

УДК 69.059.73

к.т.н., доц. Гайко Ю.І., к.т.н. Шишкін Е.А.,
Харківський національний університет
міського господарства ім. О.М. Бекетова

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙ ОБ'ЄКТІВ МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА

Проаналізовано причини та наслідки аварій будівель і споруд. Розглянуто інноваційні розробки в галузі запобігання аварій об'єктів міського будівництва. Наведено приклад системного аналізу прибудинкової території для успішного вирішення завдань реалізації заходів при надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: обвалення будівель, надзвичайні ситуації, житловий фонд, системний аналіз.

Постановка проблеми. Перехід на нові принципи містобудування з урахуванням рівня техногенних та природних ризиків є пріоритетним напрямком підвищення безпеки міста. Найважливішою складовою частиною протиаварійних заходів є забезпечення гарантованого захисту життя і здоров'я людей, збереження і збільшення виробничого потенціалу підприємств, а також підвищення безпеки об'єктів з урахуванням ризику виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру.

Діюча в даний час нормативна база не в повній мірі забезпечує розробку ефективних протиаварійних заходів об'єктів міського будівництва. Питання передаварійного і аварійного стану будівель і споруд та реалізація заходів при надзвичайних ситуаціях у взаємозв'язку з містобудівною ситуацією недостатньо розроблені і теоретично, і практично. Представляється дуже важливим і актуальним поглиблена системна проробка цих питань, узагальнення та публікація всіх відомих матеріалів по даному напрямку будівельної науки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різні підходи до вирішення проблем попередження аварій та ліквідації надзвичайних ситуацій об'єктів міського будівництва пропонувалися багатьма вітчизняними та закордонними ученими і фахівцями в області реконструкції, ремонту та безпечної експлуатації будівель і споруд, серед яких А. Г. Ройтман, Б. В. Сендеров, М. Г. Болотов, К. І. Ерьомін, Н. О. Шишкіна, В. М. Пономарьов, В. І. Травуш, В. М. Бондаренко [1, 2, 3, 4, 5] та інші. Однак, на жаль, комплексному, системному підходу до попередження аварій містобудівних об'єктів поки ще приділяється мало уваги.

Мета даної роботи: виявлення причин та наслідків аварій будівель і споруд та формування основних положень щодо системного аналізу

містобудівної ситуації для успішного вирішення завдань реалізації заходів при надзвичайних ситуаціях.

Виклад основного матеріалу. Обвалення (руйнування) будівель, споруд та інженерних мереж у мирний час обумовлюється наступними основними причинами:

– впливом природних факторів, що призводять до старіння і корозії матеріалів конструкцій і зниження їх фізико-механічних характеристик: повітряного середовища, атмосферної вологи, ґрунтових вод, засолених і просідаючих ґрунтів, негативною температурою повітря, блукаючих струмів у ґрунті, біологічних факторів, що викликають гниття деревини, та ін.;

– стихійними лихами, що викликають руйнування: ураганами, бурями, смерчами, цунамі, зливами, затопленням, землетрусами, зсувами, селевими потоками, сніговими обвалами та ін.;


– проектно-виробничими дефектами будівель, споруд і технічних систем: помилками при вишукуваннях і проектуванні, низькою якістю виконання будівельних робіт або будівельних матеріалів і конструкцій;

– впливом технологічних процесів на матеріали та конструкції: додаткових навантажень, високих температур, вібрації, окислювачів, парогазових і рідких агресивних середовищ, мінеральних масел і емульсій;


– порушенням правил експлуатації будівель, споруд, технічних систем і виникаючими в результаті цього пожежами, вибухами парів бензину, хімічних речовин, газу, самозаймання борошна на млинових комбінатах, пилу на зернових елеваторах та ін.

Розглянемо деякі приклади аварій і обвалення будівель [3, 6], що відбулися в Україні за останні роки (табл. 1).

