

РОЗДІЛ 3

БЕЗПЕКА КРИТИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ РЕГІОНІВ

Розвиток народного господарства, зокрема промисловості й аграрного виробництва, масштабні пасажирські перевезення, сприятливе географічне розташування України відносно інших країн Європи – усе це зумовило спорудження і розвиток на її території об'єктів критичної транспортної інфраструктури (ОКТИ). До її складу належать просторово розвинені мережі залізничних колій, магістральних газопроводів, електромереж та автошляхів, значна частина яких в умовах поширення глобалізаційних процесів трансформується в міжнародні транспортні коридори.

Зважаючи на високий рівень інтеграції цих ОКТИ в європейські аналогічні системи сполучення і транспортування, можна стверджувати, що їхнє безпечне функціонування стратегічно важливе для авторитету нашої країни та її національної безпеки, оскільки виникнення будь-яких інженерно-технічних або екологічних проблем під час експлуатації зазначених систем відчуватиметься і поза межами території України.

Саме тому всебічна підтримка ефективного функціонування ОКТИ потребує постійної уваги з боку державних органів виконавчої влади та забезпечення відповідного рівня фінансування заходів щодо моніторингу їх інженерно-технічного й екологічного стану, який через фінансово-економічну кризу є недостатнім.

Треба також брати до уваги те, що значна частина інженерно-технологічного комплексу цих систем побудована багато років тому за технічними вимогами, які нині внаслідок довгострокового впливу природних і техногенних чинників уже не відповідають проектним параметрам, і тому потребує невідкладної реконструкції та ремонту. Крім того, за останнє десятиріччя збільшився вплив гідрометеорологічних чинників (потепління, підвищення опадів, частоти й висоти повеней тощо), зумовлених глобальними змінами клімату [14, 15].

Погіршення умов експлуатації ОКТИ внаслідок старіння інженерних складників і погіршення геотехнічних параметрів (хімічна суфозія, електрохімічна корозія тощо) може прискорити процес руйнування їхніх відповідальних конструктивних елементів і значно підвищити ризик виникнення НС у межах природно-техногенних геосистем «техногенні об'єкти ОКТИ – зона змін навколишнього середовища» [2, 7].

Вказані чинники суттєво посилюються тим, що протягом останніх років на території України відбувається регіональна активізація небезпечних екзогенних геологічних процесів (підтоплення, просадкові, зсувні й карстові процеси), що в цілому зумовлює збільшення інженерно-геологічних загроз за їхнім складом та інтенсивністю розвитку [4, 10, 18]. З упевненістю можна стверджувати, що внаслідок техногенного перевантаження геологічного середовища України більшої НС останніми роками притаманний ланцюговий (повінь–зсуви, повінь–підтоплення) або синергетичний (геохімічне забруднення, агресивність ґрунтів) характер, що, зрештою, негативно впливає на стан екологічної безпеки багатьох регіонів держави.

3.1. БЕЗПЕКА ФУНКЦІОНУВАННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ І ГАЗОПРОВІДІВ

Зважаючи на постійне зростання потреб у виробництві та споживанні електроенергії, природного газу, безпечне й безперебійне функціонування систем електропостачання та газопроводів має стратегічне значення не лише для багатьох галузей економіки і життєдіяльності населення країни, а й для забезпечення національної безпеки України.

Відповідно до даних Міністерства енергетики та вугільної промисловості України [11] останнім часом відбулося певне зростання обсягів виробництва електроенергії та обсягів транспортування природного газу. Так, за 2011 р. обсяг виробництва електричної енергії електростанціями, які входять до Об'єднаної енергетичної системи України, досяг 193899,5 млн кВт·г, що на 3,2% більше порівняно з 2010 р. Електростанціями, що належать до сфери управління Міненерговугілля України, вироблено 185804,8 млн кВт·г електроенергії, що на 5717,3 млн кВт·г перевищує показник минулого року. При цьому ТЕС і ТЕЦ вироблено електроенергії на 6797,9 млн кВт·г, або на 8,7% більше, ніж за 2010 р.

