

УДК 004.896:004.891.3:514.18

МОДЕЛЮВАННЯ ЗОНИ ВПЛИВУ НОВОГО БУДІВНИЦТВА НА ОТОЧУЮЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ

ТЕРЕНЧУК С. А.¹, к. ф.-м. н., доц.,
ЕРЕМЕНКО Б. М.², к. т. н., доц.,
КАРТАВИХ С. М.^{3*}, провідний спеціаліст,
НАСІКОВСЬКИЙ О. В.⁴, керуючий партнер

¹Кафедра архітектурних конструкцій, Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітрофлотський, 31, 03680, м. Київ, Україна, ORCID: 0000-0002-7141-6033,

²Кафедра інформаційних технологій проектування та прикладної математики, Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітрофлотський, 31, 03680, м. Київ, Україна, ORCID: 0000-0002-3734-0813,

^{3*}ТОВ «ДІМ», вул. Раїси Окіпної, 86, м. Київ, Україна, тел. +38(067) 290 83 08, e-mail: snk07@ukr.net, <https://dim-bud.ua/> ORCID: 0000-0003-2287-4297,

⁴ТОВ «ДІМ», вул. Раїси Окіпної, 86, м. Київ, Україна, ORCID: 0000-0002-7787-3817

Анотація. Мета. Підвищення рівню надійності моделювання впливу нового будівництва на оточуюче середовище шляхом впровадження моделей і методів нечіткої математики. **Методика.** Для обґрунтування вибору найкращого технічного рішення дані про нові конструкції, технічний стан конструкцій оточуючої забудови, умови будівництва та експлуатації передаються до зовнішніх систем автоматизованого проектування, в яких виконується побудова інформаційних моделей та проводяться обчислювальні експерименти, що імітують стан системи «новобудова – оточуюче середовище» для різних суперпозицій навантажень і впливів. Результати експериментів повертаються в систему інженерії знань для формування відповідних пояснень, які надаються особі, що приймає рішення. **Результати.** На основі системного аналізу проектної документації, інженерно-геологічних вишукувань, експертних оцінок та іншої робочої документації встановлено доцільність застосування нечітких моделей і методів нечіткої логіки, які призначені для лінгвістичного моделювання та прогнозування процесів різного характеру в нечітких умовах та умовах неповної вхідної інформації. Спроектовано систему оцінювання технічного стану будівельних конструкцій, яка призначена для моделювання зони впливу нового будівництва на його передпроектній стадії. Описана можливість використання обчислювальних експериментів для розширення системи правил, що виведені на основі експертних знань і реальних даних. **Наукова новизна.** Система інженерії знань використовує узагальнені експертні знання і операції нечіткої логіки, що дозволяє отримувати нечіткі висновки на основі нечітких початкових даних. Отримане рішення може бути нечітким, проте система здатна функціонувати в умовах нестачі вхідної інформації. **Практична цінність.** Реалізація та впровадження системи оцінювання технічного стану будівельних конструкцій розширює та удосконалює можливості систем автоматизованого проектування у напрямку зниження ризиків прийняття невірних рішень при проектуванні за рахунок підвищення рівню надійності моделювання. Взаємодія даної системи з зовнішніми системами автоматизованого проектування дозволить забезпечити імітаційне моделювання зони впливу нового будівництва на оточуюче середовище, що є необхідним при створенні відповідної технічної документації, особливо на передпроектній стадії життєвого циклу об'єкта будівництва.

Ключові слова: зона впливу; інженерія знань; навантаження; нечіткі умови; оточуюча забудова; система оцінки

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

ТЕРЕНЧУК С. А.¹, к. ф.-м. н., доц.
ЕРЕМЕНКО Б. М.², к. т. н., доц.,
КАРТАВЫХ С. Н.^{3*}, ведущий специалист
НАСИКОВСКИЙ А. В.⁴, управляющий партнер

¹Кафедра архитектурных конструкций, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, проспект Воздухофлотский, 31, 03680, г. Киев, Украина, ORCID: 0000-0002-7141-6033,

²Кафедра информационных технологий проектирования и прикладной математики, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, проспект Воздухофлотский, 31, 03680, г. Киев, Украина, ORCID: 0000-0002-3734-0813,

^{3*}ООО «ДІМ», ул. Раисы Окипной, 86, г. Киев, Украина, 02002, тел. +38067 290 8308, e-mail: snk07@ukr.net, <https://dim-bud.ua/>, ORCID: 0000-0003-2287-4297,

⁴ООО «ДІМ», ул. Раисы Окипной, 86, г. Киев, Украина, ORCID: 0000-0002-7787-3817

Аннотация. Цель. Повышение надежности моделирования влияния нового строительства на окружающую среду путем внедрения моделей и методов нечеткой математики. **Методика.** Для обоснования выбора лучшего технического решения данные о новых конструкциях в техническом состоянии конструкций зоны влияния, условия строительства и эксплуатации передаются внешним системам автоматизированного проектирования, в которых строятся информационные