Таблиця 1 – Приклади обвалення будівель в Україні за останні роки

Ілюстрація аварійної ситуації	Місце аварії	Дата аварії	Причини та наслідки аварії
	<p>м. Дніпро, вул. Мандриківська, 127</p>	<p>13 жовтня 2007 р.</p>	<p>повністю зруйновано третій під'їзд будинку в результаті вибуху побутового газу</p>

	<p>м. Харків, проспект Правди, 10</p>	<p>16 березня 2009 р.</p>	<p>обвалення будівлі в результаті похибки реконструкції</p>
	<p>м. Луцьк, вул. Рівненська, 109</p>	<p>червень 2012 р.</p>	<p>обвалення несучих конструкцій п'ятиповерхового житлового будинку в результаті пошкодження несучої стіни під час ремонтних робіт у підвалі</p>
	<p>м. Львів, вул. Князя Мстислава Удатного, 5</p>	<p>жовтень 2012 р.</p>	<p>обвалення конструкцій будівлі недобудованого торговельного центру</p>
	<p>м. Миколаїв, вул. Лазурна, 40</p>	<p>12 травня 2014 р.</p>	<p>зруйновані три верхніх поверхи і частина перекриттів нижніх поверхів у десятиповерховому житловому будинку в результаті витоку газу</p>
	<p>м. Чернігів</p>	<p>грудень 2016 р.</p>	<p>обвалилися плити перекриття з першого по четвертий поверх в одному з під'їздів чотирьохповерхового будинку гуртожитку, а також зовнішня стіна будівлі з фасадної сторони</p>
	<p>м. Васильків, Київська обл.</p>	<p>жовтень 2016р.</p>	<p>обвалилась фасадна стіна разом із перекриттями з першого по третій поверхи в загальноосвітній школі; причин руйнування – фундамент, побудований у 1956 році, а також зливово каналізація, що дала збій після трьох днів дощів</p>

	<p>м. Київ, вул. Богдана Хмельницького</p>	<p>лютий 2016 р.</p>	<p>під час будівельних робіт в аварійному будинку впали перекриття із четвертого до першого поверху в результаті порушення техніки безпеки та відсутності дозвільних документів</p>
---	--	--------------------------	---

Причиною більшості аварій у житловому секторі є старо-аварійний стан будівель [4]. Людський фактор теж є досить великою проблемою. Нерідкі випадки аварій і на етапі будівництва. Слід назвати ще кілька причин обвалень. Як не дивно, реконструкція, а саме неправильне її проведення – одна з них. Помилки проектування, відступи від проекту при будівництві та використання неякісних будівельних матеріалів стали причиною безлічі руйнувань не тільки тих, що будуються, але й уже експлуатованих об'єктів. Такі помилки призводять до значних економічних втрат і людських жертв. Недостатнє фінансування найчастіше пояснює заміну одних матеріалів на інші – більш дешеві. Крім того, не можна забувати, що в деяких випадках органи влади комунального сектору з незрозумілих причин відмовляють у фінансуванні не тільки ремонтних робіт, але й простої підтримки будівель і споруд у працездатному стані. Халатність працівників та інженерів при проведенні будівництва та реконструкції – ще одна причина. При такому збігу обставин необхідно відзначити, що в деяких випадках у зону обвалення потрапляють і інші споруди, що спричиняє додаткові жертви.

Перспективними напрямками наукових досліджень щодо забезпечення комплексної безпеки та запобігання аварій об'єктів міського будівництва можуть бути [5]:

1. Облік і систематизація аварій будівель і споруд, що відбуваються в Україні та за кордоном. Аналіз причин і наслідків аварій, їх класифікація за ступенем тяжкості і рівню збитку. Вивчення та моделювання сценаріїв аварій та механізмів руйнування конструкцій, а також елементів і вузлів їх сполучення.

2. Дослідження причин виникнення і статистичний аналіз накопичення дефектів будівель та споруд, їх класифікація як ініціаторів руйнування. Облік впливу тимчасового фактора на інтенсивність пошкоджуваності конструкцій і деградацію властивостей будівельних матеріалів.

