись на 1% у 2017 році та на 29% у 2016 році.

Пентна плата за видобуток природного газу в 2018 році залишалася незмінною на рівні 29% для покладів глибиною до 5000 метрів і 14% для покладів глибиною більше 5000 метрів. У 2019 році стимулюючі ставки для нових газових свердловин продовжували діяти: 12% для покладів до 5000 метрів і 6% для більш глибоких покладів. Це сприяло розвитку та видобутку газу в Україні. У 2019 році ПАТ «Укрнафта» збільшило свої виробничі показники порівняно з 2018 роком. Видобуток газу зріс на 7,4 % (в 2018 році було 1082 млн. м³) і виробництво скрапленого газу збільшилося на 2% (в 2018 році було 110 тис. Т, а в 2019 році було 112,2 тис. Т). За 2019 рік

За рахунок успішного виконання програми організаційно-технічних заходів ПАТ

«Укрнафта» вдалося деякою мірою підвищити обсяг видобутку природного газу після скорочення базового видобутку на 12 % у 2019 році. На кінець 2019 року додатковий дебіт природного газу склав у середньому 456 тис. М3/д. У 2019 році на присутньому фонді всіх свердловин ПАТ «Укрнафта» було реалізовано ряд операцій, включаючи перехід на нові горизонти, капітальний та поточний ремонт вигідних свердловин, а також проведення гідророзривів пласту[26].

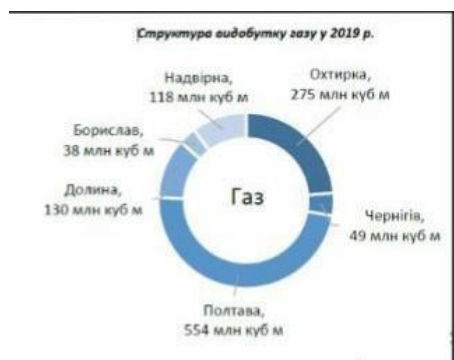


Рисунок 5.3 Видобуток газу у 2019р.



Рисунок 5.4 :видобуток газу 2020р.

ГРП – розвідувальною діяльністю, що полягає в дослідженні та аналізі зображень і геопросторових даних, в результаті яких описуються, оцінюються і візуалізуються фізичні характеристики та географічно локалізовані процеси [51], утворення природних чи штучних тріщин у продуктивному пласті, який зазвичай складається з щільних порід. Потім рідину (на водній, вуглеводневій основі, кислотні розчини тощо) закачують із розклинювачем або без нього, щоб створити високу пропускну здатність, щоб забезпечити приплив пластових флюїдів у свердловину після завершення процесу. Також оптимізація видобутку свердловин, заміна критично зношеного обладнання та підвищення ефективності. У 2019 році завдяки організаційно-технічним заходам додатково видобуто 174,5 тис. Т нафти з конденсатом і 138,1 тис. М3 газу. Це становить 11,5% від поточного видобутку нафти з конденсатом і 11,8% від поточного видобутку газу за цей період. Газопереробні заводи Гнідинцівського, Качанівського та Долинського забезпечують виробництво газу, який компанія видобуває. У 2012 році газопереробними заводами було вироблено 153,2 тис. Т скрапленого газу, з них 12 тис. Т Долинських газопереробних заводів. У 2013 році було вироблено 170,9 тис. Т скрапленого газу, з них 14,7 тис. Т

Долинських газопереробних заводів. У 2019 році газопереробні заводи компанії виробили на 2% більше скрапленого газу, ніж у 2018 році.

— Протягом 2019 року були розроблені та виконані технічні заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, пов'язаного з виробничою діяльністю в структурних одиницях компанії. Ці заходи включають ремонт і заміну аварійних ділянок трубопроводів; обстеження переходів трубопроводів через водні перешкоди та автодороги; ревізію та заміну засувки на водоводах і лічильниках обліку води ; пофарбування резервуарів.

— ліквідація недіючих, ремонт і відновлення технологічних об'єктів Для забезпечення безперервного циклу газового господарства Долинського регіону на всіх його етапах пріоритетними були наступні проекти: будівництво та капітальний ремонт наземної інфраструктури; сервісне обслуговування; виготовлення та ремонт газового обладнання; підвищення продуктивності свердловин; і пошук і розвідка газових родовищ. Реалізація газу та продуктів його переробки залишається важливим напрямом діяльності компанії. Розробка проектів з віддаленого автоматизованого доступу до свердловин, розширення системи дистанційного моніторингу та управління необхідні для оптимізації роботи Долинського ГПЗ. Це допоможе забезпечити постійний контроль за параметрами роботи свердловин, зменшити втрати від неправильної експлуатації насосного обладнання та дозволити оперативно реагувати на будь-які ризики, які виникають на робочому місці.