Атомними електростанціями вироблено електроенергії на 1096,3 млн кВт·г, або на 1,2% більше порівняно з показником 2010 р. Коефіцієнт використання встановленої потужності складає 74,5%, що на 0,9% більше рівня минулого року [11]. Виробництво електроенергії ГЕС і ГАЕС зменшилося на 2179,5 млн кВт·г, або на 16,8% від показника 2010 р. і становить 10773,0 млн кВт·г.

Протягом 2011 р. територією України здійснено транзит 104,2 млрд м³ природного газу, що на 5,6 млрд м³, або на 5,7% більше, ніж у 2010 р.

За даними МНС [14], в електроенергетичній галузі України експлуатуються близько 1 млн км повітряних і кабельних магістральних електромереж усіх класів напруги, а також 203 тис. од. трансформаторних підстанцій напругою 6–750 кВ загальною потужністю

201 тис. МВА. Магістральні електричні мережі напругою 220–750 кВ налічують 131 підстанцію загальною потужністю 76,8 тис. МВА та 22,5 тис. км повітряних магістральних електромереж. Останні напругою 220 та 330 кВ потребують відновлення 63% повітряних ліній напругою 220 кВ і 19% – напругою 330 кВ від їх загальної довжини.

Зазначені чинники додатково посилюються тим, що протягом останніх 20 років на значній частині території України відбувається регіональна активізація екзогенних геологічних процесів (НЕГП) при комплексній дії техногенних і природних чинників, що призводить до збільшення кількості НС різного характеру з негативними наслідками для населення та навколишнього середовища [4, 19, 22, 24]. При цьому найбільшу загрозу для життєдіяльності населення та господарських об'єктів при випереджальному розвитку регіонального підтоплення земель становлять зниження міцності та просідання лесових ґрунтів, формування техногенних водоносних горизонтів у промислово-міських агломераціях, активізація карсто-суфозійних процесів.

Загроза таких процесів значно зростає в місцях дислокації потенційно небезпечних об'єктів, що відрізняються підвищеною чутливістю до зниження інженерно-геологічної стійкості техногенно-геологічних систем (ТГС) «техногенний об'єкт – геологічне середовище» [10, 22]. В умовах порушення рівноваги ТГС активізація НЕГП на території промислових майданчиків, залізничних колій, нафто- й газопроводів тощо може спричинити виникнення НС переважно інженерно-геологічного походження зі значними негативними наслідками для життєдіяльності населення та об'єктів господарювання, що перебувають у зонах впливу цих об'єктів або функціонування яких безпосередньо пов'язане з ними.

Зазначені чинники зумовлюють необхідність уточнення змін інженерно-геологічних умов і підвищення рівня безпеки функціонування магістральних електромереж, газопроводів, нафтопроводів, а також прогнозу рівня загроз для них з боку НЕГП, оскільки площинний характер прояву таких процесів може викликати додаткові деформації відповідальних конструктивних елементів і призводити до аварійних відмов обладнання.

3.1.1. Оцінка загроз унаслідок регіонального підтоплення земель для безпеки функціонування магістральних електромереж

Останніми роками підтоплення території України має прогресуючий характер і стійку тенденцією до активізації на регіональному рівні з постійним збільшенням площ підтоплення [14, 18, 23]. За даними МНС і Державної служби геології та надр України, найбільш несприятливі умови з підтоплення територій склалися насамперед

у південних і східних регіонах, де середній приріст підтоплення становить до 300 км²/рік. За наявними даними, з 1982 р. відбулося подвоєння площ підтоплення земель на регіональному рівні та у промислово-міських агломераціях.

Ураженість території України підтопленням і розташування магістральних електромереж у межах його регіональних зон показана на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Схема розповсюдження зон регіонального підтоплення земель і ділянок його можливих загроз безпеці МЕМ на території адміністративних областей України [10]

З використанням геоінформаційних (ГІС) технологій здійснено просторову оцінку загроз від підтоплення для безпеки функціонування МЕМ. Фізичною основою критерію безпеки експлуатації МЕМ прийнято ділянки таких електромереж у зонах стійкого просторово-часового розвитку підтоплення земель, а його кількісної величини – відсоток довжини ділянок МЕМ у межах зон підтоплення [10]. Результати оцінки для території адміністративних областей України представлені у табл. 3.1.