3. Створення наукових основ класифікації будинків і споруд, а також найбільш відповідальних конструкцій за ступенем тяжкості наслідків ймовірних аварій, паспортів безпеки (включаючи електронні паспорти), регіональних та державних реєстрів стратегічно і критично важливих будівель і споруд, норм щодо забезпечення безпеки на всіх стадіях життя об'єкта.

4. Вивчення дійсної роботи і особливостей умов експлуатації несучих конструкцій потенційно небезпечних цивільних і промислових будівель різних галузей промисловості і енергетики, включаючи спільну роботу з підставами і фундаментами, спільну роботу з технологічним обладнанням, а також з прилеглими будівлями і спорудами.

5. Вивчення кінетики напружено-деформованого стану матеріалу в "критичних" елементах і вузлах, здатних викликати руйнування всієї споруди. Облік впливу розмірів і кількості дефектів на зміну напружено-деформованого стану критичних елементів і вузлів несучих конструкцій, а також безпеку всієї споруди.

6. Створення технологій і методик технічного діагностування будівельних конструкцій, неруйнівного контролю та моніторингу в зонах, відповідальних за руйнування об'єкта. Створення методик інтерпретації результатів технічної діагностики, неруйнівного контролю та моніторингу показниками міцності, надійності, ризику виникнення аварій, безпеки та захищеності будівель і споруд.

7. Створення теоретичних основ і методів оцінки та забезпечення комплексної безпеки і захищеності будівель і споруд, а також класифікації показників безпеки, ризику, ресурсу та ін. за ступенем їх небезпеки залежно від рівня пошкодженості, погіршення умов експлуатації тощо.

8. Створення фізико-математичних моделей процесів прогресуючого обвалення будівель та споруд, методів і методик моделювання, в т.ч. комп'ютерного, аварій з урахуванням перерахованих вище факторів старіння матеріалів, кінетики напружено-деформованого стану залежно від часу і зростання дефектів та ін., а також розробка методів і заходів щодо запобігання аваріям, в т.ч. шляхом комп'ютерного моделювання можливих варіантів підсилення конструкцій.

9. Створення нових конструктивних рішень і розробка нових будівельних матеріалів, що відрізняються підвищеною безпекою і здатних мінімізувати тяжкість наслідків при виникненні аварійної ситуації.

10. Застосування інформаційних технологій для забезпечення комплексної безпеки будівельних об'єктів, що включає у тому числі розробку електронних паспортів будівель і споруд та дозволяє в поточному режимі часу здійснювати оцінку залишкової міцності, стійкості, залишкового ресурсу, надійності, ризику аварійного обвалення та ін. на основі зібраної статистичної інформації та імовірнісних підходів, а також не тільки моделювати можливі сценарії аварій, а й методи їх запобігання.

Більше 20 % багатоквартирного житлового фонду України становлять будівлі перших масових серій періоду індустріалізації будівництва. У Харкові загальна кількість п'ятиповерхових будинків становить близько 2,5 тис., а їх

загальна житлова площа – 6,5 млн. м². Причому, за даними досліджень різних організацій, у місті Харкові 1500 житлових будинків перших масових серій вимагають санації та підсилення конструкцій.

У Харківському національному університеті міського господарства ім. О.М. Бекетова на кафедрі «Міського будівництва» запропоновано інноваційні розробки в галузі запобігання аварій об'єктів міського будівництва [6].

В рамках цієї розробки був проведений попередній аналіз стану житлового фонду м. Харкова, зокрема, п'ятиповерхових будівель перших масових серій періоду індустріалізації будівництва. Аналіз виявив ознаки можливого обвалення конструкцій цього виду будівель. Своєчасне реагування на такі ознаки і усунення їх відомими методами допоможе запобігти обвалу, зберегти державні кошти на усунення аварій, їх наслідків і зберегти людські життя. Важливе значення для попередження аварійних ситуацій має аналіз стану території мікрорайону, що включає вивчення фактичних умов експлуатації панельних будинків, а також можливостей реалізації номенклатурних заходів і шляхів усунення наслідків при надзвичайних ситуаціях.