Крім того, планується провести ревізію експлуатаційного фонду свердловин, щоб визначити свердловини з низькою продуктивністю, які будуть зупинені для подальшого використання їх обмінного фонду, що дозволить підвищити продуктивність свердловин з високим дебітом. Для підтримки та модернізації важливої інфраструктури, такої як трубопроводи, резервуари та технологічні установки, необхідно виконати низку завдань, щоб забезпечити плановий рівень видобутку газу та нафти. Згідно з технологічними стандартами Долинського ГПЗ, концепція безвідходного виробництва передбачає, що відходи утворюються в основному під час роботи допоміжних цехів, таких як гаражі та теплиці, а також під

час очищення води на очисних спорудах і під час освітлення приміщень. Сім типів твердих відходів виникає під час виробничого процесу. Нафташлами з промислових каналізацій, осади з господарських систем, дугові та люмінесцентні ртутні лампи, які використовувалися для освітлення приміщень, металевий брухт і відходи (з неексплуатованого обладнання, інструментів, відпрацьованих транспортних засобів, призначених для переробки), використані або пошкоджені шини з гаражу, а також тверді побутові відходи, такі як обтирочний матеріал, маслomasляні залишки та сухі

Одними з основних забруднювачів атмосфери є газоподібні відходи, такі як важкі гази, сажа, пил, зварювальний аерозоль, оксид вуглецю, бенз(а)пірен, оксид марганцю, фториди, діоксид азоту та фтористий водень.



Рисунок 5.5 - Точки відбору проб .

У першому п. межа встановленої СЗЗ ДГПЗ 457 м (від допоміжного обладнання 292 м) найближча житлова забудова у південно-західному напрямку; у другому п.

межа встановленої СЗЗ ДГПЗ 456 м найближча житлова забудова у південно-

східному напрямку; у третьому п. Межа встановленої СЗЗ ДГПЗ 456 м

найближча житлова забудова у південно-східному напрямку;

Межа ґрунтів: г.1 – найближча житлова забудова у південно-західному напрямку

знаходиться в межах СЗЗ ДГПЗ 292 м; г.2 – найближча житлова забудова у

північносхідному напрямку знаходиться в межах СЗЗ ДГПЗ 228 м. Рівень шуму:

к.т.1 — межа встановленої СЗЗ ДГПЗ 457 м (від допоміжного обладнання 292 м)

найближча житлова забудова у південно-західному напрямку; к.т.2 — межа

встановленої СЗЗ ДГПЗ 456 м найближча житлова забудова у південно-східному

напрямку; к.т.3 — межа встановленої СЗЗ ДГПЗ 382 м найближча житлова забудова у південних контроль відбувався шляхом порівняння фактичних концентрацій забруднюючих речовин у повітрі з їх гранично допустимими концентраціями (ГДК), які є кількістю шкідливих речовин у навколишньому середовищі, які практично не впливають на здоров'я людини та її нащадків при постійному контакті або дії за певний період часу . Як було виявлено, перевищень не було. Для оцінки якості ґрунту використовувалися такі показники, як карбонати, бікарбонати, хлориди, кальцій, магній, натрій, калій, нафтопродукти та токсичні солі. Згідно з результатами аналізу, не було виявлено жодних перевищень за ГДК.

Воду на газопереробному заводі використовують для виробничих, господарських і протипожежних цілей. Воду для заводу отримують спеціальні споруди в місті, які отримують воду з підруслових джерел річки Свіча, згідно з угодою з ІваноФранківською обласною санепідемстанцією. У зв'язку з тим, що завод потребує великої кількості води, його система побудована на зворотній системі з подальшим охолодженням води на градирнях. Ця зворотна система використовує 49435 кубічних метрів води. Стічні води на підприємстві забруднюються різними технологічними процесами. Ці процеси включають технологічні води, які виникають під час продувки технологічних установок, а також частково через невідповідність герметичності комунікацій циркуляційної системи та під час випробування установок; і води, які використовуються для миття підлоги в приміщеннях і зрошення відкритих бетонних майданчиків поблизу різних установок. Таким чином, на заводі функціонують три різні системи каналізації: забруднені виробничі води, умовно чисті виробничі води та господарсько-фекальні каналізації. Дощові води відводяться через відкриті канали та дорожні кювети. Коли вода потрапляє в систему каналізації, вона містить механічні домішки, забруднення від нафтопродуктів (наприклад, бензину, газу та масла) і нафтопродуктів. Стічні води направляються на очисні споруди після збору в системі каналізації. Цей комплекс складається з одного вузла основного затримання нафтопродуктів, а також іншого вузла подальшої очистки води від нафтопродуктів за допомогою фільтрів.

На Долинському ГПЗ зараз відкрито 39 родовищ вільного газу, з яких 31 розробляються. За порівняними цінами обсяги виробництва заводу досягли 125,1% за перше півріччя 2019 року. У поточних цінах обсяг виробництва становить 117,4%. На підприємстві залишається невикористана потужність через процес модернізації виробництва. Супутній газ, який видобувається нафтогазовими родовищами, є сировиною Долинського ГПЗ. Завод виробляє товарний газ, зріджений газ і легку фракцію для задоволення потреб західних підприємств. Продукти, виготовлені на заводі, є конкурентоспроможними та користуються високим попитом серед споживачів. На заводі була встановлена установка, яка утилізує тепло та димові гази технологічної печі, а теплицю обігріває.