модели и проводятся вычислительные эксперименты, которые имитируют состояние системы «новостройка – окружающая среда» для разных суперпозиций нагрузок и полей. Результаты экспериментов возвращаются в систему инженерии знаний для формирования соответствующих объяснений, которые передаются лицу, которое принимает решение. **Результаты.** На базе системного анализа проектной документации, инженерно-геологических исследований, экспертных оценок и другой рабочей документации установлена необходимость применения нечетких моделей и методов нечеткой логики, которые разрабатывались для лингвистического моделирования и прогнозирования процессов различного характера в нечетких условиях и условиях нехватки исходных данных. Спроектирована система оценивания технического состояния строительных конструкций для моделирования зоны влияния нового строительства на его предпроектной стадии. Описана возможность использования вычислительных экспериментов для дополнения системы правил, которые выведены на основе экспертных знаний и реальных данных. **Научная новизна.** Система инженерии знаний использует обобщенные экспертные знания и операции нечеткой логики, которые позволяют получать нечеткие выводы на основании нечетких начальных условий. Полученные решения могут быть нечеткими, но, при этом, система способна функционировать в условиях неполной исходной информации **Практическая ценность.** Реализация и внедрение системы оценивания технического состояния строительных конструкций расширяет и совершенствует возможности систем автоматизированного проектирования в области снижения рисков принятия неверных решений при проектировании за счет повышения степени надежности моделирования. Взаимодействие данной системы с внешними системами автоматизированного проектирования позволяют обеспечить имитационное моделирование зоны влияния нового строительства на окружающую среду, что необходимо при создании соответствующей технической документации, особенно на предпроектной стадии жизненного цикла строительного объекта.

Ключевые слова: зона влияния; инженерии знаний; нагрузки; нечеткие условия; окружающая застройка; система оценки

MODELING THE ZONE OF THE INFLUENCE OF NEW CONSTRUCTION ON THE ENVIRONMENT

TERENCHUK S. A.¹, *Ph.D. Assoc. Prof.*,
YEREMENKO V. M.², *Ph.D.*,
KARTAVYKH S. N.^{3*},
NASIKOVSKY O. V.⁴,

¹Department of Architectural Structures, Kyiv National University of Construction and Architecture, Povitroflotsky Avenue, 31, 03680, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-0002-7141-6033

²Department of Information Technology Design and Applied Mathematics, Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Povitroflotsky Avenue, 31, Kyiv, Ukraine, 03680, ORCID: 0000-0002-3734-0813,

^{3*}DIM-BUD, Limited Liability Company, ul. Raisy Okipnoy, 8b, Kyiv, Ukraine, 02002, Cont. tel.: +38067 290 8308, e-mail: snk07@ukr.net, <https://dim-bud.ua/> ORCID: 0000-0003-2287-4297

⁴DIM-BUD, Limited Liability Company, ul. Raisy Okipnoy, 8b, Kyiv, Ukraine, 02002, ORCID: 0000-0002-7787-3817

Annotation. Goal. Goal is increasing the level of reliability of simulation of the impact of new construction on the environment through the introduction of models and methods of fuzzy mathematics. **Method.** To substantiate the choice of the best technical solution, data on new constructions, technical condition of constructions of surrounding buildings, conditions of construction and operation are transferred to external systems of automated design, in which the construction of information models is carried out and computational experiments simulating the state of the system "new building - environment" for different superposition of loads and influences. The results of the experiments are returned to the knowledge engineering system to formulate the relevant explanations provided to the decision maker. **Results.** On the basis of system analysis of project documentation, engineering geological surveys, expert assessments and other working documentation, the feasibility of using fuzzy models and methods of fuzzy logic, which are intended for linguistic modeling and forecasting of processes of different character in the fuzzy conditions and conditions of incomplete input information, have been established. A system of evaluation of the technical condition of building structures was designed, which is designed to model the zone of influence of new construction at its pre project stage. The possibility of using computational experiments for expanding the system of rules derived on the basis of expert knowledge and real data is described. **Scientific novelty.** The knowledge engineering system uses generalized expert knowledge and fuzzy logic operations, which allows you to obtain fuzzy conclusions based on fuzzy initial data. The resulting solution may be fuzzy, but the system is capable of functioning in the absence of input information. **Practical value.** The implementation and implementation of a system for assessing the technical condition of building constructions expands and improves the capabilities of automated design systems in order to reduce the risk of making incorrect decisions when designing by increasing the level of reliability of modeling. The interaction of this system with the external systems of automated design will allow for simulation of the impact zone of new construction on the environment, which is necessary for the creation of the relevant technical documentation, especially at the pre project stage of the life cycle of the construction site.

