

АЕРОПОРТИ ТА ЇХ ІНФРАСТРУКТУРА

УДК 624.046.5

Ю. В. Верюжський д-р. техн. наук., проф.
С. А. Бакулін асист.

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ВИСОТНОГО ДОМОБУДУВАННЯ НА ОСНОВІ ВПРОВАДЖЕННЯ РИЗИКОЗАХИСНИХ ДІЙ

НАУ, Інститут міського господарства, e-mail: veruzhsky@mbox.com.ua.

Проаналізовано дії різноманітних факторів та ймовірних загроз, що впливають на безпечність висотних будівель масового будівництва. Оцінено забезпечення безпечності будівель з позиції їх надійності та ризикозахищеності.

The analysis of various factors action that of probable threats of high-altitude buildings of mass construction influencing safety is lead. The estimation of a buildings safety from a position of their reliability and security from risks is given.

Вступ

Подальший розвиток великих міст та мегаполісів у міському середовищі, яке склалося, ставить нові проблемні завдання у перспективному розвитку домобудування. Оптимальним рішенням перспективи розвитку домобудівництва в Україні є нова концепція – розвиток масового багатоповерхового домобудування. Багатоповерхові будівлі – це об'єкти з масовим перебуванням людей, які належать до надвисокого класу функціональної та пожежної безпеки. Крім цього, будівлі такого типу є архітектурною доміантою міст; їх наділяють особливою архітектурною виразністю. Виниклі різні ситуації, пов'язані з аваріями, пожежами, вибухами, руйнуваннями багатоповерхових будівель, призводять до серйозних наслідків – великої кількості жертв, значної матеріальної шкоди, великого суспільного резонансу. Тому масове будівництво багатоповерхових будівель має бути забезпечено надійною комплексною безпекою з урахуванням усіх імовірних факторів, що діють на них у період усього терміну використання.

Останнім часом в Україні збільшився рівень аварійності будівель та споруд унаслідок дій різних неврахованих, непередбачених чи невизначених факторів, які діють на них. Виконаний аналіз за статистичними даними (табл. 1) вказує на те, що частота аварій, які виникли в Україні, відносно середньої кількості за рік, становить $5 \cdot 10^{-5}$. Це майже у десять разів більше, ніж у Західній Європі [1].

За даними «Держарбудконтролю» [1] з 1997 р. було зареєстровано 80 випадків раптового руйнування будівель та споруд, унаслідок чого загинуло 59 людей та постраждало 33 людини.

Тільки в Донецькій області виникло 24 великих руйнувань будівель та споруд: виробничих – 6; громадських – 14; споруд – 4.

Таблиця

Аварійність будівель та споруд по Україні за статистичними даними з 1997 р.

Будівлі, споруди	Середня кількість аварій за рік	Аварії	
		Відсоток від загальної кількості	Частота, рік ⁻¹
Виробничі будівлі	28	50	$7 \cdot 10^{-4}$
Багатоповерхові будівлі	11	20	$3 \cdot 10^{-4}$
Споруди	16	30	$2 \cdot 10^{-4}$
Разом	55	100	$5 \cdot 10^{-5}$

Це примушує звернути увагу на проблеми забезпечення безпеки будівель з погляду їх ресурсозбереження як самих будівель, так і навколишнього середовища в умовах нестандартних зовнішніх і внутрішніх факторів впливу на них. Світовий досвід учить: набагато легше та дешевше запобігати аваріям, ніж ліквідувати їх наслідки.

Аналіз досліджень і публікацій

У праці В. П. Буякова, К. А. Кірсанова, Л. М. Михайлова [2] для характеристики статистичних режимів праці системи зі змінними параметрами визначено, що загалом цільовий параметр Y (у цьому випадку це величина ризику) характеризує стан об'єкта і залежить від варіювальних факторів $X_1; X_2; \dots; X_n$; його визначають так:

$$Y = \varphi(X_1; X_2; \dots; X_n); \quad (1)$$

де: φ - вважається аналітичною функцією.