Крім того, компанія займається монтажом, технічним обслуговуванням і ремонтом газобалонної апаратури. Зокрема, на Долинському газопереробному заводі працюють ще два заводи: Бориславське на Львівщині та Пасічнянське в Надвірнянському районі. У 2020 році на газопереробному заводі було проведено наступні роботи: реконструкція продуктопроводів із винесенням їх на поверхню (витрати 5,4 млн. грн.); заміна кожухотрубного холодильника на пластинчастий на ділянці компримування газу (2,2 млн. грн.); завершення монтажу апарату повітряного охолодження типу АВГ-125 на Пасічнянському газопереробному цеху Долинського газопереробного заводу (0,21 млн. грн.). Через небезпеки, пов'язані з обробкою газу та інших хімічних речовин, долини ГПЗ мають значний вплив на навколишнє середовище в разі аварій або інцидентів. Найважливішими джерелами небезпеки газопереробного заводу :

- 1 :Розливи хімічних речовин: у результаті аварій на газопереробних заводах можуть вилитися небезпечні речовини, такі як гази, нафтопродукти або хімічні розчинники. Це може призвести до забруднення ґрунту, водойм або навіть атмосфери.
- 2: Викиди газів: газопереробка викидує шкідливі гази в атмосферу. Ці гази можуть мати поганий вплив на якість повітря та здоров'я людей, які живуть поруч.

3: Пожежі та вибухи: газові установки мають високий ризик пожеж і вибухів через високу концентрацію горючих речовин та окислювачів. Недостатнє змащування або перегрів деталей може призвести до підвищення температури, що призводить до пожеж. Це може підвищити ризик пожеж на заводі, особливо в присутності легкозаймистих газів. Системи пожежогасіння газових генераторів включають автоматичні системи спінювання, системи пожежогасіння водою та піною, системи відключення електроенергії та інші заходи для контролю та гасіння пожеж.

4 : Водне забруднення: внаслідок переробки газу великі об'єми води можуть забруднюватися різними хімічними речовинами. Аварії можуть викликати викиди цих речовин у водні ресурси, що може пошкодити екосистеми та поставити під загрозу життя людей.

5 : Ефект теплиці: діоксид вуглецю та метан, серед інших газів, які випускаються під час процесів газопереробки, можуть бути сильними парниковими газами, які сприяють глобальному потеплінню та зміні клімату. У результаті газопереробні заводи дотримуються суворих правил безпеки, а також планування та відповіді на аварії, розроблені відповідними регулюючими органами. Цей план спрямований на те, щоб зменшити ризики для людей і навколишнього середовища.

5.2. Розрахунок збитків від наслідків НС

Користуючись постановою Кабінету Міністрів України від

24 березня 2004 р. N 368 «Про затвердження Порядку класифікації

Надзвичайних ситуацій за їх рівнями»[\[42\]](#) змодельовано ситуацію, в якій на території ГПЗ сталася аварія .

Мета роботи : Проаналізувати розрахунок збитків при надзвичайній ситуації – аварії на об'єкті критичної інфраструктури (ГПЗ)

Завдання : Відповідно до методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру визначити основні види збитків при аварії на об'єкті критичної інфраструктури регіонального рівня

Порядок виконання роботи:

Таблиця 5.1

Тип НС				
	Об'єктовий	Місцевий	Регіональний	Державний
Надзвичайна ситуація техногенного характеру				
Аварія на об'єкті критичної інфраструктури	Mr; Mp; (Ho)	Mr Mp; (Ho)	Mr Hp	Mr Hp

Розрахунок збитків (З) при НС проводиться за такою формулою :

$$З = Hp + Mr + Mp + Pc/\gamma + M_{тв} + P_{л/\gamma} + P_{р/\gamma} + P_{рек} + P_{пзф} + Af + Vf + 3\phi \quad (1)$$

Втрата життя та здоров'я населення (Hp) ;

Руйнування та пошкодження основних фондів, знищення майна та продукції (Mr) ;

Вихідні дані :

Відбулась аварія на газопереробній станції, що призвели до повного її знеструмлення, та через скачок електроенергії ,було знеструмлено 3 близькі до ГПЗ села , постраждало 2 людини. Пошкоджено обладнання підстанції вартістю 25 млн грн, електромережу по області вартістю 500 тис грн, обладнання споживачів на суму 5 млн грн. У холодильного комбінаті, що також знаходився поблизу ГПЗ, та був під'єднаний до однієї електросітки зіпсувались 3 тони готової м'ясної продукції та 600 літрів готової молочної продукції. В наслідок аварії було зупинено роботу 4 підприємств, на яких працює 2000 людей. Середня заробітній плата становить по області 11 тис грн/міс.

Розрахунок

I. Розрахунок збитків від втрати життя та здоров'я населення

Розмір збитків від втрати життя та здоров'я населення визначається за формулою:

$$H_p = S_{Втрр} + S_{Вдп} + S_{Ввтг}, \quad (5.1)$$
 де $S_{Втрр}$ - втрати від

вибуття трудових ресурсів з виробництва;

$S_{Вдп}$ - витрати на виплату допомоги на поховання; $S_{Ввтг}$ - витрати на виплату пенсій у разі втрати годувальника;

а) втрати від вибуття трудових ресурсів з виробництва розраховуються на підставі даних, n , за формулою: $S_{Втрр} = M_{лN} + M_{тN} + M_{іN} + M_{зN}$, (5.2) де $M_{л}$ - втрати від легкого нещасного випадку; $M_{т}$ - втрати від важкого нещасного випадку;

$M_{і}$ - втрати від отримання людиною інвалідності;

$M_{з}$ - втрати від загибелі людини;

N - кількість постраждалих від конкретного виду нещасного випадку. Відповідно до умови постраждало 2 людини (нехай від важкого нещасного випадку).

