

## БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 69.055.2

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2023.100.0.72

ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
РІШЕНЬ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ ПОНАДПРОЄКТНИХ ВПЛИВІВ  
У БУДІВНИЦТВІ

Григоровський П. Є., Басанський В. О., Григоровський А. П., Божинський М. О.  
ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва  
імені В. С. Балицького»

***Анотація.** Наведено результати аналізу та перспективи застосування будівельно-інформаційного моделювання організаційно-технологічних рішень ліквідації аварійних руйнувань великопанельних будівель внаслідок військових дій. Визначено, що підвищення ефективності та безпеки робіт з ліквідації аварійних руйнувань, внаслідок дії понаднормових впливів на великопанельні будівлі через вибір оптимального варіанта термінових протиаварійних заходів з використанням інформаційно-математичного моделювання та баз даних щодо типових руйнувань, технічних, технологічних і організаційних рішень є актуальною техніко-економічною проблемою. Інформаційно-математичне моделювання є єдиним методом термінового підтвердження інформації у випадку небезпечного та обмеженого доступу до об'єкта обстеження у разі, якщо прийняття рішення щодо першочергових заходів із запобігання обваленню аварійних конструкцій є ускладненим через брак інформації про їхній стан. У післявоєнні часи використання запропонованої інформаційно-математичної моделі у сукупності з цифровим близнюком досліджуваної будівлі з використанням системи автоматизованого моніторингу стійкості та міцності будівлі, а також технічної придатності її інженерних систем дозволить прогнозувати зміну технічного стану будівельного об'єкта, оптимізувати періодичність та види ремонтів, тим самим збільшити тривалість її життєвого циклу завдяки своєчасності ліквідації пошкоджень.*

***Ключові слова:** технологія, позанормові впливи, руйнування, будівлі, інформаційне моделювання, відновлення.*

**Вступ**

Проблеми ліквідації наслідків аварійних руйнувань будівель понаднормовими впливами, що виникли перед житлово-будівельним комплексом України внаслідок військових дій, викликаних збройною агресією Російської Федерації [1], поділяються на декілька напрямів, основними з яких, на нашу думку, є такі:

1) першочергові аварійно-рятувальні роботи безпосередньо після нанесення ракетно-бомбових ударів, що спричинили руйнування будівлі;

2) планове відновлення способом підсилення, ремонту та відбудови, об'єктів, пошкоджених внаслідок воєнних дій;

3) будівництво методами швидкого зведення нового житла на заміну втраченого під час військових дій;

4) нове будівництво за програмами післявоєнного відновлення.

Вирішення цих проблем потребує комплексного дослідження. Предметом наведе-

них у статті досліджень є перший із зазначених напрямів будівельної діяльності, тобто аварійно-рятувальні роботи, які здійснюють рятувальні служби в умовах невизначеності та обмеженості часу для прийняття рішень, безпосередньо після нанесення ракетно-бомбових ударів, що спричинили руйнування будівлі. Проектування організаційно-технологічних рішень ліквідації наслідків аварійних руйнувань будівель понаднормовими впливами внаслідок воєнних дій є маловивченим напрямом організаційно-технологічного проектування. Традиційно організаційно-технологічне проектування, тобто розроблення проекту організації будівництва (ПОБ) та проекту здійснення будівельних робіт (ПВР), потребує вивчення матеріалів вишукувань, стану навколишнього середовища, можливостей будівельної організації, її технічної бази тощо, тобто потребує певного часу. Підготовка будівельного майданчика також є довготривалим процесом.

У разі необхідності здійснення першочергових аварійно-рятувальних робіт безпосередньо після катастрофи чи аварії, коли є загроза людському життю, такого часу не існує. Тому необхідне розроблення заходів, що дозволяють мінімізувати час та ризик прийняття неефективних рішень в умовах недостатньої інформації про пошкоджений об'єкт. Оптимізація процесу прийняття рішень в умовах невизначеності можлива за умови попереднього розроблення типових організаційно-технологічних протиаварійних заходів та методології їх використання на типових об'єктах. Прийняття заздалегідь розроблених рішень з використанням типових інформаційно-математичних моделей щодо конкретного аварійного об'єкта за принципом технології розпізнавання образів дозволить пришвидшити вибір варіанта та максимально забезпечити здійснення аварійно-рятувальних робіт, сприятиме порятунку можливих жертв аварії.

