

4.2. Оцінювання впливу загроз на рівень енергетичної безпеки

Зважаючи на концепцію аналізу ризиків, оцінювання кожної загрози t із переліку ідентифікованих загроз $t = 1 \dots k$ для кожного об'єкта управління полягає у встановленні сумарного ризику R_t її реалізації через поєднання сукупних негативних наслідків C_i реалізації загрози, спричинених загальною уразливістю V_t об'єкта управління, з відповідними ймовірностями [46]:

$$R_t = L_t \sum_{j=1}^m V_j L_j \sum_{i=1}^n C_i L_i, \quad (4.1)$$

де L_t – імовірність реалізації загрози t з переліку ідентифікованих загроз $t = 1 \dots k$; V_j – уразливість j з переліку вразливостей об'єкта управління $j = 1 \dots m$; L_j – імовірність реалізації уразливості j ; C_i – негативний наслідок (*consequence*) і реалізації загрози із сукупності можливих наслідків $i = 1 \dots n$; L_i – імовірність настання наслідку i й реалізації загрози.

Вибір методу оцінювання залежить від конкретного випадку застосування, наявності вихідних даних і потреб суб'єкта управління. Утім, повне кількісне оцінювання загроз зазвичай є неможливим через відсутність чіткої математичної моделі, що пов'язує сукупності ризиків, уразливостей і наслідків, високу вартість та/чи нестачу інформації про систему. Але й за наявності цих умов варто визнавати, що обчислені рівні є лише оцінками, їм не можна надавати надмірної ваги чи приписувати точність, вищу, ніж у даних і методів, котрі використовуються.

Ефективним може бути ранжування загроз із залученням *експертів* – фахівців, здатних, спираючись на власні знання, досвід та інтуїцію, сформулювати обґрунтовану й незалежну оцінку об'єкта, процесу, явища та/чи рекомендувати особі, яка ухвалює рішення, найкращий із варіантів нейтралізації загрози, обраний на підставі попередньо обумовлених критеріїв.

Експертне оцінювання загроз енергетичній безпеці полягає в їх ранжуванні за ризиками (наслідками, ймовірностями) з виокремленням найзначніших та/чи вилученням із подальшого аналізу менш значних. Основною метою такого ранжування є зосередження ресурсів суб'єкта управління на нейтралізації найбільш значущих і найбільш імовірних загроз.

Експертне оцінювання з використанням якісного методу передбачає встановлення рівня кожної сформульованої загрози у спосіб поєднання її наслідків і ймовірностей їх настання.

Для цілей цього дослідження часто вважають, що всі складники об'єкта управління, на які може вплинути загроза t із переліку ідентифікованих загроз $t = 1 \dots k$, є максимально уразливими, тобто в позначеннях формули (4.1):

$$\sum_{j=1}^m V_j L_j = 1,$$

а наслідком реалізації загрози є

$$C_t = \sum_{i=1}^n C_i L_i.$$

Під час оцінювання загроз не враховують дії суб'єктів, спрямовані на зменшення вразливості об'єктів управління. Доцільність, результативність та ефективність таких дій установлюють, здійснюючи управління ризиками (розробляючи програми із запобігання появі уразливості).

Отже, *ранжування загроз* здійснюють за спрощеним варіантом, порівнюючи добутки усереднених експертних оцінок загальної ймовірності L_t й сукупних негативних наслідків C_t реалізації кожної загрози з наперед установленого переліку $t = 1 \dots k$:

$$R_t = L_t C_t. \quad (4.2)$$

Для ранжування доцільно встановити такі показники термінів значущості:

- а) для загальних імовірностей: низька (1 бал), помірно низька (2 бали), середня (3 бали), помірно висока (4 бали), висока (5 балів);
- б) для сукупних негативних наслідків: незначні (1 бал), неістотні (2 бали), помірні (3 бали), істотні (4 бали), катастрофічні (5 балів).

Подібні шкали застосовують у матрицях впливу (*Relative Impact*) для оцінювання ризиків (*Risk Assessment*) у державах – членах ЄС [45].

Однак, на відміну від загальних імовірностей, для термінів значущості яких установлені конкретні числові значення (табл. 12), визначення термінів значущості сукупних негативних наслідків є виключно суб'єктивним.

Таблиця 12. Показники термінів значущості для ранжування загальної імовірності

Показники					
Термін значущості	Низька	Помірно низька	Середня	Помірно висока	Висока
Величина імовірності	від 1/20 000 до 1/2000	від 1/2000 до 1/200	від 1/200 до 1/20	від 1/20 до 1/2	понад 1/2

Джерело: складено авторами за [40].

Щоб зменшити суб'єктивність оцінювання, потрібно визначити терміни «незначний», «помірний», «істотний», «великий», «катастрофічний» і формалізувати оцінку сукупних негативних наслідків впливу загрози.