А. В. Перельмутер [3] відзначає, що для систем з чисто економічною відповідальністю зазвичай використовують уявлення про загальні витрати та прибутки за час життя об'єкта T , замінюючи при цьому аналіз звичайної початкової вартості будівлі C_k аналізом повних витрат, що очікуються:

$$C = C_k + C(T) = C_k + \int_0^T \{Y_{k(t)}P(t) - B(t)[1 - P(t)]\} e^{-rt} dt;$$

де C_k – вартість конструкції під час її створення; $C(T)$ – сумарні витрати за час експлуатації T ; $Y_{k(t)}$ – збитки від відмови на момент; $P(t)$ – імовірність відмови в інтервалі від t до $(t = dt)$; $B(t)$ – прибуток від об'єкта за безвідмовної роботи; e^{-rt} – коефіцієнт відокремленості витрат; r – параметр дисконтування.

Тут припускається, що відмова є чіткою, відбувається протягом досить короткого часу.

За даними майже всіх відомих досліджень установлено, що залежно від проектних рішень, наприклад від поперечного перерізу напруженого елемента, змінюються імовірність відмови та повні витрати, які очікуються. Залежність між цими величинами має характерний вигляд (рис.1).

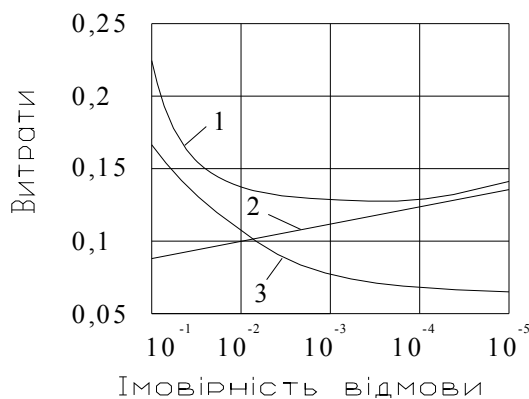


Рис. 1. Залежність витрат від рівня надійності: 1 – повні очікувані витрати; 2 – початкова вартість; 3 – експлуатаційні витрати

Важливою особливістю цієї залежності є те, що зі збільшенням імовірності відмови порівняно з оптимальним значенням повні затрати, що очікуються, збільшуються значно швидше, ніж у разі зменшення цієї імовірності. Відповідно виходить, що вартість надлишку надійності менша ніж недостача надійності. Така залежність виражається тим більше, чим більш відповідальніша будівля за призначенням та значущістю. Тоді вартість збільшення надійності, що визначається

витратами на саму будівлю, стає на багато меншою вартості на витрати на ліквідацію аварій.

Для систем з неекономічною відповідністю, відмова яких призводить до людських жертв, соціальної чи моральної шкоди, проблема значно ускладнюється. Сутність проблеми викладено у монографії [4, с.309–317] Г. Агусті, А. Баратта, та Ф. Кашиати, де зазначається, що «...не всі види шкоди можуть бути оцінені у грошовому виразі. Та, між іншим, багато дослідників намагаються в цьому випадку вирішити це завдання за допомогою цільової функції, отримуючи безмістовні результати. До цього призводять намагання включити ціну людського життя у цільову функцію як доповнення до загальних витрат...». Далі автори монографії звертають увагу на те, що оптимізація за критерієм мінімізації сумарних витрат H_{tot} , в які включено вартість життя, призводить до умови:

$$\Delta H_{tot}/\Delta V=0; \quad (2)$$

де ΔV – кількість урятованих життів за умови, збільшення витрат на ΔH_{tot} .

Автори монографії розглядають три характерні показники безпеки: величину V_{min} , яка відповідає розв'язку рівняння оптимальності (2); величину V_b , за якої сумарна «вартість» додатково врятованих життів дорівнює витратам на проведення захисних заходів та величину V_k , яка відповідає такій вартості і абсолютно така ж, як і гроші, вкладені в інші заходи із запобігання ризику, що приведе до врятування значно більшої кількості життів, ніж одна.

Автори праці [2] наголошували, що «...Для порівняння ризику багато спеціалістів пропонують ввести фінансову міру людського життя. Такий підхід викликає занадто багато нарікань... осіб, які стверджують, що людське життя святе і фінансові угоди неприпустимі».

С. К. Блек та Ф. Ніхаус [5] звернули увагу на те, що витрати на забезпечення безпеки зазвичай дотримуються економічного закону зменшення віддачі. Головна залежність цього закону в умовних одиницях виміру має графічний вигляд, зображений на рис. 2.