Об'єктом дослідження були 25 і 27 мікрорайони так званого територіального району «Нові будинки», які знаходяться у складі Слобідського адміністративного району м. Харкова. Два мікрорайони обмежені торговим центром «Клас», підрозділом Державної служби з надзвичайних ситуацій, лікарняним комплексом. У результаті аналізу виявлено, що житлова забудова представлена п'ятиповерховими будинками («хрущівками»), які споруджені протягом 60–70-х років 20-го століття і становлять 50 % від загальної кількості житлових будинків в мікрорайоні та дев'ятиповерховими великопанельними будинками, які побудовані переважно протягом 80-х років 20-го століття.

Незважаючи на зовнішню привабливість більшості прибудинкових територій мікрорайонів, існує ряд недоліків, які можуть відігравати суттєву негативну роль при вирішенні завдань, пов'язаних із захистом населення і території від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру. Наприклад, аналіз можливостей маневрування транспортних засобів та особливостей під'їзних шляхів до будівель в розглянутому мікрорайоні дозволив встановити:

– ширина проїздів на території мікрорайону становить 3–3,5 м, що не відповідає сучасним нормативним вимогам до шляхів під'їзду спецтехніки до будівель;

– внутрішньоквартальні дороги, як правило, мають тупики, що значно знижує мобільність застосування технічних спецзасобів;

– відсутні розворотні майданчики або вони використовуються не за призначенням.

Проведений аналіз кількості та якості зелених насаджень показує, що для більшості багатоповерхівок під'їзд техніки спеціального призначення в разі вирішення завдання ліквідації наслідків можливих надзвичайних ситуацій буде скрутний. Загальна площа зелених насаджень, що перешкоджають застосуванню спеціальної техніки, становить 3419 м².

Наявність самовільно побудованих, хаотично розміщених погребів також ускладнює використання спеціальної техніки при виникненні природних і техногенних надзвичайних ситуацій.

Таким чином, з метою забезпечення ефективної експлуатації панельних будинків, запобігання їх обвалень, оперативного вирішення завдань у разі виникнення надзвичайних ситуацій, необхідний систематичний моніторинг їх стану та регулярне обстеження території мікрорайону, а також вироблення конкретного сценарію усунення негативних наслідків.

У ході проведеного аналізу стану території за фактичними умовами експлуатації панельних будинків мікрорайону і виявлення певних недоліків, в якості пілотного проекту був обраний п'ятиповерховий панельний будинок за адресою: проспект Льва Ландау, 6, як гіпотетично можливе місце виникнення надзвичайної ситуації.

На рисунку 1 вказано місце розташування будинку, а також місця дислокації найближчої частини МНС, двох міських лікарень і двох місць для евакуації населення (дитячий садок і школа). Також вказані найбільш оптимальні маршрути переміщення спецтехніки від місця надзвичайної ситуації до місць евакуації та порятунку.