1.

$$M_{т} = 10 \text{ тис. грн} \times 2 = 20 \text{ тис. грн}$$

$$H_p = 20 \text{ тис. грн}$$

2. Розрахунок збитків від руйнування та пошкодження основних фондів, знищення майна та продукції

Збитки від руйнування та пошкодження основних фондів, знищення майна та продукції розраховуються формулою:

$$M_p = F_v + F_g + P_p + P_{pc} + C_n + M_{дг} \quad (5.3),$$
 де F_v - збитки від руйнування та пошкодження основних фондів виробничого призначення (відповідно до умови

пошкоджено обладнання підстанції вартістю 25 млн грн, електромережі по області вартістю тис. грн, обладнання споживачів на суму 5 млн грн);

Фг - збитки від руйнування та пошкодження основних фондів невиробничого призначення (відповідно до умови дорівнює 0);

Пр - збитки від втрат готової промислової та сільськогосподарської продукції (відповідно до умови у холодильному комбінаті зіпсувалось 3 тонни готової м'ясної продукції та 600 літрів готової молочної продукції);

Прс - збитки від втрат незібраної сільськогосподарської продукції (відповідно до умови дорівнює 0);

Сн - збитки від втрат запасів сировини, напівфабрикатів та проміжної продукції (відповідно до умови дорівнює 0);

Мдг - збитки від втрат майна громадян та організацій (відповідно до умови внаслідок аварії зупинено роботу 4 підприємств, на яких працює 2 000 людей. Середня заробітна плата в області становить 11 000 грн/міс).

Загальні збитки від руйнування і пошкодження основних фондів виробничого призначення складаються зі збитків від повного або часткового руйнування і пошкодження будівель, споруд, корпусів, техніки, обладнання, інших видів основних фондів виробничого призначення, їх розраховують за формулою:

$$\Phi_{\text{в}}^{\text{н}} = \sum_{i=1}^n (\Delta P^i K_{\text{в}}^i) - L_{\text{в}}, \quad (5.4)$$

де ΔP^i – зменшення балансової вартості /-го виду основних фондів виробничого

призначення внаслідок повного або часткового руйнування з урахуванням відповідних коефіцієнтів індексації (нехай зменшення балансової вартості дорівнює 20 млн грн);

K_a^i – коефіцієнт амортизації i -го виду основних фондів виробничого призначення; n – кількість видів основних фондів виробничого призначення, що були частково або повністю зруйновані (нехай коефіцієнт амортизації дорівнює 2; L_b – ліквідаційна вартість отриманих матеріалів та устаткування (нехай ліквідаційна вартість отриманих матеріалів дорівнює 0.500 тис. грн).

Тоді Фв = 3 x (20 млн. грн x 2) – 0.500 тис. грн = 119,5 млн. Грн(8)

Збитки від втрат готової промислової та сільськогосподарської продукції розраховують за формулою:

$$Пр = Пр^n + Пр^c \quad (5.5)$$

Збитки від втрат готової промислової продукції ($Пр^n$) розраховують, виходячи з її собівартості або за цінами придбання з урахуванням індексації за формулою

$$Пр^n = \sum_{i=1}^m (C^i q^i),$$

Де C^i – (5.6)

Собівартість одиниці i -го виду промислової продукції (нехай собівартість готової м'ясної продукції 180 грн за 1 кг, а молока 50 грн за 1 л;

q^i – кількість втраченої промислової продукції i -го виду (втрачено 3 тони готової м'ясної продукції та 600 л молока; m – кількість видів промислової продукції, втраченої під час НС (м'ясна продукція та молоко).

Збитки від втрат готової сільськогосподарської продукції ($Пр^c$) розраховують на основі середніх оптових цін для різних регіонів України за формулою

$$Пр^c = \sum_{i=1}^M (Ц_j^i q^i),$$

де $Ц_j^i$ (5.7)

Середня оптова ціна i -го виду сільськогосподарської продукції в j -му регіоні (нехай середня оптова готової м'ясної продукції у Івано-Франківській області дорівнює 220 грн за 1 кг, а молока 45 грн за 1 л; q^i – кількість втраченої сільськогосподарської продукції i -го виду; M – кількість видів втраченої сільськогосподарської продукції).