#### Аналіз публікацій

Значною частиною пошкоджених будівель є великопанельні будівлі масових серій, оскільки вони становлять більшість у густозаселених житлових мікрорайонах, які часто межують із промисловими зонами, що потерпають від бомбардувань. Тому питання вдосконалення організаційно-технологічних та технічних рішень ліквідації аварійних руйнувань великопанельних будівель внаслідок понаднормових техногенних впливів є на сьогодні актуальним. Підвищення ефективності та безпеки робіт з ліквідації аварійних руйнувань внаслідок дії понаднормових впливів на великопанельні будівлі через вибір оптимального варіанта термінових протиаварійних заходів з використанням інформаційно-математичного моделювання та баз даних щодо типових руйнувань, технічних, технологічних і організаційних рішень є актуальною техніко-економічною проблемою. Питання обстеження та проектування будівель, технологічні особливості реконструкції будівель і споруд, їхнього ремонту та підсилення досліджували у своїх роботах І. Г. Іваник, С. І. Віхоть, Р. С. Пожар, Я. І. Іваник, Ю. Ю. Вибранець, В. В. Савйовський, О. С. Молодід [3, 4]. Під час аналізу обсягів руйнувань будівель у разі впливів звичайних засобів ураження майже не досліджувались питання інформаційного моделювання організаційно-технологічних рішень протягом

життєвого циклу будівель [4]. Подібні проблеми розглядали П. Є. Григоровський, Ю. М. Червяков, В. О. Басанський, Ю. В. Крошка, О. В. Мурасьова, Н. П. Чуканова, В. М. Михайленко, О. О. Терент'єв [5]. Питання технічної експлуатації будівель та інженерних систем [8] аналізується в роботах А. А. Артамонова, І. Г. Іваніка, А. І. Гавриляка [6, 7, 8]. Автори І. В. Шумаков, Р. І. Мікаутадзе та І. І. Ляхов [9, 10, 11] розглядали питання прогнозування параметра тривалості робіт, особливостей робіт з ревіталізації промислових об'єктів. Таким чином, у роботах багатьох авторів досліджувалось питання оптимізації параметрів демонтажних та будівельно-монтажних робіт, але питання будівельно-інформаційного моделювання протягом життєвого циклу будівель і споруд, а також організаційно-технологічних рішень ліквідації наслідків аварійних руйнувань ще недостатньо вивчені. Крім того, процес застосування методів будівельно-інформаційного моделювання для оптимізації організаційно-технологічних рішень ліквідації наслідків аварійних руйнувань великопанельних будівель внаслідок воєнних дій має дослідницьку перспективу.

#### Мета та постановка завдання

Метою досліджень є оцінка основних напрямів та перспектив застосування методів будівельно-інформаційного моделювання для оптимізації організаційно-технологічних рішень аварійно-рятувальних робіт, що сприятиме порятунку можливих жертв аварії та ліквідації наслідків аварійних руйнувань великопанельних будівель понаднормовими впливами внаслідок воєнних дій.

#### Виклад основного матеріалу

Існує наукове протиріччя між необхідністю мінімізації трудовитрат на реалізацію заходів зі стабілізації понаднормових деформацій внаслідок аварійних руйнувань, які несуть загрозу людському життю, та необхідністю забезпечення нормативних вимог щодо стійкості пошкоджених конструкцій, стабілізації позанормових деформацій через збільшення тривалості та вартості таких заходів. З огляду на складність отримання об'єктивної інформації про фактичний стан пошкоджених елементів аварійної будівлі за наявності ризику непередбаченого обвалення зруйнованих конструкцій, небезпечного та обмеженого доступу до об'єкта обстеження,

інформаційно-математичне моделювання [2] є єдиним методом оперативного імовірнісного підтвердження висновку про технічний стан пошкодженої будівлі в умовах інформаційної невизначеності, коли прийняття рішення щодо першочергових заходів запобігання обваленню аварійних конструкцій є терміновим.