Keywords: knowledge engineering; loads; fuzzy conditions; surrounding buildings; system of assessmentis; zone of influence

Вступ

Практика будівництва та експлуатації будівель і споруд в умовах ущільненої міської забудови показує, що проведення будівельних робіт з великою ймовірністю можуть призвести до низки небезпечних подій, які спричинені додатковими навантаженнями на конструкції прилеглих об'єктів будівництва (ОБ). Ймовірність, характер, швидкість розвитку небажаних процесів та ступінь їх небезпеки залежить від геологічних властивостей ґрунтів; конструктивних особливостей, типу фундаментів; фізичного зносу конструкцій тих будівель і споруд, які потрапляють в зону впливу нового будівництва; способів виконання будівельних робіт; чутливості конструкцій до нерівномірних деформацій, тощо.

У зв'язку з цим, лишається особливо актуальним розв'язання проблеми підвищення рівню надійності процесу моделювання комплексу будівельних робіт, що плануються в рамках технічного завдання нового будівництва, на технічний стан (ТС) конструкцій оточуючої забудови (ОЗ) [6].

В даній роботі: термін «оточуюча забудова» застосовується до існуючих об'єктів будівництва, що потрапляють в зону впливу нового будівництва, а словосполучення «оточуюче середовище» вміщує в себе прилеглу до будівництва зону, радіус якої 30 м, а також будівлі і споруди, що знаходяться в цій зоні [2].

Об'єкт досліджень – процес моделювання технічного стану будівельних конструкцій (БК) на етапі передпроектної підготовки.

Предмет досліджень – можлива зміна напружено-деформованого стану (НДС) системи «основа-фундамент» будівель, що опинились в зоні впливу нового будівництва будинку 52А по вул. Артема в м. Києві.

Метод дослідження – системний аналіз проектної документації, інженерно-геологічних вишукувань та розрахунків, експертних оцінок, обчислювальних експериментів, що були проведені групою компаній девелоперсько-будівельного холдингу повного циклу – «ДІМ» для набуття інформації, що потрібна проектувальникам при розв'язанні задач забезпечення передумов надійності та безпеки ОБ на подальших етапах їх життєвого циклу, та інша робоча документація.

Мета

Метою роботи є підвищення рівню надійності моделювання впливу нового будівництва на оточуюче середовище шляхом впровадження моделей і методів нечіткої математики.

Задачі

Для досягнення мети сформовані такі задачі:

- дослідити процес моделювання додаткових осідань існуючих будівель оточуючої забудови;
- обґрунтувати доцільність застосування нечітких моделей і методів до моделювання впливів нового будівництва на оточуюче середовище;

– спроектувати систему оцінювання технічного стану будівельних конструкцій, яка призначена для моделювання зони впливу нового будівництва на передпроектній стадії будівництва.

Аналіз джерел вхідної інформації

На ділянці будівництва проектом передбачено зведення 14-ти поверхового житлового будинку з приміщеннями загального призначення і підземним паркінгом [1]. Будівництво було розпочато у 2008 р.

На етапі влаштування пального поля, у зв'язку зі зміною підрядної організації, змінено проект пального поля з частковою заміною набивних паль палями, що занурюються методом вдавлювання. Будівельні роботи припинені після зведення восьмого поверху. Заходи з консервації, захисту зведених БК від негативних впливів навколишнього середовища, гідроізоляційні, опоряджувальні роботи та зворотна засипка пазух котловану виконані не були.

Перед початком нового будівництва здійснено ремонт фундаментів, підвищення жорсткості. Для захисту основи будинку №52А від деформацій на час виконання робіт нульового циклу влаштовано «захисний екран» [2]. Повторну оцінку ТС будівлі №52А виконано році Державним підприємством «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» в 2016 [4].

Інженерно-геологічні вишукування на ділянці будівництва проведені ТОВ «Мастер-ГЕО» у 2015 році [3]. Прогнозування можливих змін напружено-деформованого стану (НДС) ґрунтової основи та ТС конструкцій ОЗ, а також розробка рекомендацій щодо зменшення негативних впливів нового будівництва здійснюється на основі чинних нормативних документів, даних науково-технічних досліджень і обчислювальних експериментів, які проводяться для оцінки додаткових осідань ОЗ на етапах завершення будівництва та експлуатації нової будівлі [5 – 7].

Виклад основного матеріалу

1. Характеристика об'єктів ОЗ

Згідно з [6, 2] в зону потенційного впливу нового будівництва потрапляють наступні будівлі:

- по вул. Артема, 52 Д (8 поверхів);
- по вул. Артема, 52 А, корпус 3;
- по вул. Артема, 44 (9 поверхів);
- по вул. Артема, 42 (5 поверхів);
- по пров. Бехтеревський, 7/11 (14 поверхів);
- по пров. Бехтеревський, 13а (4 поверхи);
- по пров. Бехтеревський, 5/1 (3 поверхи);
- по пров. Бехтеревський, 5 (3 поверхи).