Скористаємося для цього підходом до оцінювання рівня енергетичної безпеки [1], а саме: порівнюємо фактичні та цільові значення *індикаторів енергетичної безпеки I* (на основі порогових значень гомеостатичного плато).

Оскільки встановити вплив кожної з ідентифікованих загроз на кожний з індикаторів енергетичної безпеки, наведених у *табл. 4*, надзвичайно складно, загрози оцінювали, аналізуючи їхній вплив на нормовані значення інтегрального індексу енергетичної безпеки та його складових частин.

Для кожної із семи складових частин індексу енергетичної безпеки були встановлені:

- межі, у яких зміни значення x складової інтегрального індексу не загрожували нормальному функціонуванню об'єкта управління (гомеостатичне плато між нижнім і верхнім оптимальним значеннями);
- цільове значення $x_{ц}$, розташоване посередині гомеостатичного плато;
- вектор граничних значень, який формує розширене гомеостатичне плато, нижнє критичне $x_{кр}^H$, нижнє порогове $x_{пор}^H$; нижнє оптимальне x_{opt}^H , верхнє оптимальне x_{opt}^B , верхнє порогове $x_{пор}^B$ і верхнє критичне $x_{кр}^B$ (*рис. 24*).

Значення нормованих порогових, цільових і фактичних (XI) значень складових частин інтегрального індексу енергетичної безпеки наведено в *додатку 1*.

Критичність впливу загрози оцінюється за очікуваним експертом відхиленням значення складової частини інтегрального індексу енер-

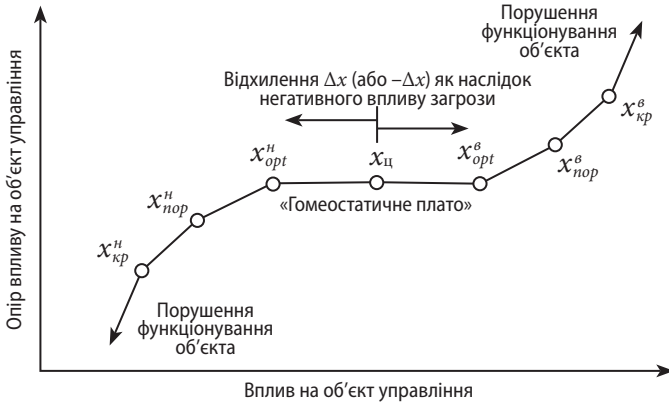


Рис. 24. Розширене гомеостатичне плато динамічної системи

Джерело: складено авторами за [46].

гетичної безпеки відносно її нормованих цільового й порогових значень (рис. 24). Це дозволяє узгодити запропонований авторами підхід із прийнятим під час оцінювання ризиків (*National Risk Assessment*) у державах – членах ЄС [45].

Таблиця 13. Показники термінів значущості для сукупних негативних наслідків при відхиленні нормованого значення інтегрального індексу енергетичної безпеки

Термін значущості	Показники				
	Незначна	Неістотна	Помірна	Істотна	Катастрофічна
Відхилення нормованого значення інтегрального індексу (або його складової частини) перебуває в межах	від $X_{ц}$ до 0,5 ($X_{ц} - X_{опт}$)	від 0,5 ($X_{ц} - X_{опт}$) до $X_{опт}$	від $X_{опт}$ до $X_{пор}$	від $X_{пор}$ до $X_{кр}$	понад $X_{кр}$

Джерело: складено авторами за [46].

Отже, наведені в табл. 13 показники нормованих значень дозволяють формалізувати оцінку сукупних наслідків впливу загрози, що можна визначити через її вплив на інтегральний індекс енергетичної безпеки або його складові частини, розбивши гомеостатичне плато на такі зони (від 1 до 5):

– «незначна» (відповідає усередненій експертній оцінці від 0 до 1 бала), коли нормоване значення інтегрального індексу енергетичної безпеки або

його складової частини змінюється в межах від цільового до $\frac{1}{2}$ різниці між цільовим та оптимальним (половина гомеостатичного плато);

– «неістотна» (від 1 до 2 балів), якщо значення інтегрального індексу або його складової частини змінюється в межах гомеостатичного плато від $\frac{1}{2}$ різниці між цільовим та оптимальним до оптимального значення;

– «помірна» (від 2 до 3 балів) – у межах від оптимального до порогового;

– «істотна» (від 3 до 4 балів) – у межах від оптимального до критичного;

– «катастрофічна» (від 4 до 5 балів), коли нормоване значення інтегрального індексу або його складової виходить за межі верхнього (нижнього) критичних значень.

Розрахувавши зміщення під впливом загрози фактичного нормованого значення інтегрального індексу енергетичної безпеки або його складової частини відносно цільового й порогових значень, можна встановити сукупні негативні наслідки, а отже, значущість кожної загрози та її місце в рейтингу.