За необхідності прийняття оперативних технічних рішень щодо забезпечення необхідної технічної придатності пошкоджених будівель та їхніх аварійних частин в умовах відсутності достатнього обсягу інформації, тобто в умовах невизначеності, доцільним є використання методу інформаційного моделювання. Метод передбачає прийняття рішень на підставі інформаційних і розрахункових моделей, що створені з огляду на наявну інформацію з використанням експертної оцінки, функцій корисності тощо, для отримання прогнозних фізико-технічних характеристик аварійних будівель, їхніх частин та конструкцій (рис. 1, 2).

Вибір оптимальних протиаварійних заходів методом інформаційно-математичного моделювання з використанням баз даних, що складаються з варіантів типових руйнувань та технічних, технологічних й організаційних рішень ліквідації їх наслідків, сприятиме оптимізації витрат на реалізацію заходів зі своєчасного усунення загроз понаднормових деформацій та обвалення, що прогресує.

У випадку обмеженого доступу до об'єкта обстеження до наявних видів обстежень пропонується додати ще один – попередня дистанційна оцінка технічного стану будівель. Її необхідно здійснювати у випадку загрози непрогнозованого обрушення та, як наслідок, обмеженого доступу до об'єкта обстеження. Дистанційні дослідження та спостереження здійснюються за допомогою сканерів, дронів, автоматизованих тахеометрів тощо. Такий аналіз здійснюють на підставі таких наявних вихідних даних, отриманих дистанційно, як матеріали фото- та відеозйомки, технічна документація, поверхові плани, фасади.

За результатами дистанційних обстежень можливе розроблення попередньої (орієнтовної) інформаційної розрахункової моделі для формування попередніх висновків щодо небезпеки непередбачуваного, зокрема руйнування, що прогресують, з огляду на отримані пошкодження.



а



б



в

Рис. 1. Приклад пошкодження будівлі внаслідок бойових дій (м. Київ, вул. Глибочицька, червень 2022 р.): а – загальний вигляд фрагмента головного фасаду будівлі; б – руйнація конструкцій у межах першого поверху; в – те саме в межах другого поверху

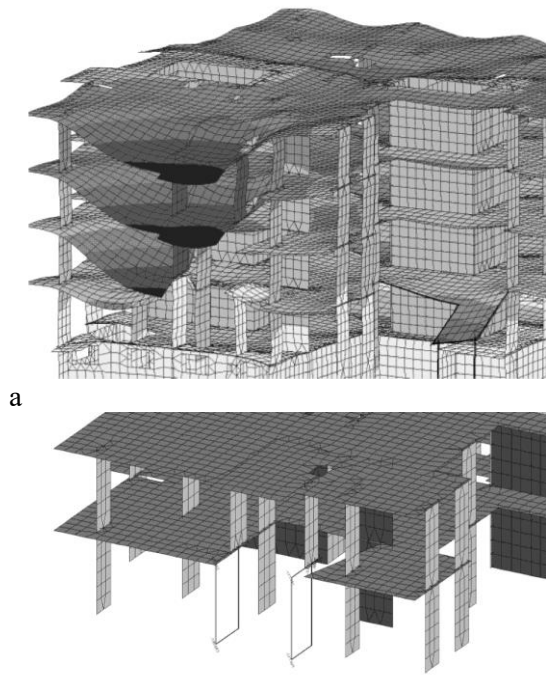


Рис. 2. Приклад моделювання першочергових протиаварійних заходів у програмному комплексі МОНОМАХ-САПР (м. Київ, вул. Глибочицька): а – розрахунок деформації у зоні пошкодження каркаса; б – схема розташування протиаварійних вертикальних елементів 2-го поверху будівлі

Такі рішення необхідні для термінового здійснення аварійно-рятувальних заходів у випадку понаднормових впливів техногенного типу внаслідок воєнних дій (рис. 2). На жаль, на сьогодні такі рішення приймаються інтуїтивно на підставі досвіду фахівців, що здійснюють аварійно-рятувальні роботи. Їхні дії є усвідомленим ризиком, що може призвести до непередбачуваних наслідків.