Ситуаційна схема зони впливу новобудови по вул. Артема, 52А представлена на рис. 1.

Новобудова розташована в безпосередній близькості до будівлі № 52А і передає навантаження на основу через плитно-пальовий фундамент (рис. 2), проект і технологія влаштування якого описані в [2]. У зв'язку з цим в 2015 році зроблено розрахунки деформацій основи корпусу 3 будівлі №52А.

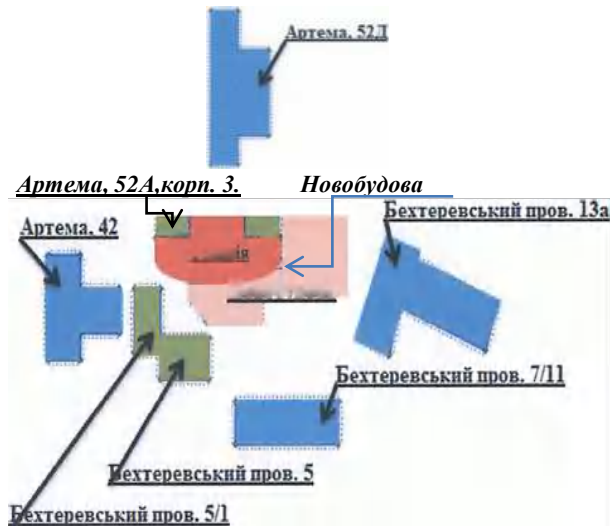


Рис. 1. Ситуаційна схема ділянки впливу новобудови/
Situation scheme of the area of influence of a new building

Результати розрахунків додаткових деформацій основи існуючої будівлі, що спричинені зведенням новобудови, показали, що навантаження на основу змінюють НДС ґрунтового масиву під існуючою будівлею, і спровоковані осіданням новобудови. Окрім того, додаткові та сумарні деформації основи будинку перевищують гранично допустимі значення, що визначені у відповідності до типу будівлі та її ТС [2, 5, 7]. На основі розрахунків зроблено висновок про вірогідне погіршення ТС корпусу 3 будинку №52А або його конструкцій при зведенні новобудови.

Рекомендовано розробити проект підсилення БК будинку №52А для забезпечення сприйняття ними додаткових зусиль, що виникнуть при нерівномірних деформаціях основи.

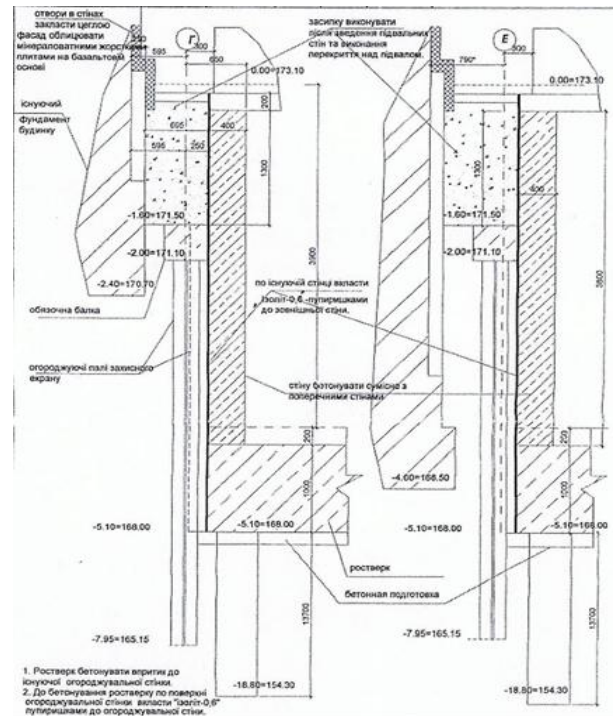


Рис. 2. Схема взаємного розміщення фундаментів будинку №52 А та новобудови/
The scheme of mutual placement of the foundations of the house № 52 А and new buildings

Дані про інші будівлі не були надані. Під час розрахунків приймалось, що всі будівлі, дані про фундаменти яких не надані, розташовані на фундаментах не глибокого закладання [2], а їх ТС приймається, як задовільний (І категорія).

Результати розрахунків деформацій основ фундаментів будинків, що потрапили в зону впливу новобудови, представлені в табл. 1.