1.

$$Prп = (180 / 1 \times 3) + (50 / 1 \times 600) = 570000 \text{ (тис. грн)}(5.8)$$

2.

$$Prс = (220 / 1 \times 3) + (45 / 1 \times 600) = 687000 \text{ (тис. грн)}(5.9)$$

3.

$$Pr = 570000 + 687000 = 1257 \text{ (млн. грн)}(5.10)$$

3. Збитки від втрат іншого майна (Мдг) розраховуються для організацій виходячи з його залишкової балансової вартості, а для громадян - виходячи із середньої ринкової ціни відповідного майна на момент його втрати, що оцінюється експертним шляхом, за такою формулою:

$$M_{дг} = \sum_{i=1}^m (P^i \times K_a^i \times k^i \times q_{орг}^i) + \sum_{j=1}^n (Ц_{ср}^j \times q_{гр}^j), \quad (5.11)$$

де P^i - балансова вартість i -го виду втраченого майна організацій (середня заробітна плата в області становить 11 000 грн/міс, за два дні приблизно 1300 грн);

K_a^i - коефіцієнт амортизації i -го виду втраченого майна організацій (нехай $K_a^i=2$); k^i

- індекс зміни цін стосовно часу придбання i -го виду майна (невідомо, нехай $k^i=1$);

$q_{орг}^i$ - кількість втраченого майна організацій i -го виду (зупинено роботу 4

підприємств, на яких працює 2 000 людей); m - кількість видів майна, втраченого

організаціями (відповідно до 1);

1.

$$M_{дг} = (120 \times 2 \times 2000) = 480000 \text{ (млн. грн)} \quad (5.12)$$

2.

$$M_p = 119,5 + 1257 + 480000 \text{ млн. грн} \approx 48,1 \text{ (млрд. грн.)} \quad (5.13)$$

$$2 \cdot 3 = 13 + 48,137 \approx 61,1 \text{ (млрд. грн.)} \quad (5.14)$$

3 Відповідь: $3 = 61,1$ (млрд. грн.)

Висновок : Відповідно до методики збитків від Нс – аварій на об'єктах критичної інфраструктури, було розраховано збитки при аваріях на ГПЗ техногенної надзвичайної ситуації регіонального рівня, яка вплинула на життя області та жителів.

ВИСНОВКИ

Виконала							
Керивник							
Консультант							

Н.контр.					
Зав. каф.					

Кваліфікаційна робота за темою «підвищення безпеки та стійкості критичної інфраструктури» є процесом дослідження в якому було розглянуто сучасні підходи та методи для підвищення безпеки та стійкості об'єктів інфраструктури та приклади які методологічно схожі на моделі захисту критичної інфраструктури США . КІ є життєво важливими органом для країни, особливо в умовах війни, але війна не триває вічно, тому Данна кваліфікаційна робота розрахована на в одночасно також і на дослідженні функціонування критичної інфраструктури в умовах мирного часу. Особлива увага була приділена оцінці ризиків газопереробної галузі, зокрема

Долинського газопереробного заводу. Досліджено вплив надзвичайних ситуацій природних і техногенних на функціонування цих об'єктів.

Дослідження показали, що запобігання та мінімізація ризиків, покращення систем моніторингу та створення планів швидкого реагування на надзвичайні ситуації є необхідними заходами, щоб забезпечити стійкість критичної інфраструктури. Крім того, охорона праці та екологічна безпека на підприємствах мають приділятися особливому увазі, оскільки вони є життєво важливими для продовження роботи.

На основі результатів було розроблено низку практичних рекомендацій, які можна використовувати для підвищення рівня безпеки та стійкості важливої інфраструктури, особливо для газопереробних підприємств:

- використання сучасних автоматизованих систем моніторингу стану обладнання;
- розробка детальних стратегій реагування на надзвичайні ситуації; регулярне навчання співробітників дій у кризових ситуаціях;
- підвищення якості будівельних матеріалів і використання нових технологій під час ремонту.

Результати роботи можуть бути використані для розробки рекомендацій щодо вдосконалення систем безпеки на об'єктах критичної інфраструктури. Ці рекомендації повинні підвищити надійність і ефективність функціонування систем у сучасному середовищі, пов'язаному з ризиками та труднощами.

ПОСИЛАННЯ НА ДЖЕРЕЛА

Виконала							
Керивник							
Консультант							
Н.контр.							
Зав. каф.							

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://zakon.rada.gov.ua/go/1882->

[20&ved=2ahUKEwj7m6_h0eWJAxV7RvEDHXzpMq4QFnoECBEQAQ&usg=AOvVaw](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://zakon.rada.gov.ua/go/1882-20&ved=2ahUKEwj7m6_h0eWJAxV7RvEDHXzpMq4QFnoECBEQAQ&usg=AOvVaw)

[0JBrNG3xmfSuj_SdoAyeuo \[1\] https://www.jnsm.com.ua/cgi-](https://www.jnsm.com.ua/cgi-)

[bin/u/book/sis.pl?Qry=%CA%EE%ED%F6%E5%EF%F6%B3%FF](https://www.jnsm.com.ua/cgi-bin/u/book/sis.pl?Qry=%CA%EE%ED%F6%E5%EF%F6%B3%FF) [2]

<https://www.cisa.gov/resources-tools/resources/presidential-policy-directive-ppd->

[21critical-infrastructure-security-and](https://www.cisa.gov/resources-tools/resources/presidential-policy-directive-ppd-21critical-infrastructure-security-and)

5. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.auc.org.ua/sites/default/files/library/1plangrweb.pdf&ved=2ahUKEwjN5Yi->

[v7qIAxXwFhAIHUIVH68QFnoECBgQAQ&usg=AOvVaw3h7i9PSfHKYRaCeaLC7iij](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.auc.org.ua/sites/default/files/library/1plangrweb.pdf&ved=2ahUKEwjN5Yi-v7qIAxXwFhAIHUIVH68QFnoECBgQAQ&usg=AOvVaw3h7i9PSfHKYRaCeaLC7iij)