Через брак часу для складання інформаційної розрахункової моделі, що прискорить прийняття обґрунтованих рішень, необхідно заздалегідь мати напрацювання щодо типових будівель міської забудови регіону, типових пошкоджень та типових технічних і організаційно-технологічних рішень з ліквідації загрози розвитку аварійної ситуації, тобто бази даних для прийняття рішень в умовах невизначеності. Здійснено попередній аналіз впливу методу інформаційно-математичного моделювання з використанням баз даних, що містять інформацію про типові руйнування, технічні, технологічні й організаційні рішення підсилення конструкцій для вибору варіанта їх стабілізації понаднормових деформацій на ефективність робіт з ліквідації наслідків аварійних руйнувань великопанельних

будівель. Своєчасність та об'єктивність вибору варіанта робіт з використанням інформаційно-математичного моделювання впливає на мінімізацію часових витрат на реалізацію заходів із ліквідації наслідків аварійних руйнувань, які містять загрозу людському життю. Розроблення таких баз даних є напрямом нашої подальшої роботи.

На наступних етапах обстеження аварійної будівлі, що передбачають візуальний огляд, візуальне обстеження, інструментальне та детальне обстеження, інформаційну модель за необхідності уточнюють.

Візуальний огляд зі складанням короткого висновку щодо типу та обсягу пошкоджень здійснюють згідно з планом після завершення аварійно-рятувальних робіт та ліквідації загрози непередбачуваних обвалень пошкоджених конструкцій у складі комісії фахівцями рівня, достатнього для прийняття рішення. Надання рекомендацій щодо алгоритму подальших дій для встановлення можливості зміни категорії аварійності (технічного стану) дозволить розробити заходи з підвищення категорії через ремонтно-відновлювальні роботи та визнати її придатною після відновлення до подальшої безпечної експлуатації або визнати будівлю такою, що відновленню не підлягає. На підставі такого візуального огляду, що здійснюють у плановому порядку, рішення щодо неможливості відновлення приймають з дотриманням чинного законодавства тільки у випадку незаперечної впевненості щодо повної руйнації будівлі внаслідок воєнних дій. У випадку недостатності інформації для прийняття обґрунтованого рішення здійснюють візуальне, а за необхідності інструментальне або детальне обстеження.

У процесі візуального обстеження необхідно уточнити результати попередніх етапів обстежень, скласти карти дефектів на схемах планів, фасадів та за необхідності на розрізах будівлі. За результатами вимірювань та з огляду на обсяг та розташування дефектів уточнюють інформаційно-розрахункову модель, яку використовують для розроблення технічних та організаційно-технологічних заходів з підсилення та ремонтів. За висновком щодо можливості подальшої експлуатації пошкодженої будівлі за результатами ремонтів на підставі відомості дефектів складають кошторис та оцінюють вартість відновлювальних робіт.

У випадку більш складних руйнувань отримують вихідні дані для проектування

відновлення будівлі через капітальний ремонт чи реконструкцію. Для цього здійснюють інструментальне обстеження зі встановленням фізичних і технічних характеристик конструкцій та елементів будівлі. Інструментальне обстеження проводять в обсягах, достатніх для проектування заходів з відновлення експлуатаційної придатності та з огляду на результати попередніх етапів обстеження та розрахунків.

Розрахування несної спроможності будівлі загалом та розроблення проектних рішень з підсилення та ремонтів здійснюють з використанням інформаційно-розрахункової моделі, уточненої за результатами інструментальних обстежень, обмірних креслень, з огляду на визначені фізичні та технічні характеристики будівлі на підставі результатів детального обстеження, що передбачають отримання всієї необхідної інформації для розроблення проекту відновлення будівлі.