Таблиця 1 (фрагмент)

Результати розрахунків деформацій основ фундаментів будинків оточуючої забудови
/Results of calculations of deformations of foundations of buildings surrounding construction

№ ОБ	Відстані від нового будівництва, м	Дані про фундаменти	Категорія ТС* за станом деформацій в конструкціях	Додаткові осідання (min/max), см	Допустимі додаткові осідання, см	Додаткова відносна різниця осідань	Допустима додаткова відносна різниця осідань
1	2	3	4	5	6	7	8
... На фундаменти діє власна вага конструкцій 8-поверхової будівлі (існуючий стан)							
52Д	~50	не надані	задовільний (I)	0,0/0,0	2,0	< 0,0001	0,003
52А	0,0750	проект підсилення	задовільний (II)	0,3/0,8	1,0	0,0005	0,0007
44	~25	стрічковий на залізобетонних подушках	задовільний (I)	0,02/0,06	2,0	0,00002	0,003
42	~20	стрічковий цегляний	задовільний (I)	0,02/0,11	2,0	0,00002	0,003
7/11	~40	стрічковий цегляний	задовільний (I)	0,02/0,03	2,0	< 0,0001	0,003
13а	~50 / ~16**	стрічковий цегляний	задовільний (I)	0,0/0,03	2,0	< 0,0001	0,003
5/1	~10	не надані	задовільний (I)	0,09/0,3	2,0	0,0001	0,003
5	~25	не надані	задовільний (I)	0,09/0,2	2,0	0,00008	0,003
На фундаменти діє власна вага конструкцій 18-поверхової будівлі (експлуатаційні навантаження) ...							

* – згідно з табл. 4 і 5 ВСН 490-87 [5];

** – відстань від паркінгу.

2. Інженерно-геологічні умови ділянки

За складністю інженерно-геологічних умов, гідно з [3], ділянка впливу належить до II категорії (середньої складності), несприятливі інженерно-геологічні процеси і явища відсутні.

Схема розташування інженерно-геологічних виробок представлена на рисунку 3.

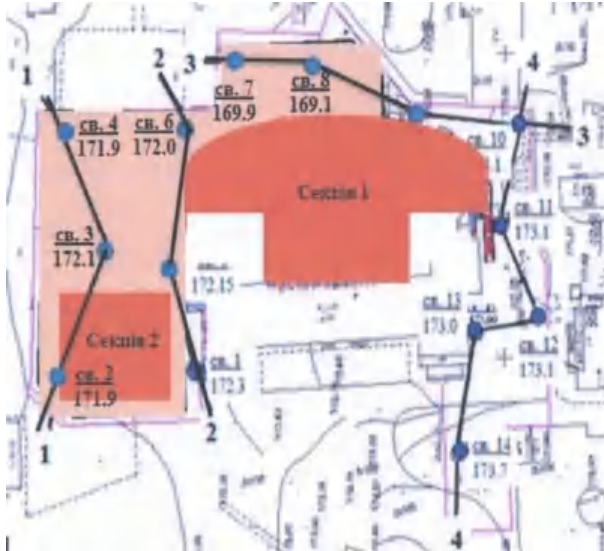


Рис.3. Схема розташування інженерно-геологічних виробок/. Scheme of location of engineering and geological excavations

За результатами даних бурових, спеціальних робіт і лабораторних досліджень з'ясовано, що геологічна будова зони впливу, на глибину 30 м, представлена четвертинними водно-льодовиковими відкладами, що містять в собі піски, супіски і суглинки, які залягають на «бурих» глинах нижньочетвертинно-неогенового віку, та з поверхні перекриті насипними ґрунтами різної потужності. Під глинами залягають каолінові суглинки, супіски та піски дрібні «полтавської» свити.

В геологічній будові зони впливу виділені наступні інженерно-геологічні елементи (ІГЕ) [3]:

ІГЕ-1 – насипний ґрунт – пісок, супісок, з включенням будівельного та побутового сміття, темно-сірий;

ІГЕ-2 – пісок дрібний, від мало вологого до насиченого водою, місцями з прошарками супіску, середньої щільності, кварцовий, світло-сірий та жовтувато-сірий;

ІГЕ-3 – супісок твердий, місцями з прошарками піску, світло-сірий, жовтувато-сірий;

ІГЕ-3а – супісок пластичний, місцями з прошарками піску, світло-сірий та жовтувато-сірий;

ІГЕ-4 – суглинок напівтвердий і туго пластичний, з прошарками піску, жовтувато-бурий та світло-коричневий;

ІГЕ-5 – суглинок м'яко пластичний, сірувато-жовтий;

ІГЕ-6 – глина буре напівтверда та тверда, в покрівлі місцями тріщини заповнені піском;

ІГЕ-7 – глина строката тверда, з прошарком вапнякових та залізо-марганцевих утворень до 1,4м, сірувато-жовта та сірувато-бура;

ІГЕ-7а – суглинок тугопластичний, світло-сірий та жовтувато-сірий;

ІГЕ-8 – суглинок тугопластичний, каолінистий, з тонкими прошарками піску, сірий і буровато-сірий;

ІГЕ-9 – супісок пластичний, каолінистий, з тонкими прошарками піску, світло-сірий;

ІГЕ-10 – пісок дрібний, насичений водою, щільний, кварцовий, світло-сірий та сірий.