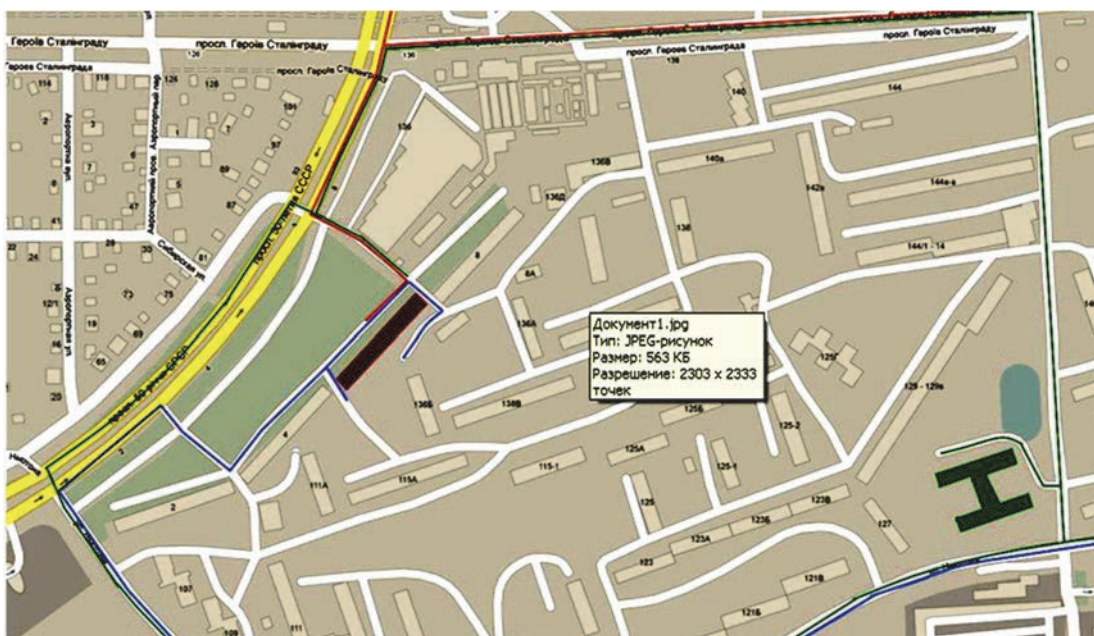
На рисунку 2 більш детально розглянуто розташування житлового будинку в мікрорайоні. Проаналізовано внутрішньоквартальні дороги і проїзди, розроблені маршрути прибуття рятувального (спеціального) транспорту та маршрути евакуації населення і постраждалих, з метою запобігання незгодженості дій і ускладнення ситуації.

Також були вивчені місця розташування систем водо-, газо-, електропостачання житлового будинку і найближчі місця розташування пожежних гідрантів (рис. 3).



- місце дислокації лікарні
- місце дислокації місць евакуації
- місце дислокації МНС
- місце гіпотетично можливої надзвичайної ситуації

Рис. 1. Дислокація частини МНС, лікарень, місць евакуації та схема проїзду спецтехніки в мікрорайоні



- можливий маршрут прибуття рятувальної техніки та МНС
- можливий маршрут транспортування постраждалих
- можливий маршрут евакуації населення

Рис. 2. Схема проїзду до місця надзвичайної ситуації та шляхи евакуації



рис. 3. Розташування елементів систем водо-, газ-

Виконано оцінку прилеглої території житлових важкодоступних зон і зон, що ускладнюють ліквідацію ситуацій (рис. 4). Такими місцями є: 1) ширина торців будинку; 2) наявність льохів і зелених насаджень будинку. Виявлено, що в районі дитячого майданчика є вільний простір, який може бути використано для організації штабу служби з надзвичайних ситуацій, надання першої медичної допомоги, а також пункту збору населення для евакуації.



Рис. 4. Розташування важкодоступних місць і характеристика прилеглої території

В результаті проведеного системного аналізу були визначені основні шляхи модернізації інфраструктури прибудинкової території для успішного вирішення завдань реалізації заходів при надзвичайних ситуаціях.

Система заходів з попередження надзвичайних ситуацій повинна відображатися в спеціально розроблених розділах щодо попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій містобудівних об'єктів для кожного виду містобудівної документації в населених пунктах, а глибина опрацювання заходів повинна забезпечувати можливість їх техніко-економічної оцінки. Таким чином, комплексна безпека повинна поєднувати заходи щодо безпеки як архітектурно-будівельних об'єктів, так і з безпеки містобудівних об'єктів. Заходи з попередження надзвичайних ситуацій формуються окремим розділом з текстовою та графічною частинами. У цьому розділі в систематизованому вигляді наводяться пропозиції і рішення щодо забезпечення захисту населення і територій міста від впливу надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру з необхідними обґрунтуваннями, планами та схемами.