Скориставшись таким підходом та залучивши експертів, можна було оцінити сукупні негативні наслідки реалізації загроз, ідентифікованих у *табл. 10 і 11* у визначених вище термінах значущості (*табл. 14*).

Таблиця 14. Усереднені оцінки сукупних негативних наслідків реалізації загроз енергетичній безпеці, балів

Загроза енергетичній безпеці	Усереднена оцінка для складових частин інтегрального індексу енергетичної безпеки						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Внутрішні загрози							
Деградація енергетичних систем і мереж	3,5	3,8	4	3,89	3,33	3,89	3,37
Непрофесіоналізм у виробленні політики	3	3,5	3,33	3	2,89	3,78	4,05
Втручання держави у функціонування ринків	3	3,2	3,25	3,32	2,85	3,22	3,65
Висока енергоємність економіки	2,9	3,2	3,78	4,11	3,11	3	3,16
Ресурсна й технологічна залежність	4	3,4	3,44	3,22	3	3,33	3,11
Недосконала конкуренція	3,1	3,6	3,89	3,11	2,89	3	3,42
Енергетична бідність	2,7	3,2	3,11	3,33	2,56	2,89	2,74

Закінчення табл. 14

Загроза енергетичній безпеці	Усереднена оцінка для складових частин інтегрального індексу енергетичної безпеки						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Кліматичні зміни	2,2	2,44	2,44	2,44	3,11	2,33	2
Зовнішні загрози							
Кібератаки	3,2	3,44	3,22	2,78	3	3,56	3,84
Вимивання професійних кадрів	3,2	3	3,22	3,33	3,11	3,78	4,21
Воєнні дії	3,7	4,11	3,78	3,44	3,44	4,22	3,84
Зовнішній вплив на вироблення політики	2,9	3,22	2,78	3,11	3	3,89	3,63
Терористичні акти	2,9	3,33	2,78	2,56	2,78	3,44	3,37
Блокування постачань	3,2	3,78	3,22	2,44	2,11	3,67	3,05
Блокування інтеграційних процесів	2,7	3	2,89	2,67	2,78	3,33	3,32
Епідемії та пандемії	2,4	2,33	2,44	2,33	2,11	2,67	2,89

Джерело: складено авторами за [41].

Усереднивши наведені в табл. 14 оцінки, встановивши експертним шляхом імовірність реалізації кожної із загроз енергетичній безпеці в термінах значущості, наведених у табл. 13, і скориставшись формулою (2), здійснимо ранжування загроз за загальною оцінкою сукупних негативних наслідків (табл. 15).

Таблиця 15. Рейтинг загроз енергетичній безпеці України

Загроза енергетичній безпеці	Сукупні негативні наслідки	Загальна імовірність	Ризик
Внутрішні загрози			
Деградація енергетичних систем і мереж	3,68	3,9	14,36
Непрофесіоналізм у виробленні політики	3,36	4	13,46
Висока енергоємність економіки	3,32	3,9	12,96
Недосконала конкуренція	3,29	3,7	12,16
Втручання держави у функціонування ринків	3,21	3,6	11,55
Ресурсна й технологічна залежність	3,36	3,3	10,08
Енергетична бідність	2,93	3,7	10,85
Кліматичні зміни	2,42	2,33	5,65

Закінчення табл. 15

Загроза енергетичній безпеці	Сукупні негативні наслідки	Загальна імовірність	Ризик
Зовнішні загрози			
Кібератаки	3,79	4,1	15,54
Вимивання професійних кадрів	3,41	3,8	12,95
Воєнні дії	3,22	3,5	11,27
Зовнішній вплив на вироблення політики	3,29	3,3	10,86
Терористичні акти	3,02	3	9,07
Блокування постачань	3,07	3,1	9,51
Блокування інтеграційних процесів	2,96	2,8	8,28
Епідемії та пандемії	2,45	2,8	6,87

Джерело: складено авторами за [41].

Отримані результати оцінювання можна також представити у формі матриці ризиків загроз, як це практикується під час оцінювання ризиків [45].

Так було сформовано рейтинг загроз енергетичній безпеці України станом на 1 вересня 2021 р. Найбільш значущими для України, з точки зору ризику для енергетичної безпеки країни, були такі загрози енергетичній безпеці: деградація енергетичних систем і мереж, непрофесіоналізм у виробленні політики, висока енергоємність економіки; кібератаки, вимивання професійних кадрів, воєнні дії (зовнішні).

4.3. Прогнозування впливу загроз на рівень енергетичної безпеки

4.3.1. Експертне оцінювання впливу загроз на рівень енергетичної безпеки

Описаний вище методологічний підхід також дає змогу здійснювати прогнозне оцінювання впливу на рівень енергетичної безпеки ухвалених чи запланованих владних рішень [47].

Ступінь впливу встановлюють за сукупними негативними наслідками реалізації загрози, які визначають за спричиненим владним рі-