Із цього графіка видно, що передусім можна знизити відносно великий ризик до значно меншого рівня за відносно малих витрат, а потім зниження ризику стає значно дорожчим. Аналізуючи графік (рис. 2), складається враження, що якщо не враховувати витрати, то можна зменшити ризик до будь-якого заздалегідь заданого рівня. Із цієї закономірності був зроблений важливий висновок нового принципу (as low as reasonably achievable) – «настільки низько, наскільки це доцільно» на заміну тому, що вико-

ристовувався раніше (as low as practicably achievable) – настільки низько, наскільки це можливо».

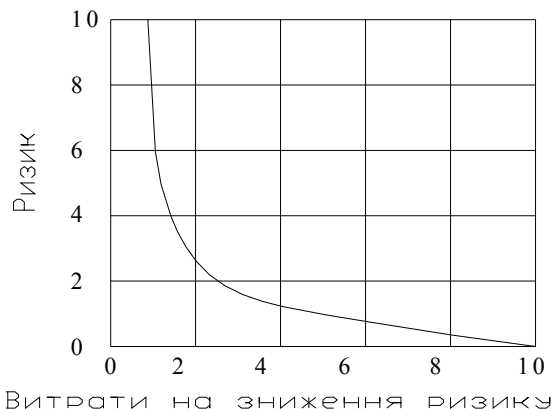


Рис. 2. Закон зменшення віддачі

Надійність та ризик

Фахівці в галузі надійності Б. В. Гнеденко, Б. О. Козлов і І. А. Ушаков [6] пишуть «...як у всіх інших галузях техніки, де виникають неформалізовані або ще неформалізовані задачі, рішення в цій галузі приймають на основі інтуїції фахівців, яка підкріплена аналізом існуючого рівня якісних характеристик виробів. Звісно, тут трапляються постійні помилки, ... проте у процесі розвитку техніки відбувається своєрідний природний відбір, унаслідок якого неправильно спроектовані вироби «вмирають»...». Отже, незважаючи на існуючий ризик, суспільство продовжує використовувати недостатньо надійні технічні проекти, заздалегідь підтвержені відмовами і потенційно небезпечні. При цьому суспільство підходить до деяких проблемних рішень, виходячи з досвіду попередніх помилок. Таким чином, здійснюється формування доцільних норм багатьох характеристик, і в тому числі характеристик надійності. Безліч суб'єктивних думок формує об'єктивну уяву про критерії доцільності.

Складність у визначенні критеріїв безпечності висотних будівель полягає у досить складній параметричності конструкцій, яка включає в себе безліч різноманітних показників виходячи з їх функціонального призначення, рівня відповідальності, умов експлуатації і т.ін. Тепер це характеризується комплексною оцінкою об'єкта. Елементи розроблення комплексних оцінок ґрунтуються на усереднених показниках – виборі головної компоненти, відносно якої визначається

головний показник, а всі інші компоненти з відповідними показниками підсумовуються з головним підвищувальним або зменшувальним коефіцієнтом. Система комплексних показників законодавчо затверджена та визначена нормативними документами. На певному етапі виникнення системи комплексної оцінки сприяло вирішенню проблемних питань проектування об'єктів підвищеної відповідальності. Проте стосовно висотного домобудування як об'єктів масового будівництва такий підхід застарілий. Адже не можна «підсумкову оцінку» назвати об'єктивною, дуже багато суб'єктивного в оцінці параметрів та і в самій системі.

Використання в проектуванні методики нормування, яка ґрунтується на коефіцієнтах надійності, як функції коефіцієнта запасу міцності теоретично забезпечує безпечність будівельних конструкцій, виходячи з умов певного рівня надійності. Проте, як показує досвід експлуатації, надійність є необхідною але не достатньою умовою безпечності. За деякими оцінками [7] імовірність відмови будівель та споруд становить приблизно 10^{-3} для граничних станів та 10^{-5} для стану з катастрофічними наслідками. Перехід через граничний стан є подією, що пов'язана з аварійним станом, тобто з порушенням умов безпечності можливою миттєвою відмовою будь-яких відповідальних (несучих) конструкцій та їх руйнуванням.