Для вибору ефективного та безпечного варіанта робіт з ліквідації наслідків аварійних руйнувань, спричинених позанормовими впливами на великопанельні будівлі, з використанням інформаційно-математичного моделювання та баз даних щодо типових руйнувань, технічних, технологічних і організаційних рішень необхідно здійснити аналіз та дослідження компенсаційних заходів з підсилення та забезпечення несної спроможності аварійних будівель з огляду на збільшення часових і фінансових витрат на їхню реалізацію залежності від складності робіт.

Нами проаналізовано технічні засоби, технологічні й організаційні методи, що використовують для ліквідації наслідків аварійних ситуацій та підсилення аварійних конструкцій. Визначено, що їх систематизація та своєчасна актуалізація дозволяє створити інформаційні бази даних для інформаційно-математичного моделювання організаційно-технологічних процесів для вибору оптимальних варіантів організаційно-технологічних рішень ліквідації аварійних руйнувань великопанельних будівель внаслідок позанормових впливів.

На підставі проведеного аналізу сформульована наукова гіпотеза подальших досліджень, що полягає в припущенні можливості підвищення ефективності та безпеки робіт з ліквідації наслідків аварійних руйнувань позанормовими впливами на великопанельні будівлі внаслідок удосконалення організаційно-технологічних рішень ліквідації наслідків таких руйнувань з використанням ін-

формаційно-математичного моделювання організаційно-технологічних процесів на основі баз даних, що містять інформацію про типові руйнування, технічні, технологічні й організаційні рішення підсилення конструкцій для вибору варіанта стабілізації позанормових деформацій.

Загальна методика досліджень базується на аналізі та синтезі складових інформаційно-математичної моделі типової великопанельної будівлі, що містить базу даних щодо типових руйнувань, технічних, технологічних й організаційних рішень підсилення конструкцій, забезпечення вимог безпеки, тощо для вибору оптимальних варіантів ліквідації наслідків аварійних руйнувань спричинених позанормовими впливами. Інформаційно-математичну модель можна використовувати для прийняття термінових рішень з мінімізації ризиків в умовах невизначеності через оперативний вибір варіанта організаційно-технологічних рішень ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

На підставі проведених досліджень нами розроблено алгоритм моделювання впливу множини позанормових чинників та факторів техногенного типу на міцність та стійкість великопанельної будівлі з огляду на зміни її конструктивної схеми залежно від місця розташування, обсягів та локалізації пошкоджень. Алгоритм містить множину варіантів щодо типових конструктивних схем будівель; координат розташування, локалізації та обсягів пошкоджень; технічних, технологічних й організаційних рішень ліквідації наслідків аварійних ситуацій; синергетичного ефекту багатфакторного впливу.

Ефективність прийнятого рішення передбачає оптимізацію трудових і фінансових витрат за умови забезпечення вимог безпеки. Завдання оптимізації варіанта організаційно-технологічних рішень ліквідації наслідків аварійної ситуації передбачає визначені критерії оптимальності, параметрів оптимізації та обмежень.

У післявоєнний період використання запропонованої інформаційно-математичної моделі у сукупності з цифровим близнюком досліджуваної будівлі з використанням системи автоматизованого моніторингу стійкості та міцності будівлі, а також технічної придатності її інженерних систем дозволить прогнозувати зміну технічного стану будівельного об'єкта загалом, оптимізувати періодичність та види ремонтів, тим самим збільши-

ти тривалість її життєвого циклу завдяки своєчасності ліквідації пошкоджень.

### Висновки

Проаналізовано перспективи впровадження методики, що передбачає можливість прогнозування та вибір технології стабілізації розвитку руйнувань, попередження непередбачуваного обвалу, що прогресує, аварійних будівель внаслідок воєнних дій чи техногенної аварії з огляду на багатofакторність позанормових впливів техногенного типу на несну спроможність великопанельної будівлі.