Аналіз таблиці дозволяє виявити небезпечні області з погляду найбільшої протяжності МЕМ, що перебувають у зонах імовірного прояву підтоплення, а також здійснити за цим критерієм ранжирування адміністративних областей України (рис. 3.2).

Таблиця 3.1

**Загрози від підтоплення для безпеки
функціонування магістральних електромереж
в адміністративних областях України**

Адміністративні області	Площа, тис. км ²	Ураженість території підтопленням, тис. км ²	Частка довжини МЕМ на уражених територіях, %
АР Крим	27,0	4,43	10,9
Вінницька	26,2	0,054	0
Волинська	20,2	13,91	71,1
Дніпропетровська	31,9	7,3	20,7
Донецька	26,5	7,67	8,0
Житомирська	29,9	20,13	90,1
Закарпатська	12,8	3,02	40,2
Запорізька	27,2	3,2	17,8
Івано-Франківська	13,9	0,008	0
Київська	28,9	8,1	47,6
Кіровоградська	24,6	0,142	1,5
Луганська	26,7	0,164	1,9
Львівська	21,8	0,218	0,8
Миколаївська	24,6	10,672	10,6
Одеська	33,3	9,975	16,8
Полтавська	28,8	8,5	67,1
Рівненська	20,1	12,8	53,2
Сумська	23,8	0,423	40,8
Тернопільська	13,8	0	0
Харківська	31,4	3,02	13,4
Херсонська	28,5	7,79	22,5
Хмельницька	20,6	0,014	3,9
Черкаська	20,9	0,08	4,8
Чернівецька	8,1	0,4	11,5
Чернігівська	31,9	4,4	70,0
Усього	603,4	126,42	23,2

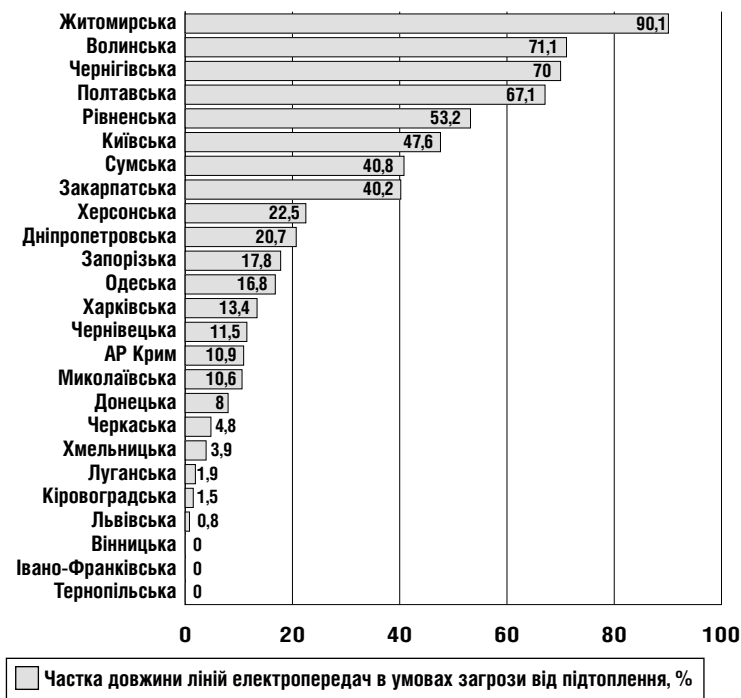


Рис. 3.2. Ранжирування адміністративних областей України за часткою довжини МЕМ, які перебувають в умовах загрози від прояву підтоплення

Отримані дані свідчать про те, що найбільш несприятливі умови з погляду функціонування МЕМ в умовах можливих загроз від підтоплення склалися у Житомирській, Волинській, Чернігівській, Полтавській, Рівненській областях, оскільки понад 50% МЕМ у них розташовано під загрозою підтоплення. Слід узяти до уваги, що Волинська, Рівненська, Житомирська та Чернігівська області розташовані в зоні Українського Полісся, яке відрізняється переважанням у верхній зоні геологічного розрізу піщаних ґрунтів, які є відносно стійкими в умовах перезволоження.