Наведених в таблиці 1 даних і даних інженерно-геологічних виробок достатньо, щоб усвідомити необхідність обробки неповної і нечіткої текстової інформації засобами обчислювальної техніки. При цьому виникає ланцюг питань, відповідь на які можлива тільки після дослідження моделей і методів моделювання, які використовуються для імітації різних суперпозицій навантажень і впливів в системі «новобудова – оточуюче середовище».

3. Розрахунки впливу новобудови на ОЗ

Ступінь впливу нового будівництва на об'єкти ОЗ, як правило, обумовлені технологією робіт та якістю будівництва. При цьому, методи оцінки впливу орієнтовані на суворе дотримання всіх технологічних вимог до проведення робіт [6, 7].

Основними причинами деформацій існуючих будівель та споруд при виконанні поруч з ними будівельних робіт можуть бути:

- збільшення вертикальних напружень в основі під фундаментами оточуючої забудови;
- влаштування котлованів, зміна планувальних відміток.

Розрахунок додаткових деформацій основи будинку 52 А виконувався методом скінченних елементів з урахуванням сумісної роботи системи «ґрунтова основа – фундамент ОЗ – нова будівля» [2].

Для оцінки ступеню впливу будівництва на напружено-деформований стан основи існуючих будівель вирішено наступні задачі:

1) визначення зміни НДС ґрунтової основи під час розробки котловану;

2) визначення додаткових осідань фундаментів ОЗ, що знаходиться в зоні впливу будівництва після зведення 8-ми та 18-ти поверхів.

Оцінка зміни НДС системи «ґрунтова основа – фундамент ОЗ – новобудова» проводилось з урахуванням сумісної роботи елементів.

Оцінки НДС ґрунтового масиву виконувались ітераційним способом згідно з моделлю твердіючого тіла. Це гіперболічна модель пружно-пластичного типу, яка формується в рамках пластичності з твердінням при зсуві. Модель враховує також твердіння при стиску, щоб змоделювати незворотне ущільнення ґрунту при першому навантаженні стиском і призначена для моделювання піщаних та глинистих ґрунтів при складних траєкторіях навантаження. Просторова жорсткість існуючих будівель під час розрахунків не враховувалась.

На рис. 4 представлений приклад візуалізації одного з результатів моделювання.

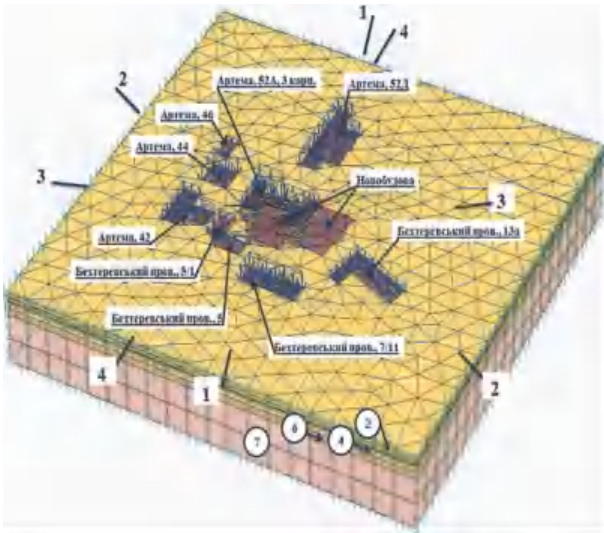


Рис. 4. Візуалізація напружено-деформованого стану системи «грунтова основа – фундамент оточуючої забудови – новобудова» / Scheme to calculate the stress-strain state of the system «Soil foundation – the foundation of the surrounding building - a new building»

Моделювання виконувалося з урахуванням всіх етапів реконструкції за наступними фазами [2]:

- 1 – гравітаційне навантаження масиву ґрунту;
- 2 – влаштування існуючих будівель;
- 3 – влаштування захисного шпунту для будівлі № 52А та розробка котловану до відмітки 169,0 м;
- 4 – влаштування пальового фундаменту нової будівлі та прикладання навантаження на фундаменти від 8-ми поверхів;
- 5 – прикладання навантаження на фундаменти від 18-ти поверхів.

Деякі відомості про систему оцінювання технічного стану будівельних конструкцій

На рис. 5 представлено схему впровадження системи оцінювання технічного стану (СОТС) будівельних конструкцій, яка призначена для моделювання зони впливу нового будівництва на його передпроектній стадії. Взаємодія СОТС з зовнішніми системами автоматизованого проектування (САПР) дозволить підвищити рівень надійності моделювання впливу нового будівництва на оточуюче середовище при створенні відповідної технічної документації та виборі найкращого технічного рішення [8, 10].