Визначено, що будівельно-інформаційна модель комплексного процесу ліквідації наслідків позанормових впливів дозволить здійснити вибір варіанта організаційно-технологічних рішень щодо ліквідації наслідків понаднормових впливів для будівель пошкоджених під час бойових дій.

У післявоєнний період використання запропонованої інформаційно-математичної моделі дозволить прогнозувати зміну технічного стану будівельного об'єкта загалом, оптимізувати періодичність та види ремонтів, тим самим збільшити тривалість її життєвого циклу завдяки своєчасній ліквідації пошкоджень.

На підставі експериментальних досліджень та практичної реалізації системи організаційно-технологічного проектування робіт з ліквідації аварійних ситуацій запропоновано типову методику організаційно-технологічного проектування аварійно-відновлювальних робіт із застосуванням комплексу типового оснащення для підсилення аварійних конструкцій в умовах надзвичайних ситуацій, що буде наведено в наступних роботах.

### Література

1. Руйнування внаслідок воєнного конфлікту. Харківська правозахисна група URL: <https://khp.org/1474890281> (дата звернення: 01.10.2022).
2. *Моделі і методи інформаційної системи діагностики технічного стану об'єктів будівництва*: підручник / В. М. Михайленко, І. В. Русан, П. Є. Григоровський, О. О. Терент'єв, А. Т. Свідерський, Є. В. Горбатюк. Київ: ЦП «Компринт». 2018. 325 с.
3. Савйовський В. В., Молодід О. С. *Дослідження особливостей підсилення залізобетонних балкових конструкцій зовнішнім армуванням*. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2017. № 4. С. 29–36. URL:

[http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia\\_2017\\_4\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia_2017_4_5). (дата звернення 11.10.2022)

4. *ВІМ Технології інформаційного моделювання в будівництві* URL: <https://www.timb.org.ua/> (дата звернення: 21.09.2022).
5. Інформаційне моделювання організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при створенні та утриманні будівельних об'єктів / П. Є. Григоровський та ін. *Будівельне виробництво: наук.-техн. зб.* Київ: Вид-во «Ліра-К», 2019. № 67. С. 7–16.
6. Шумаков І. В., Ляхов І. І. Прогнозування раціональних параметрів організації та технології зведення підземних частин цивільних будівель: монографія. Дніпро: Журфонд, 2022. 133 с. ISBN 978-966-934-329-1.
7. Основи реконструкції будівель і споруд: навч. посіб. / І. Г. Іваник та ін. *Львів: Видавництво Львівської політехніки*, 2010. 276 с.
8. Гавриляк А. І. Основи технічної експлуатації будівель та інженерних систем: навч. посібник. *Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка»*, 2009. 292 с.
9. Вплив факторів міського середовища на тривалість зведення підземних частин цивільних будівель / І. В. Шумаков, Р. І. Мікаутадзе, М. Г. Салія, І. І. Ляхов *Вісник НУГВП. Сер. Технічні науки*. 2018. Вип. 1(81). С. 172–182. URL: <https://visnyk.nuwm.edu.ua/index.php/tehn/article/view/vt1201819> (дата звернення 15.04.2022).
10. Шумаков І.В., Мікаутадзе Р.І., Ляхов І.І. Оптимізаційні тенденції у прогнозуванні тривалості будівництва. *Науковий вісник будівництва : зб. наук. пр.* 2018. №1(91). С. 115–121. URL: [https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/1\\_91\\_2018/16.pdf](https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/1_91_2018/16.pdf) (дата звернення: 01.10.2022).
11. Шумаков І. В., Каржинерова О. Г. Особливості виконання будівельно-монтажних робіт в умовах реконструкції при ревіталізації промислових будівель. *Науковий вісник будівництва: зб. наук. пр.* 2017. №4(90). С. 80–86. URL: [https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/4\\_90\\_2017/15.pdf](https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/4_90_2017/15.pdf) (дата звернення: 18.10.2022).