Існує ряд небезпек, реалізація яких як індивідуально, так і у варіаційних поєднаннях неминуче може призвести до аварійного руйнування. Так, наприклад рекомендований нормативний термін служби T_c житлових будинків [3] становить 100 років, відповідно протягом цього терміну повинен бути забезпечений заданий рівень надійності будівлі. Але в більшості регіонів України за даними метрологічних служб снігове навантаження, яке повторюється у середньому через 50 років, значно перевищує розрахункові значення норм проектування, тобто існує загроза масових аварій, що можуть трапитись під час снігопадів та ожеледиць, які можуть виникати один раз за 100 років. Необхідно відзначити, що нормативні значення випадкових природних впливів (вітер, сніг, сейсміка) визначаються як величини, що перевищуються у середньому один раз у T_c років. За даними [8] імовірність випадкових природних впливів перевищує річні максимуми, якщо їх вважати статистично незалежними (табл. 2).

Таблиця 2

**Імовірність неперевикнення впливу
від терміну повторюваності**

Термін повторюваності, T_c років	10	30	50	100	200	500	1000
Імовірність неперевикнення значення впливу	0,005	0,13	0,36	0,61	0,78	0,9	0,95

Загалом ця ймовірність не така вже й велика при $T_c = 100$ років. Проте ймовірність того, що за 50 років експлуатації будівлі фактична швидкість вітру чи снігове навантаження перевищить максимальне річне значення, досить велика і така ситуація може виникнути. Відповідно виникає питання на випадок виникнення такої ситуації: чи достатньо буде забезпечена надійність конструкцій і будівлі в цілому витримати таке навантаження. Нормативні документи деяких країн ураховують періоди повторюваності природних впливів. Японським інститутом архітектури [8] рекомендовано використовувати коефіцієнти переходу до періоду повторюваності снігового, вітрового навантаження та сейсмічного впливу. Всі ці фактори впливу природи належать до категорій випадковості та невизначеності.

Крім цього, природна деградація матеріалів, зміна їхніх фізико-механічних властивостей, старіння та фізичний знос конструктивних елементів, які відбуваються за рекомендований період (100 років – нормативний термін служби будівлі), створюють реальну загрозу аварійного руйнування конструкцій. Діючі норми проектування не враховують фактора часу та ігнорують строк служби у розрахунках несучих конструкцій, хоча тривалість експлуатації суттєво впливає на їх роботу. Зі збільшенням строку експлуатації змінюються фізичні характеристики як матеріалів, так і конструкцій внаслідок старіння, нагромадження експлуатаційних пошкоджень, які виникають через механічні впливи, корозійний знос, небажані реологічні процеси, повзучість та втомлюваність, збільшується ймовірність реалізації високих значень випадкових навантажень та впливів. Усі ці процеси також є природою випадковості та невизначеності. В. В. Болотін [9, с.182–183] відзначає, що «майже всі відмови, викликані впливом випадкових факторів, котрі або закладені в систему, або діють на неї у процесі експлуатації. Тому відмови, як правило, мають випадковий характер». Відповідно, якщо природа випадковості пов'язана з невизначеністю, яка зумовлена навколишнім середовищем

(швидкістю вітру, сніговим навантаженням, сейсмічними впливами, температурою, інтенсивністю опадів) або самою конструкцією (через корозію, ерозію, процеси релаксації і т. ін.), можна говорити про ймовірність виникнення деякої можливо небезпечної ситуації протягом часу та з зумовленістю пов'язується певний строк.

Варто зазначити і вплив людського фактора – помилки, які виникають унаслідок недбалості або некомпетентності. Причиною відмови (аварійного руйнування) є сукупність декількох помилок, допущених у процесі проектування. За статистичними даними [10] у таких випадках критерій відмови можна подати у вигляді

$$m + n > 3,$$

де m – кількість людських помилок; n – кількість неврахованих відхилень у характеристиці конструкцій (недостатня міцність, вплив навколишнього середовища, невраховані навантаження та впливи).

Наведені оцінки ймовірності людських помилок становлять:

- архітектура – 0,1;
- інженерне проектування – 0,4;
- виробництво – 0,5;
- контроль – 0,1.

Згідно з гіпотезою про незалежність помилок загальна оцінка ймовірності аварій від людських помилок варіюється у межах 10^{-3} – 10^{-9} .