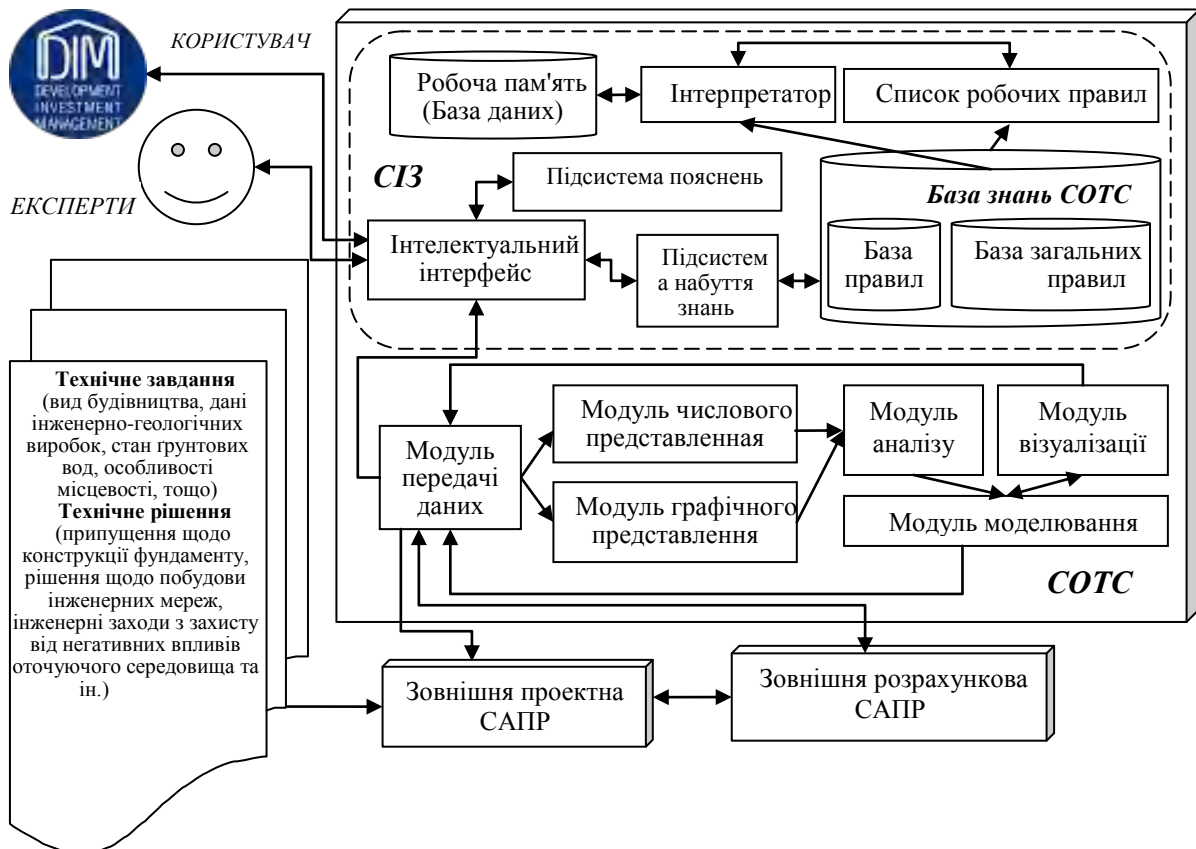


Рис. 5. Схема впровадження СОТС в процес проектування / The scheme of implementation SATC in design process

В [9] показана технологія управління базою правил, за допомогою якої побудовано нечітку базу знань для оцінки ТС залізобетонних конструкцій, та надані алгоритми налаштування параметрів і правил

користувачем і реалізація покрокової експертної підтримки..

Відмінність даної системи від попередньої, полягає в тому, що виведення, обґрунтування,

систематизація, збереження та застосування нечітких правил згідно з технічним завданням забезпечується системою інженерії знань (СІЗ), яка здійснює вибір методів набуття та подання знань, а також визначає архітектуру експертних систем за рахунок організації бази знань і схеми керування інтерпретатором даних.

Подальші дослідження планується спрямувати на розробку аналітичного забезпечення СІЗ, реалізація та впровадження якого розширить можливості систем автоматизованого проектування у напрямку зниження ризиків прийняття невірних конструктивних рішень при проектуванні за рахунок підвищення рівню автоматизації процесів моделювання та набуття знань.

Висновки

1. Проведені дослідження процесу моделювання зони впливу нового будівництва виявили низку проблем, що пов'язані зі складністю прогнозування великої кількості траєкторій ймовірнісних процесів, реалізація яких в реальних умовах можлива внаслідок впливу різних суперпозицій стохастичних факторів,

ступінь впливу кожного з яких в кожному окремому випадку визначається станом середовища. Ситуація ускладнюється наявністю нечітких текстових змінних типу «мало вологий», «тугопластичний», «жовтуватосірий», «сірувато-жовтий» і т.п.

2. Встановлено, що в даних умовах, паралельно зі сценарним і детермінованим підходами доцільно застосувати нечіткі моделі і методи нечіткої логіки, які призначені для обробки нечітких даних і моделювання процесів різного характеру в нечітких умовах та умовах невизначеності.