[4]

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.k>

[k](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.k)

[mu.gov.ua/storage/app/uploads/public/5a5/4f3/fa9/5a54f3fa96c69079728988.doc&ved=2](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.kmu.gov.ua/storage/app/uploads/public/5a5/4f3/fa9/5a54f3fa96c69079728988.doc&ved=2)

[a](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.kmu.gov.ua/storage/app/uploads/public/5a5/4f3/fa9/5a54f3fa96c69079728988.doc&ved=2)

[hUKEwjc3uWJzLqIAxV9FBAIHbwrJAMQFnoECC8QAQ&usg=AOvVaw1MuKxrbcF3i](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.kmu.gov.ua/storage/app/uploads/public/5a5/4f3/fa9/5a54f3fa96c69079728988.doc&ved=2)

[3yalXW_VFPI \[5\] https://www.cisa.gov/resources-tools/resources/presidential-policy-](https://www.cisa.gov/resources-tools/resources/presidential-policy-)

[directive-ppd-21critical-infrastructure-security-and \[6\] https://www.dhs.gov/presidential-](https://www.dhs.gov/presidential-policy-directive-ppd-21critical-infrastructure-security-and)

[policy-directive-8-national-preparedness \]](https://www.dhs.gov/presidential-policy-directive-8-national-preparedness)

[https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%](https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96_%D1%82%D0%B5%D1)

[BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96_%D1%82%D0%B5%D1](https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96_%D1%82%D0%B5%D1)

[%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97](https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96_%D1%82%D0%B5%D1)

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://atep.kpi.ua/specialty->

[description/&ved=2ahUKEwjgqvGm3bqIAxWOJBAlHWPCHV0QFnoECBcQBQ&usg=](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://atep.kpi.ua/specialty-description/&ved=2ahUKEwjgqvGm3bqIAxWOJBAlHWPCHV0QFnoECBcQBQ&usg=)

[AOvVaw16IQ-2SUCTGnRWxE2D-Z9W](http://www.votum.ua/old/uk/publications/scada.htm) [9]

<http://www.votum.ua/old/uk/publications/scada.htm> [10]

<https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C> [11]

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://uk.wikipedia.org/wiki/%25D0%2592%25D0%25B7%25D0%25B0%25D1%2594%25D0%25BC%25D0%25BE%25D0%25B7%25D0%25B0%25D0%25BB%25D0%25B5%25D0%25B6%25D0%25BD%25D1%2596%25D1%2581%25D1%2582%25D1%258C&ved=2ahUKEwjPiru_47qIAxWIA9sEHXrIO3IQFnoECBQQBQ&usg=AOvVaw2T9GNghx0oXwOhug1zqiMS [12]

<https://visuresolutions.com/uk/risk-management-fmea-guide/risk-assessment-andanalysis/> [13]

14. www.ncsl.org/research/state-tribal-institute/list-of-federal-and-state-recognizedtribes.aspx. [14]

<https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7> [15] <https://nuph.edu.ua/slovník-psihologicnih-terminiv/> [16]

<https://ips.ligazakon.net/document/TM068077> [17]

https://en.m.wikipedia.org/wiki/United_Nations_Office_for_Disaster_Risk_Reduction [18]

https://en.m.wikipedia.org/wiki/European_Programme_for_Critical_Infrastructure_Protection [19] https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_002-08#Text [20]

https://en.m.wikipedia.org/wiki/Joint_Research_Centre [21]

https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Munich_Re [22]

<https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%80>

[84%D1%82%D0%B0\[23\]](#)

https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4 [24]

https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D1%80%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%96%D0%B2 [25]

<https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3049/granichno-dopustima-koncentraciya> [26]

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/tema_3_konspektu_lekciy_zmistovogo_modulyu_no1_bzhd_pro_yekt_petryshchev.pdf&ved=2ahUKEwjQ55_hkcqIAxXpAtsEHX8YIyEQFnoECBsQBg&usg=AOvVaw3O-OeEdb9XEepLum4Ifp8U[27]

<https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%83%D1%81>[28]

<https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D1%83%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96>[29]

https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%BD%D0%B0_%D0%90%D0%AD%D0%A1_%D0%A4%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%B0-1[30]

<https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%83%D1%85%D0%B0>[32] <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/1743408->

smertonosne_tsunami_v_indiyskomu_okeani_yak_tse_bulo_fotostori_2005557.html[31]

[https://uga.ua/meanings/litnya-zasuha-zavdala-znachnoyi-shkodi-posivam-v-ssha-the-washington-post/\[33\]](https://uga.ua/meanings/litnya-zasuha-zavdala-znachnoyi-shkodi-posivam-v-ssha-the-washington-post/[33])

[https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%B6%D0%B0\[34\]](https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%B6%D0%B0[34])

[https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D1%84%D1%83%D0%BD\]' \[35\]](https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D1%84%D1%83%D0%BD]' [35])

[https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B0%D0%B9%D1%8F%D0%BD_\(%D1%82%D0%B0%D0%B9%D1%84%D1%83%D0%BD\)\[36\]](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B0%D0%B9%D1%8F%D0%BD_(%D1%82%D0%B0%D0%B9%D1%84%D1%83%D0%BD)[36])