У зв'язку із цим доцільно відзначити наступний закономірний зв'язок між розвитком підтоплення земель та активізації внаслідок цього більшості небезпечних НЕГП. Якщо регіональне підтоплення останніми роками розвивається у достатньо сталому просторово-часовому режимі (подвоєння площ підтоплення протягом 20–25 років), то активізація в його зонах більшості небезпечних НЕГП має імовірно ритмічний характер зі зростанням кількості проявів переважно у роки з підвищеним рівнем

опадів (3–4, 7–13, 26–34 років). Потрібно також зазначити, що найбільш комплексним впливом підтоплення відрізняється в межах міст і селищ України, загальна площа яких складає близько 3% площі її території, але в них зосереджено до 70% населення, що суттєво підвищує вплив підтоплення на безпеку життєдіяльності [12, 18, 24].

3.1.2. Оцінка карстових загроз для безпеки функціонування магістральних електромереж

За даними Державної служби геології та надр України й МНС України, на 38% території держави поширені породи, в яких можуть відбуватися процеси і природного, і техногенно активізованого карстоутворення, а на 24% території карст може безпосередньо впливати на господарську діяльність [14, 19]. Ураженість території України карстовими процесами й розташування МЕМ показано на рис. 3.3.

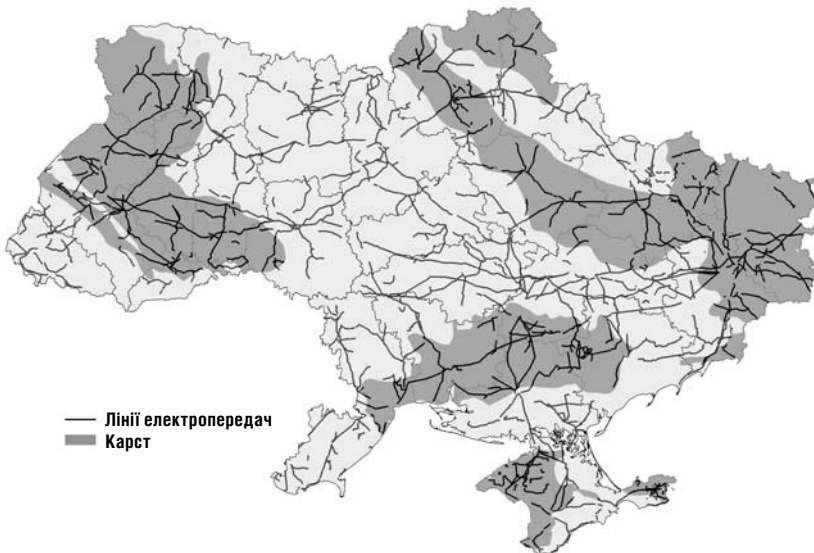


Рис. 3.3. Загрози від карсту для безпеки МЕМ на території адміністративних областей України

Наведені дані свідчать, що найбільша небезпека від прояву карсту існує насамперед у західних, східних і південних областях України [10]. Це стосується передусім територій АР Крим, Вінницької, Волинської, Донецької, Луганської, Львівської, Миколаївської, Рівненської, Тернопільської та Хмельницької областей.

За допомогою ГІС-технологій здійснено просторову оцінку карстових загроз для безпеки магістральних електромереж в адміністративних областях України, результати якої наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

**Загрози від карсту для безпеки функціонування МЕМ
в адміністративних областях України**

Адміністративні області	Площа, тис. км ²	Ураженість території карстом, тис. км ²	Частка довжини МЕМ на уражених територіях, %
АР Крим	27,0	13,2	64,5
Вінницька	26,2	5,4	19,3
Волинська	20,2	17,4	96,2
Дніпропетровська	31,9	7,1	30,5
Донецька	26,5	18,5	59,8
Житомирська	29,9	0	0
Закарпатська	12,8	0,8	0
Запорізька	27,2	7,5	44,4
Івано-Франківська	13,9	5,0	81,0
Київська	28,9	0	0
Кіровоградська	24,6	0,4	0,7
Луганська	26,7	26,6	100,0
Львівська	21,8	12,7	79,7
Миколаївська	24,6	17,4	63,0
Одеська	33,3	5,3	16,5
Полтавська	28,8	0,3	1,1
Рівненська	20,1	16,1	14,9
Сумська	23,8	10,0	23,5
Тернопільська	13,8	13,1	84,7
Харківська	31,4	10,8	64,6
Херсонська	28,5	15,2	47,8
Хмельницька	20,6	13,5	48,2
Черкаська	20,9	0	0
Чернівецька	8,1	3,8	63,9
Чернігівська	31,9	4,2	70,8
Усього	603,4	227,8	43,0