Висотні будівлі мають свої особливості геометричні параметри – лінійні співвідношення прольоту, довжини і висоти, що відповідно позначаються на їх узагальненій міцності, жорсткості та стійкості. Установлені функціональні залежності між габаритними розмірами будівель і ймовірністю їх відмов вказують на збільшення ступеня ризику залежно від збільшення довжини (рис. 3) та поверховості (рис. 4).

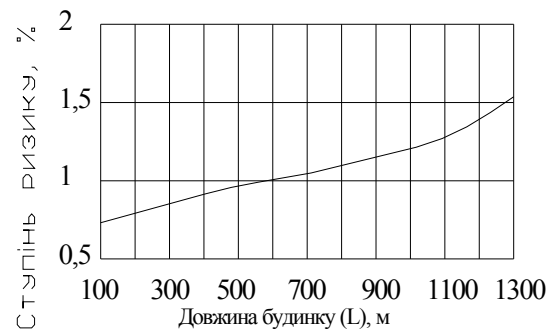


Рис. 3. Підвищення ступеня ризику залежно від довжини будинку



Рис. 4. Підвищення ступеня ризику залежно від поверховості будинку

Для висотних будівель особливо небезпечні комбіновані впливи та їх наслідки. Під комбінованими впливами у будівництві розуміють надзвичайну ситуацію, умови якої різко відрізняються від звичайних умов існування об'єкта. Вони характеризуються виникненням та розвитком деяких особливих впливів, які можуть бути різних видів та виявлятися у різних поєднаннях. Аналіз наслідків, пов'язаних з комбінованими впливами показує, що велика кількість жертв та значна матеріальна шкода визначаються не тільки сумарним ефектом від декількох впливів, але й від виникнення значно небезпечніших непередбачуваних ефектів, які проявляються у цих умовах. Так, наприклад, падіння літального апарата на будівлю або біля неї неминуче призводить до вибуху – миттєвого збільшення тиску. У свою чергу, миттєве збільшення тиску спричиняє ударну хвилю, швидкість якої перевищує швидкість звуку і приблизно становить 103 м/с. Поширення ударної хвилі та зіткнення її з перешкодами відповідно призводить до багаторазових відображень та накладань, що викликає нерівномірні зони високого тиску. Крім того, вибух супроводжується пожежею, внаслідок чого будівельні конструкції під впливом температурних факторів деформуються, втрачають свої характеристики міцності. Так, при нагріванні бетону до 400 °С його міцність знижується до 60 %. Такі комбіновані впливи чинять руйнівні тенденції на будівельні конструкції, що може призвести до їх миттєвої відмови та до руйнування будівлі. У випадку руйнування висотної будівлі руйнувань буде зазнавати й навколишнє середовище. Але можливе виникнення таких малоімовірних впливів на будівлю, як вибухи, пожежі, урагани, падіння літальних апаратів, диверсії та інші (так звані запроектовані дії та впливи), на стадії проектування не враховуються. Хоча саме такі непередбачувані фактори створюють імовірну небезпеку для будівель, вплив яких має випадковий характер і невизначеність проявів. Поняття про невизначені фактори впливу виводять проблему за межі традиційних підходів та потребує розгляду

найгірших гіпотез і пропозицій. Питання щодо надійності порушувалися у працях А. С. Ісаєва [11] і Д. М. Подольського [12].

Стосовно будівельних об'єктів підвищення рівня відповідальності, з точки зору оцінки безпечності, більш прийнятний і перспективний новий системний підхід, що ґрунтується на теорії ризику.

Основу теорії ризику складає математичний і методологічний апарат розроблення інтегральної оцінки з урахуванням варіацій всіх параметрів, які базуються, в свою чергу, на теорії ймовірності та теорії надійності.

У словнику Вебстера ризик визначається як «небезпека, можливість збитку чи шкоди», а у словнику-довіднику Е. І. Зоря і О. В. Цагарелі – як «випадковість – те, що може відбуватися, але не обов'язково повинно відбутися». Багато вчених розглядають ризик як можливу невдачу, матеріальну або іншу втрату, як небезпеки, які можуть виникнути внаслідок втілення у життя вибраного рішення.