### References

1. *Ruinuvannia vnaslidok voiennoho konfliktu*. Kharkivska pravozakhysna hrupa. Available at: <https://khp.org/1474890281> (accessed 1 October 2022).
2. Mikhailenko V. M. *Modeli i metody informatsiinoi systemy diahnostryky tekhnichnoho stanu obiektiv budivnytstva* : [pidruchnyk / V. M. Mykhailenko, I. V. Rusan, P. Ie. Hryhorovskiy, O. O. Terentiev, A. T. Sviderskyi, Ye. V. Horbatiuk]. Kyiv: TsP «Komprynt». 2018. 325 s.
3. Saviovskiy V. V., Molodid O. S. *Doslidzhennia osoblyvostei pidsylenia zalizobetonnykh balkovykh konstruktii zovnishnim armuvanniam*.



- Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury*. 2017. № 4. S. 29–36. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia\\_2017\\_4\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia_2017_4_5) (accessed: 11 October 2022).
4. *BIM Tekhnologii informatsiinoho modeliuvannia v budivnytstvi*. Available at: <https://www.timb.org.ua/> (accessed: 21 September 2022)
  5. Informatsiine modeliuvannia orhanizatsiino-tekhnologichnykh rishen instrumentalnykh vymiriuvan pry stvorenni ta utrymanni budivelnykh ob'ektiv / P. Ie. Hryhorovskiyi. *Budivelne vyrobnytstvo: nauk.-tekh. zb.* Kyiv: Vyd-vo «Lira-K». 2019. № 67. S. 7–16.
  6. Shumakov I. V., Liakhov I. I. Prohnozuvannia ratsionalnykh parametriv orhanizatsii ta tekhnologii zvedennia pidzemnykh chastyn tsyvilnykh budivel : monohrafiia. Dnipro: Zhurfond, 2022. 133 s. ISBN 978-966-934-329-1.
  7. *Osnovy rekonstruktsii budivel i sporud: navch. posib* / I. H. Ivanyk Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 2010. 276 s.
  8. Havryliak A. I. *Osnovy tekhnichnoi ekspluatatsii budivel ta inzhenernykh system: navch. posibnyk*. Lviv: Vydavnytstvo Natsionalnoho Universytetu «Lvivska politekhnika», 2009. 292 s.
  9. Vplyv faktoriv miskoho seredovyshcha na tryvalist zvedennia pidzemnykh chastyn tsyvilnykh budivel / I. V. Shumakov, R. I. Mikautadze, M. H. Saliia, I. I. Liakhov. *Visnyk NUHVP. Ser. Tekhnichni nauky*. 2018. Vyp. 1(81). S. 172–182. Available at: <https://visnyk.nuwm.edu.ua/index.php/tehn/article/view/vt1201819> (accessed: 15 April 2022).
  10. Shumakov I. V., Mikautadze R. I., Liakhov I. I. Optyimizatsiini tendentsii u prohnozuvanni tryvalosti budivnytstva. *Naukovyi visnyk budivnytstva : zb. nauk. pr.* 2018. №1(91). S. 115–121. URL: [https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/1\\_91\\_2018/16.pdf](https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/1_91_2018/16.pdf) (data zvernennia: 01.10.2022).
  11. Shumakov I. V., Mikautadze R. I., Liakhov I. I. Optyimizatsiini tendentsii u prohnozuvanni tryvalosti budivnytstva. *Naukovyi visnyk budivnytstva : zb. nauk. pr.* 2018. №1(91). S. 115–121. URL: [https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/1\\_91\\_2018/16.pdf](https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/1_91_2018/16.pdf) (data zvernennia 01.10.2022). Available at: [https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/4\\_90\\_2017/15.p](https://vestnik-construction.com.ua/images/pdf/4_90_2017/15.p) (accessed: 18 October 2022)

**Григоровський Петро Євгенович**,<sup>1</sup> доктор технічних наук, pgrig@ukr.net  
<https://orcid.org/000-0003-0527-5890>  
 тел. +38 067 234 36 46