[https://www.google.com/search?q=%D0%BD%D1%81+%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE+%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%83&client=ms-android-vanzo&sca_esv=72aaa3890415b76e&sca_upv=1&ei=H5rpZtHFErSK7NYP9PCMyQQ&oq=%D0%BD%D1%81+%D1%82%D0%B5%D1%85&gs_lp=EhNtb2JpbGUtZ3dzLXdp eilzZXJwIgvQvdGBINGC0LXRhSoCCAAYBRAAGIAEMgUQABiABDIGEAAYFhgeMgYQABgWGB4yBhAAGBYHjIGEAAAYFhgeMgYQABgWGB4yBhAAGBYHkjcKID8CFjEHAAeACQAQGYAbADoAGMEqoBCTAuMi4zLjluMbgBAcgBAPgBAZgCB6ACpxKoAg_CAgOQABgDGOoCGI8BwgIKEC4YAxjqAhiPAcICCxAAGIAEGLEDGIMBwgIREC4YgAQYsQMY0QMYgwEYxwHCAG4Q»BiABBixAxiDARiKBcICCBAA GIAEGLEDwgILEC4YgAQYxwEYrwHCAG0QLhiABBjRAXjHARgKmAPyApIHBzItMy4yLjKGB4XNAQ&sclient=mobile-gws-wiz-serp\[37\]](https://www.google.com/search?q=%D0%BD%D1%81+%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE+%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%83&client=ms-android-vanzo&sca_esv=72aaa3890415b76e&sca_upv=1&ei=H5rpZtHFErSK7NYP9PCMyQQ&oq=%D0%BD%D1%81+%D1%82%D0%B5%D1%85&gs_lp=EhNtb2JpbGUtZ3dzLXdp eilzZXJwIgvQvdGBINGC0LXRhSoCCAAYBRAAGIAEMgUQABiABDIGEAAYFhgeMgYQABgWGB4yBhAAGBYHjIGEAAAYFhgeMgYQABgWGB4yBhAAGBYHkjcKID8CFjEHAAeACQAQGYAbADoAGMEqoBCTAuMi4zLjluMbgBAcgBAPgBAZgCB6ACpxKoAg_CAgOQABgDGOoCGI8BwgIKEC4YAxjqAhiPAcICCxAAGIAEGLEDGIMBwgIREC4YgAQYsQMY0QMYgwEYxwHCAG4Q»BiABBixAxiDARiKBcICCBAA GIAEGLEDwgILEC4YgAQYxwEYrwHCAG0QLhiABBjRAXjHARgKmAPyApIHBzItMy4yLjKGB4XNAQ&sclient=mobile-gws-wiz-serp[37])

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://uk.wikipedia.org/wiki/%25D0%25A2%25D1%2580%25D0%25B0%25D0%25B3%25D0%25B5%25D0%25B4%25D1%2596%25D1%258F_%25D0%2591%25D1%2585%25D0%25BE%25D0%25BF%25D0%25B0%25D0%25BB%25D0%25B0&ved=2ahUKEwjG9I2EqsqIAxVHQvEDHdCiOHgQFnoECBQQBQ&usg=AOvVaw3E5POHMx_iHHQVKHj23mvk

[39]

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/09/%25D0%259B%25D0%25B5%25D0%25BA%25D1%2586_%25D1%258F-2.pdf&ved=2ahUKEwiqpPvaosqIAxUQcvEDHTnXEDIQFnoECBUQBg&usg=AOvVaw2JeDDHjUR13H0CLmhB4fb1 [38]

[https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%B2_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B5_%D0%A1%D0%A8%D0%90_%D0%B8_%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%8B_\(2003\)](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%B2_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B5_%D0%A1%D0%A8%D0%90_%D0%B8_%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%8B_(2003)) [40]

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.jnsm.com.ua/h/0420N/&ved=2ahUKEwis6_yrr8qIAxV3RvEDHZR0C9sQFnoECBQQBQ&usg=AOvVaw0FdPuy1bfDbbI8WIWM9Gqa [41]

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/368-2004-%D0%BF#Text> [42]

https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE_%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F [43]

https://uk.m.wikipedia.org/wiki/ISO_14000 [44] https://uk.m.wikipedia.org/wiki/ISO_9000

[45]

https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0 [46]

<https://www.saveecobot.com/saveecosensor-3.0>[47]

<https://aerostar.ua/ua/news/novosti/co2-u-primischennjahl-na-scho-vplivae-dioksidvuglecju-u-povitri-ta-jak-zmenshiti-jogo-riven.html>[48]

<https://www.laboratuvar.com/uk/cevre-analizleri/imisyon-analizleri/ortam-havasinda-gazolcumu/so2-kukurtdioksit-olcum-ve-analizi>[49]

[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://uk.wikipedia.org/wiki/%25D0%25A1%25D0%25B5%25D0%25BB%25D1%258C_\(%25D0%25BF%25D0%25B0%25D0%25B2%25D0%25BE%25D0%25B4%25D0%25BE%25D0%25BA\)&ved=2ahUKEwipior4pOiIAxWuX_EDHT-iFCIQFnoECBQQBQ&sqi=2&usg=AOvVaw0cROq0ZVdexpSmAjsx5Om-](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://uk.wikipedia.org/wiki/%25D0%25A1%25D0%25B5%25D0%25BB%25D1%258C_(%25D0%25BF%25D0%25B0%25D0%25B2%25D0%25BE%25D0%25B4%25D0%25BE%25D0%25BA)&ved=2ahUKEwipior4pOiIAxWuX_EDHT-iFCIQFnoECBQQBQ&sqi=2&usg=AOvVaw0cROq0ZVdexpSmAjsx5Om-)[50]