Висновки. Аналіз практичних розробок і проведені попередні вибіркові обстеження території мікрорайону та декількох панельних будинків у м. Харкові на основі системного підходу виявили певну потенційну небезпеку експлуатації житлових будинків і територіальні труднощі, які можуть виникати при реалізації номенклатурних заходів в надзвичайних ситуаціях. Для вирішення завдань щодо попередження надзвичайних ситуацій містобудівних об'єктів в регіоні необхідно:

1. Виконати концептуальну роботу з підготовки «Програми запобігання обвалень житлових будівель і забезпечення їх безпечної експлуатації», вибравши для досліджень конкретний мікрорайон.

2. Концепцію переважно виконувати у вигляді пілотного проекту, проводячи необхідні дослідження для подальшої роботи над програмою.

3. При розробці пілотного проекту максимально використовувати геоінформаційні технології, інформаційні матеріали служби з надзвичайних ситуацій, ДАІ, житлово-комунальних організацій та ін.

4. Завершальним етапом концептуальної роботи повинна бути розробка містобудівної програми «Регіональна програма запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій містобудівних об'єктів», при роботі над якою, зокрема, будуть відпрацьовуватись, створюватись і конкретизуватись методи вирішення зазначених проблем, визначатись їх економічна і соціальна ефективність.

Література

1. Ройтман А.Г. Предупреждение аварий жилых зданий / А.Г. Ройтман / – М.: Стройиздат, 1990. – 241 с.

2. Сендеров Б.В. Аварии жилых зданий / Б.В. Сендеров / – М.: Стройиздат, 1992. – 216 с.

3. Болотов М.Г. Аналітичний огляд основних причин та наслідки аварій будівель та споруд, що сталися на території України за останні п'ять років

[Електронний ресурс] / М.Г. Болотов // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – Серія: Технічні науки. – №4 (69). – 2013. – Режим доступу: <http://ts-vistnic.stu.cn.ua/index>.

4. Еремін К.И., Шишкіна Н.А. Причини и последствия аварий зданий и сооружений, произошедших в 2010 году [Электронный ресурс] / К.И. Еремін, Н.А. Шишкіна // Предотвращение аварий зданий и сооружений: электронный журнал. – Дата публикации 2011-02-24. – Режим доступа: http://pamag.ru/src/causes_conseq-accidents/causes_conseq-accidents.pdf.

5. Пономарев В.Н. О необходимости системного подхода к научным исследованиям в области комплексной безопасности и предотвращения аварий зданий и сооружений [Электронный ресурс] / В.Н. Пономарев, В.И. Травуш, В.М. Бондаренко, К.И. Еремін // Предотвращение аварий зданий и сооружений: электронный журнал. – Дата публикации 2013-11-25. – Режим доступа: http://www.pamag.ru/src/necessiy_sys-appro/necessiy_sys-appro.pdf.

6. Практика інноваційних розробок у сфері територіально-просторового розвитку міст і регіонів: монографія / [Авт. кол.; під заг. ред. В.Т. Семенова, І.Е. Линник]. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2016. – 300с.

Аннотация

Проанализированы причины и последствия аварий зданий и сооружений. Рассмотрены инновационные разработки в области предотвращения аварий объектов городского строительства. Приведен пример системного анализа придомовой территории для успешного решения задач реализации мероприятий при чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: обрушение зданий, чрезвычайные ситуации, жилой фонд, системный анализ.

Annotation

The causes and consequences of accidents of buildings and structures are analyzed. Innovative developments in the field of accident prevention of urban construction projects are considered. An example of a system analysis of the adjacent territory for successfully solving the tasks of implementing events in emergency situations is given.

Keywords: collapse of buildings, emergency situations, housing stock, system analysis.