Безпека як критерій надійності – наслідок ризикозахисних дій

За означенням [1] безпека – це майбутній або теперішній стан об'єкта у системі його зв'язків з погляду ресурсозбереження його елементів в умовах внутрішніх і зовнішніх загроз, включаючи ворожість середовища стосовно об'єкта.

Вимоги безпечності спрямовано на попередження аварій та руйнування будівель, а також на запобігання іншій суттєвій шкоді, яка може призвести до втрати здоров'я та життя людей, до шкоди навколишньому середовищу, матеріальних та соціальних втрат або спричинити інші аварійні ситуації, наслідки яких можуть бути такими. Спосіб нормування безпечності пов'язаний з кількісними і якісними вимогами. Кількісні вимоги характеризуються рівнем припустимого ризику. Якісні вимоги формулюються у вигляді конструктивних, технологічних і експлуатаційних обмежень.

Ризикозахищеність характеризує якість та надійність конструктивних елементів, у тому числі силу та ймовірність збереження їх працездатності витримувати екстремальний внутрішній і зовнішній впливи. Для ризикозахищеності, як і для безпеки, важливі не самі показники, а їх граничні значення, перевищення яких призведе до руйнівних тенденцій. Наближення до граничнодопустимого (порогового) значення свідчить про збільшення ризику, а отже, й до зниження рівня безпечності – настання реальної загрози і переходу об'єкта у потенційно небезпечний стан. Так

система показників – «індексаторів» у кількісному вираженні може дозволити заздалегідь сигналізувати про загрозу ризику та вжиття заходів щодо їх попередження. Проте тут не можна отожднювати безпечність і ризикозахищеність об'єкта, кожний їх критерій по-своєму характеризується. Тут можна лише говорити про те, що безпечність об'єкта залежить від його ризикозахищеності. Чим вищий показник ризикозахищеності, тим більший його ступінь безпечності. Проте потрібно мати на увазі, що економічні можливості мінімізації ризику не безмежні. Зі збільшенням витрат технічний ризик знижується, але його неможливо повністю уникнути виходячи з економічного закону зменшення віддачі (див. рис. 2). Детальні вирішення оптимізаційних завдань для вибору рівня припустимого ризику потребують аналізу досить великих обсягів інформації, при цьому багато статистичних даних виявляються не досить достовірними і зазвичай недоступні. У зв'язку з цим можна використовувати метод порівняльного аналізу ризиків. Тут використовуються оцінки для заздалегідь побудованих об'єктів і будівельних об'єктів, які успішно експлуатуються, аналогічних, або схожих споруд.

Оцінка ризику також може бути диференційована стосовно типу аварій, джерела небезпеки або за ступенем пошкоджень будівель [7].

У деяких країнах межі допустимого ризику встановлено законодавством. Так, наприклад у Нідерландах максимально прийнятний ризик відповідає ймовірності загибелі людини протягом одного року на рівні 10^{-6} , а ризик порядку 10^{-8} вважається нехтовно малим. Світова практика використовує таку класифікацію ризиків:

1) неприпустимий ризик – значення більше за 10^{-4} ;

2) жорсткий контроль ризику – значення 10^{-4} до 10^{-5} ;

3) прийнятний ризик – значення 10^{-5} .

У розгляді проблеми безпечності будівлі з погляду його ризикозахищеності об'єктом самої пильної уваги стають можливі небезпеки, виявлення яких може спричинити відмову об'єкта або будь-якого конструктивного елемента. Існування будь-якої можливої загрози аварійного руйнування та несприятливий збіг обставин, що може викликати загрозу руйнування, дає підставу розглядати ризики не тільки стосовно будівлі, але і щодо її конструкцій.

Ризик – як імовірна небезпека

Небезпека – це сукупність факторів, що діють постійно або виникають унаслідок певної ініцію-

вальної події чи певного збігу обставин, що чинять негативний вплив на експлуатаційну придатність об'єкта [13].