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://uk.wikipedia.org/wiki/%25D0%2593%25D0%25B5%25D0%25BE%25D0%25BF%25D1%2580%25D0%25BE%25D1%2581%25D1%2582%25D0%25BE%25D1%2580%25D0%25BE%25D0%25B2%25D0%25B0_%25D1%2580%25D0%25BE%25D0%25B7%25D0%25B2%25D1%2596%25D0%25B4%25D0%25BA%25D0%25B0&ved=2ahUKEwi92MPQr-WJAxXcB9sEHRk3KEwQFnoECBUQBQ&usg=AOvVaw0vC4xkXJ6jon-rOkrE0YnH
[51]

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24482074/&ved=2ahUKEwishK-C7oiKAxW5a_EDHapSOjoQFnoECBUQAAQ&usg=AOvVaw1Q2sdmpKgv4XxR9cjMUUew [52]

[53]https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.researchgate.net/publication/261731035_Wayfinding_Decision_Situations_A_Conceptual_Model_and_Evaluation&ved=2ahUKEwju9NnG7oiKAxUzVfEDHVvWkZ0QFnoECBQQAQ&usg=AOvVaw1fgC6YV-N1Nx2VCZDSI_x6

[54]<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667017556797&ved=2ahUKEwiloa->

E74iKAXUAAtsEHcnwFMIQFnoECBYQAQ&usg=AOvVaw1CnMYNdIV1_xwBvKLH8WWU

[55]<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.linkedin.com/in/c-ariel-pinto&ved=2ahUKEwiw4IzC74iKAXUkXvEDHRmkJow4ChAWegQIEhAB&usg=AOvVaw1gwqnzes8fd6eIxnmxghjP>

[56]https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.researchgate.net/publication/263340148_The_Varnes_classification_of_landslide_types_an_update&ved=2ahUKEwjfg8vt74iKAXWGRPEDHdvwFe8QFnoECBoQAQ&usg=AOvVaw1up4CzaSWeOjsnoVVlvSJS

[57]https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.researchgate.net/publication/261135144_Jakob_et_al_SI_GBE-140136_R_ED&ved=2ahUKEwiHrLaj8liKAXUAR_EDHSt8EDoQFnoECBsQAQ&usg=AOvVaw0WEgvu51dHOH5Z_T9RUbrx

[58]https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.researchgate.net/publication/51486463_Riley_et_al_Respond_to_Co-occurring_Health_Conditions_and_Life_Challenges&ved=2ahUKEwjU6sy78liKAXUJSvEDHW6-MVkJQFnoECBYQAQ&usg=AOvVaw2vnpLhmM_k4f5SXSogGIUp

[59]https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3780761/&ved=2ahUKEwjC2-n48liKAXVXS_EDHT80OaAQFnoECB4QAQ&usg=AOvVaw2AknSs6uA09WDID8xnL76v

[60]<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://ua.rrua.gr/2023/01/09/%25D0%25B3%25D0%25B5%25D1%2580%25D0%25B0%25D1%2581%25D0%25B8%25D0%25BC%25D0%25BE%25D1%2581-%25D0%25BF%25D0%25B0%25D0%25BF%25D0%25B0%25D0%25B4%25D0%25BE%25D0%25BF%25D1%2583%25D0%25BB%25D0%25BE%25D1%2581-%25D1%2588%25D0%25B0%25D0%25BD%25D1%2581%25D0%25B8->

%25D0%25BD%25D0%25B0-

%25D0%25B7%25D0%25B5%25D0%25BC%25D0%25BB/&ved=2ahUKEwjitenZ8YiK
AxU-Q_EDHfy2NKkQFnoECBMQAAQ&usg=AOvVaw05bKJp9aDGz-_ehbguETnR

[61]https://www.google.com/aclk?sa=l&ai=DChcSEwjW1If18YiKAxV_XEECHYtqNQUYABA8GgJ3cw&co=1&ase=2&gclid=CjwKCAiA0rW6BhAcEiwAQH28Itish2ZCMTR0DjcXHAdQDluJdiuJR8KHERd1SKoPxxvJ2y9WYs26OiRoCqt8QAvD_BwE&sig=AOD64_1u1ApTmaoBWyllew8XbKDbLA-

7Ag&q&nis=4&adurl&ved=2ahUKEwj9oD18YiKAxWGRPEDHUOmFowQ0Qx6BAg
UEAE

[62]<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://naurok.com.ua/dopovid-klasifikaciya-porushen-psihofizichnogo-rozvitku-ditey-ta-problemischo-vinikayut-v-procesi-h-socializaci-v-umovah-inklyuzivnogo-navchannya-20407.html&ved=2ahUKEwj->

vsmR8oiKAxWBS_EDHUA0F4kQFnoECBQQAQ&usg=AOvVaw3DBtrlourgH3TKCt1J
5kWw