**Басанський Владислав Олександрович**,<sup>2</sup> канд. техн. наук, [vladyslav.basanskyi@gmail.com](mailto:vladyslav.basanskyi@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-7850-7798>  
 тел. + 38 095 595 66 31

**Григоровський Андрій Петрович**<sup>3</sup>, здобувач  
[a.grigorovski@gmail.com](mailto:a.grigorovski@gmail.com)  
[orcid.org/0000-0003-0009-2358](https://orcid.org/0000-0003-0009-2358)  
 тел. +38 063 155 05 12

**Божинський Михайло Олександрович**<sup>4</sup>, науковий співробітник  
[mike.bozhynskyy@gmail.com](mailto:mike.bozhynskyy@gmail.com);  
[orcid.org/0000-0002-8681-4675](https://orcid.org/0000-0002-8681-4675)  
 тел. + 38 0939942814

ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва імені В. С. Балицького» м. Київ, Україна.

### **Information Modeling of Organizational and Technological Solutions to Eliminate the Consequences of Super-Design Impacts in Construction**

**Abstract. Problem.** *There is a scientific contradiction between the need to minimize labor costs for the implementation of measures to stop emergency deformations that pose a threat to human life and the need to ensure regulatory requirements for the stability of damaged structures by increasing the duration of such measures. Taking into account the difficulty of obtaining information about the state of damaged elements in the presence of the risk of their collapse, information and mathematical modeling is considered a relevant method of operational determination of the technical state of a damaged building in conditions of information uncertainty, when decision-making on measures to prevent the collapse of emergency structures is urgent. Goal.* *The goal of the research is to assess the main directions and prospects to apply building information modeling methods for the optimization of organizational and technological solutions in emergency rescue operations, which will contribute to the rescue of possible accident victims and the elimination of the consequences of accidental destruction of large-panel buildings due to overtime effects in the result of military actions. Methodology* *provides for making decisions on the basis of informational, calculation models, which are made taking into account the information available at the time of their compilation, using, including, expert evaluation, utility functions, etc., to obtain predictive physical and technical characteristics of emergency buildings, their parts and structures. Results.* *It has been established that the selection of optimal emergency measures, by the method of information and mathematical modeling using databases consisting of variants of typical destructions and technical, technological and organizational solutions to eliminate their consequences, will contribute to the optimization of costs for the implementation of measures to timely eliminate the threats of overtime deformations and progressive collapse. Originality.* *The originality is in optimization of measures to eliminate emergency destruction by means of typical mathematical and informational modeling of technological solutions and the use of typical equipment for temporary strengthening of emergency structures. Practical value.* *Increasing the effectiveness of the processes for liquidation of emergency destruction of large-*

*panel buildings due to extra-project impacts is possible due to the optimization of measures for their liquidation through mathematical and informational modeling of such solutions and the use of standard equipment for temporary reinforcement of emergency structures.*

**Key words:** *technology, abnormal impacts, destruction, buildings, information modeling, restoration.*

**Hryhorovskiy P.E.**, Doct. of Science, pgrig@ukr.net  
<https://orcid.org/000-0003-0527-5890>  
tel. +38 067 234 36 46

**Basanskyi V.O.**,

Ph.D., [vladyslav.basanskyi@gmail.com](mailto:vladyslav.basanskyi@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-7850-7798>

tel. + 38 095 595 66 31

**Hryhorovskiy A.P.**, applicant,

[a.grigorovski@gmail.com](mailto:a.grigorovski@gmail.com)

[orcid.org/0000-0003-0009-2358](https://orcid.org/0000-0003-0009-2358)

tel. +38 063 155 05 12

**Bozhinskyi M.O.**

Researcher, [mike.bozhynskyy@gmail.com](mailto:mike.bozhynskyy@gmail.com);

[orcid.org/0000-0002-8681-4675](https://orcid.org/0000-0002-8681-4675)

tel. + 38 093 994 28 14

The State «Research institute of building production named V. S. Balitsky», Kyiv.

---