Для оцінювання ризиків використовують імовірні тлумачення, пов'язані з відмовами і руйнуваннями об'єкта, а також з іншими проблемами забезпечення його безпечності, особливо для об'єктів підвищеної відповідальності. За своїм визначенням ризик описується як імовірність появи небезпечної події. Але тут слід чітко розрізнити міру об'єктивної можливості настання небажаної події, яка вже стала класичною, а саме ймовірність і рівень небезпеки цієї несприятливої події. Ризик поєднує у собі як оцінку ймовірності настання несприятливої події, так і оцінку рівня наслідків від його реалізації. Як ризик розглядають такі ситуації:

Перша ситуація виникає, коли ймовірність виникнення несприятливої події велика, проте шкода, спричинена її появою, дуже мала (відповідно небезпека невелика і ризик оцінюється як майже нульовий).

Друга ситуація виникає, коли шкода від реалізації несприятливої події велика, але ймовірність її появи досить мала (відповідно ризик оцінюється як дуже малий).

Третя ситуація – коли небезпека і ймовірність її появи оцінюється деякими кінцевими величинами; ситуація, що склалася, оцінюється ступенем ризику.

Загальноприйнятою кількісною оцінкою рівня небезпеки є оцінювання ризику. Різним проявом небезпеки відповідають і різні оцінки ризику. Їх можна поділити на два види – ті, що залежать від штатного режиму функціонування об'єкта, і ті, що пов'язані з аварією на об'єкті.

Необхідною умовою (в ідеальному випадку – оптимальною) вибору способів зниження небезпеки є кількісні вирази рівня небезпеки (1; 2).

Аналіз рівня небезпеки ґрунтується на зіставленні оцінок ризику з його допустимими значеннями. Так, наприклад, з виконаних підрахунків кількості жертв, що очікуються внаслідок аварій різного типу (рис. 5), видно, що джерелом найбільш масових нещасних випадків є землетруси.

Вибір способів зниження рівня небезпеки ґрунтується на мінімізації деякої цільової функції, наприклад, доведення рівня небезпеки до певної величини за мінімальний час або за мінімальних матеріальних витрат, що відповідає принципу економічної ефективності заходів, щодо зменшення оцінок ризику. Фактично, вибираючи способи зниження рівня небезпеки за данним рівнем небезпеки визначають заходи, спрямовані на досягнення заданого рівня безпечності.

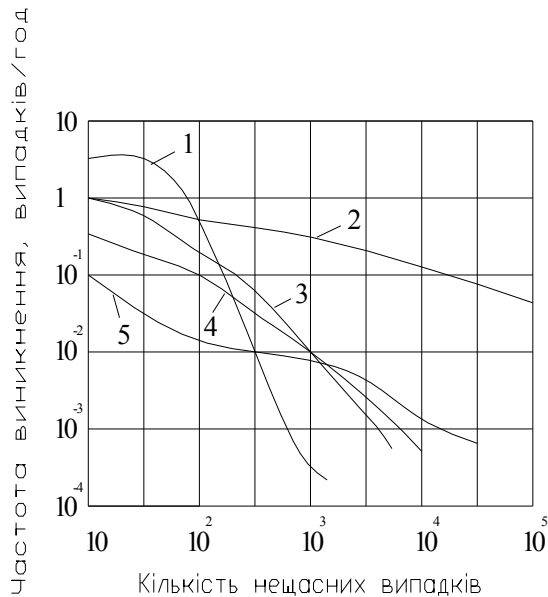


Рис. 5. Числова оцінка можливих жертв від різних типів аварій: 1 – автокатастрофи; 2 – землетруси; 3 – пожежі; 4 – вибухи; 5 – руйнування платин

Аваріям потрібно запобігати, але повністю уникнути збігу несприятливих факторів для можливої реалізації небезпек, унаслідок яких вони можуть виникнути, не можливо. Так, наприклад, у випадку падіння великого метеорита, вибуху газу, або в результаті диверсії. Такі ситуації не є предметом нормування і на них неможливо орієнтуватися під час проектування висотного домобудівництва. Можна лише говорити про те, що ймовірність виникнення аварій такого роду має не перевищувати деякого заздалегідь установленого граничнодопустимого значення.

Висновки

1. Необхідно зазначити важливу відмінність у розгляді проблем безпечності в теорії надійності та ризику. З погляду надійності майже не розглядається сам стан відмови об'єкта, включаючи аварійну відмову. Тут важливий сам факт досягнення або недосягнення проектної чи запроектованої відмови об'єкта (конструктивного елемента), а також можлива ймовірність виникнення таких подій. Як ризик розглядають безпечність об'єкта (конструктивного елемента) з позиції наслідків аварії, можливого ступеня нанесення шкоди. Тут безпечність розглядається як результат ризико-захищених дій від можливих імовірних небезпек, а центром уваги стає сам факт аварійної відмови об'єкта.