Аналіз цієї таблиці дозволяє виявити найбільш небезпечні регіони відносно частки довжини МЕМ, які перебувають під загрозою прояву карсту, а також здійснити ранжирування адміністративних областей України за таким критерієм. Отримані результати свідчать, що найбільша небезпека від можливого прояву карсту існує для МЕМ, розташованих у Луганській, Волинській, Тернопільській, Івано-Франківській, Львівській, Чернігівській, Харківській областях та АР Крим. За результатами оцінок у середньому понад 50% МЕМ у зазначених областях перебувають під загрозою прояву карсту. Крім того, МЕМ Луганської та Волинської областей майже по всій довжині перебувають у зонах карстових загроз, які останніми роками мають підвищену тенденцію до реалізації внаслідок випереджального розвитку процесів підтоплення, у т.ч. унаслідок закриття шахт, значних втрат води з гідротехнічних споруд, а також глобальних змін клімату [14, 24, 25].

3.1.3. Оцінка геологічних загроз для безпеки функціонування магістральних газопроводів

Ураженість території України найбільш актуальними НЕГП, а також загрози їх прояву для функціонування магістральних газопроводів показані на рис. 3.4.

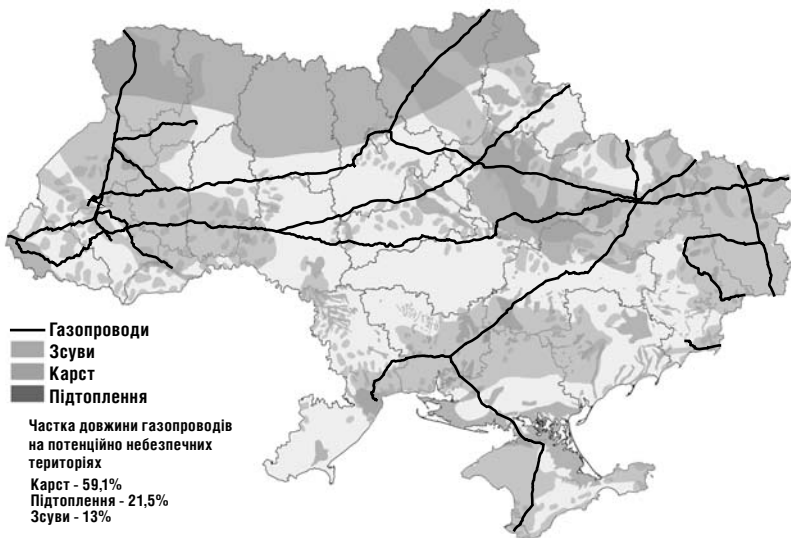


Рис. 3.4. Екзогенні геологічні загрози для безпеки магістральних газопроводів на території України [18]

За даними МНС і Державної служби геології та надр України, за допомогою ГІС-технологій здійснено просторову оцінку актуальних геологічних загроз стосовно частки довжини магістральних газопроводів на потенційно небезпечних територіях. Результати оцінки свідчать, що на територіях імовірного прояву карсту розміщено до 59,1% довжини газопроводів, на територіях імовірного прояву підтоплення – до 21,5%, на територіях імовірного прояву зсувів – до 13% довжини магістральних газопроводів. Геоінформаційний аналіз даних дозволяє визначити найбільш небезпечні регіони стосовно частки довжини газопроводів, які перебувають під загрозою прояву підтоплення і карсту, а також здійснити ранжирування адміністративних областей України за цими критеріями (рис. 3.5, 3.6).