2. Для класифікації ймовірних небезпек, виходячи з теорії Ю.Б. Гермейера [14, ст.17], необхідно розділити всі впливові фактори на дві групи:

1) випадкові фіксовані фактори впливу, тобто випадкові величини та випадкові процеси з відомими процесами розподілення;

2) невизначені фактори впливу, для яких відома тільки область, всередині якої можуть бути їх значення, або область, всередині якої знаходяться закони розподілу, якщо фактор випадковий, проте закон розподілу для нього невідомий.

3. Для забезпечення безпечності будівельного об'єкта необхідний облік варійованих факторів впливу, ймовірність виникнення яких як індивідуально, так і у варіаційних поєднаннях може призвести до відмови конструктивних елементів і аварійного стану об'єкта.

4. Для забезпечення безпечності об'єкта необхідно:

- виключити можливість виникнення такої події, як відмова будь-якого відповідального конструктивного елемента від впливу несприятливих варіацій небезпек на всьому проміжку заданого строку експлуатації об'єкта;

- у разі виникнення такої події, як відмова якого-небудь відповідального конструктивного елемента (або деякого сполучення таких) весь об'єкт повинен зберігати працездатність протягом певного терміну часу, достатнього для прийняття екстрених заходів (евакуації, посилення, проведення відновлювальних робіт).

- у випадку настання відмови внаслідок дії непередбачених факторів впливу, які спричинили аварійне руйнування окремих відповідальних конструкцій або об'єкта, потрібно передбачити заходи, які б забезпечили зниження наслідків такої аварії до мінімальних значень.

Література

1. *Перельмутер А. В.* Стан та залишковий ресурс фонду будівельних металевих конструкцій в Україні – К.: Сталь, 2002. –167с.
2. *Буняков В. П., Кирсаров К. А., Михайлов Л. М.* Риск-кология управления риском. – 2-е изд. – М.: Экзамен, 2003.–382 с.
3. *Перельмутер А. В.* Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций – К.: УкрНИИпроектстальконструкция, 2000.–215 с.
4. *Аугустин Г., Баратта А., Кашиати Ф.* Вероятностные методы в строительном проектировании –М.: Стройиздат, 1988.– 584 с.
5. *Блэк С. К., Нихаус Ф.* Насколько безопасно «слишком» безопасное? Бюлетень МАГАТЭ, – кн. 22. №1, С 47–58.
6. *Гнеденко Б. В., Козлов Б. А., Ушаков И. А.* Теория надежности и массовое обслуживание. – М.: Наука, 1969.–С 14–32.
7. *Тамразян А. Г.* К оценке определения уровня риска чрезвычайных ситуаций по основным признакам

- его проявления на сооружения. Бетон и железобетон – М.: Стройиздат, 2001. – № 5 – С 8–10.
8. *AIJ Recommendations for Loads on Building / Architectural Institutes of Japan.* – Tokyo: Shiba, 1996. – 132 p.
 9. *Болотин В. В.* Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. – М.: Стройиздат, 1982. – 351 с.
 10. *Lind N.* Optimization, cost benefit analysis, specifications, Proc. 3rd International Conference Applications of Statistics in Soil and Structural Engineering. – Sydney, 1979. – Vol.3. P.373–384.
 11. *Исаев А.С.* О применении игровых подходов в прочностных задачах: В кн.: Проблемы надежности в строительной механике (Материалы 2-й Всесоюз. конф. по проблемам надежности в строительной механике). – Вильнюс, 1968. – С 139–143.
 12. *Подольский Д.М.* Расчет конструктивных систем с неопределенными жесткостными характеристиками. Надежность и долговечность машин и сооружений. – 1984. – Вып.6. – С.78–86.
 13. *ДСТУ 2156–93.* – К.: Держстандарт України, 1993. – 31 с.
 14. *Гермейер Ю.Б.* Введение в теорию исследования операций. – М.: Наука, 1971. – 383 с.

Стаття надійшла до редакції 23.01.07.