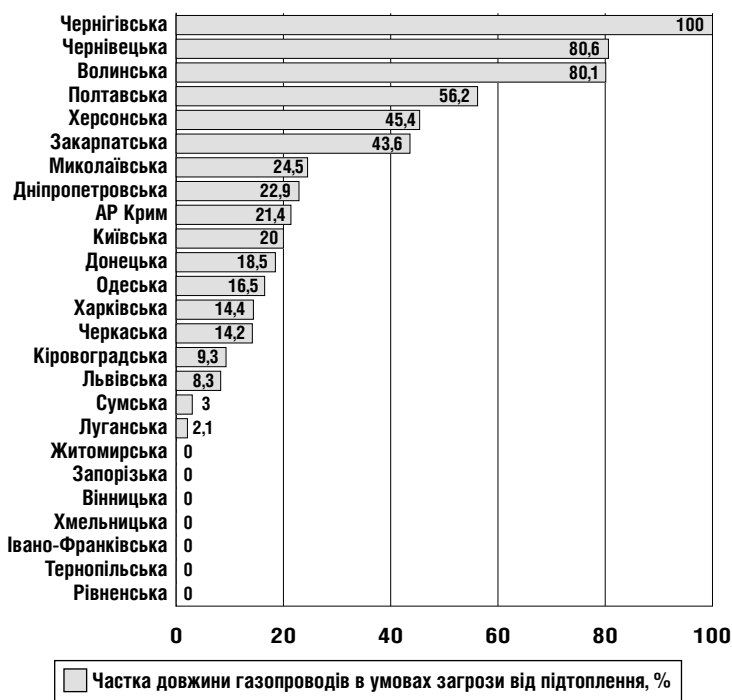


Рис. 3.5. Структурування адміністративних областей України за довжиною магістральних газопроводів, які перебувають в умовах загроз від підтоплення

Отримані дані свідчать, що найбільша загроза від підтоплення для магістральних газопроводів за критерієм частки їх довжини існує на

території Чернігівської, Чернівецької, Волинської, Полтавської областей, оскільки понад 50% довжини газопроводів розташовані на територіях імовірного прояву підтоплення [10]. Крім того, газопроводи на території Чернігівської області майже по всій довжині перебувають у зонах можливої активізації підтоплення.

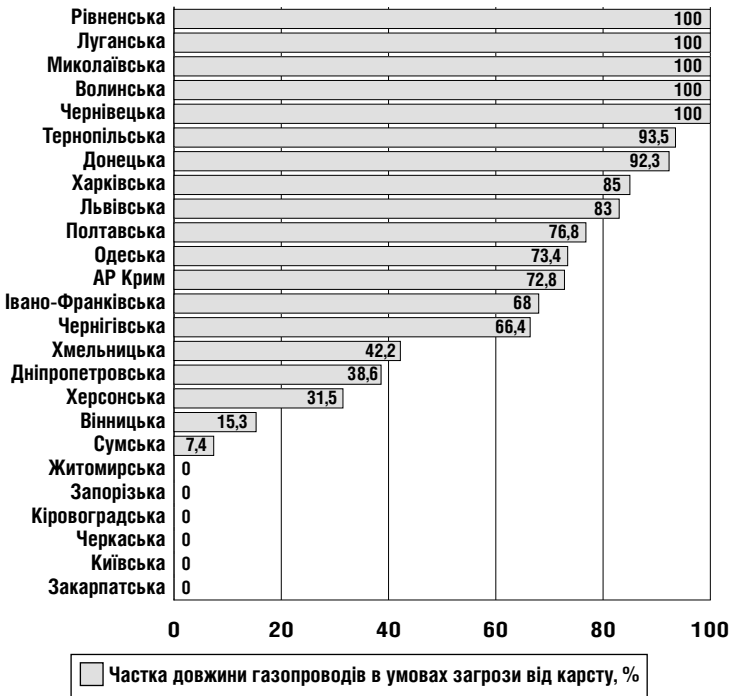


Рис. 3.6. Структурування адміністративних областей України за довжиною магістральних газопроводів, які перебувають в умовах загрози від прояву карсту

Аналіз карстових загроз для магістральних газопроводів на рівні адміністративних областей України свідчить, що в більшості з них (14) понад 60% довжини газопроводів перебувають на територіях можливої прояву карсту. Найбільша небезпека від карстових загроз для магістральних газопроводів існує насамперед на території Чернівецької, Волинської, Миколаївської, Луганської, Рівненської, Тернопільської, Донецької, Харківської, Львівської областей, у яких понад 80% довжини газопроводів знаходиться на потенційно небезпечних територіях.