3. Запропонована система здатна аналізувати стохастичну інформацію, виконувати прогноз та формувати користувачеві пояснення логіки міркувань системи щодо отримання тих чи інших результатів. Впровадження системи, робота якої передбачає застосування нечітких моделей і методів, надасть можливість знизити ризи прийняття невірних технічних рішень на стадії передпроектної підготовки будівництва за рахунок підвищення рівню надійності моделювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ/ REFERENCES

1. Багатоповерховий житловий будинок з приміщеннями загального користування і підземним паркінгом по вул. Артема, 52а-52д, м. Києва / Робоча документація (шифр 12-03-09 КЖ 2): – Київ: СПД «О. П. Гхазали», 2009. – 28 с.
2. Визначення зони впливу нового будівництва, розташованого по вул. Артема, 52а, 52д в Шевченківському районі м. Києва: Звіт про науково-технічну роботу / ДП НДІБК. – Київ: 2016. – 33 с.
3. Інженерно-геологічні вишукування для коригування проекту будівництва багатоповерхового житлового будинку з приміщеннями загального користування і підземним паркінгом на вул. Артема, 52 а, 52 д в Шевченківському районі м. Києва: Науково-технічний висновок про інженерно-геологічні вишукування / ТОВ «Мастер-ГЕО». – Київ, 2015. – 35 с.
4. Оцінка технічного стану та експлуатаційної придатності адміністративної будівлі центрального інституту післядипломної освіти педагогічної освіти по вул. Артема, 52а корп. 3, що межує з ділянкою будівництва по вул. Артема, 52а в Шевченківському районі м. Києва: Звіт про науково-технічну роботу / ДП НДІБК. – Київ: 2016 – 48 с.
5. Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки: ВСН 490-87 – [Действительный с 1987-01-04] / Минмонтажспецстрой СССР – Москва, 1988 – 62 с. – (Всесоюзные санитарные нормы).
6. Система надійності та безпеки в буд-ві. Буд-во в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки: ДБН В. 1.2-12-2008. – [Чинний від 2009-01-01]. – Київ: ДП «Укравхбудінформ». 2009. – 34 с. – (Державні буд. норми України). <http://www.dbn.at.ua>. Назва з екрана. – Перевірено: 22.09.2017.
7. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН. В. 1.2.-2:2006. – [Чинний від 2007-01-01]. – Київ: Сталь. 2007. – 60 с. – (Державні буд. норми України)/ <http://www.dbn.at.ua>. Назва з екрана. – Перевірено: 22.09.2017.
8. Eastman C. et al. Building Information Modeling Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. – John Wiley & Sons, 2011. 611 p. (in English).
9. Terenchuk S. Implementation of Intelligent Information Technology for the Assessment of Technology for Condition of Building Structures in the Process of Diagnosis / S. Terenchuk, B. Yeremenko, T. Sorotuyk // Eastern European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 5/3(83), P. – 30-39. (in English).
10. Yeremenko B. Statistical Simulation of Accidental Loads in the Problems of Constructional Mechanics / B. Yeremenko, A. Pashko, S. Terenchuk // Advanced Materials Research. – 2015. – Vol 1122. – P. 249-252. (in English).

REFERENCES

1. CPD «О. П. Hkhazaly». *Bahatopoverkhovyi zhytlovyi budynok z prymishchenniamy zahalnoho korystuvannia i pidzemnym parkinhom po vul. Artema, 52a-52d, m. Kyieva.* [Subject of entrepreneurial activity SEA «O. P. Hkhazaly». Working documentation (code 12-03-09 KZH 2). A multistory dwelling house with common areas and underground parking on the street. Artema, 52a-52d, Kyiv]. Kyiv, 2009, 28 p. (in Ukrainian).
2. DP NDIBK. *Vyznachennia zony vplyvu novogo budivnytstva, roztashovanogo po vul. Artema, 52a v Shevchenkivskomu raioni m. Kyieva.* [State Enterprise «State Research Institute of Building Structures» SE SRIBS. Report on scientific and technical work. Determination of the zone of influence of the new construction, located on the street. Artema, 52a, 52d in the Shevchenkivsky district of Kyiv.]. Kyiv, 2016, 33 p. (in Ukrainian).
3. TOV «Master-HEO». *Inzhenerno-heolohichni vyshukuvannia dlia koryhuvannia proetu budivnytstva bahatopoverkhovoho zhytlovoho budynku z prymishchenniamy zahalnoho korystuvannia i pidzemnym parkinhom na vul. Artema, 52a, 52d v Shchevchenkivskomu raioni m. Kyieva.* [Scientific and technical conclusion about engineering-geological surveys. Engineering and

geological surveys for adjusting the construction of a multistory dwelling house with common areas and underground parking on the street. Artema, 52a, 52d in the Shevchenkivsky district of Kyiv]. Kyiv, 2015, 35 p. (in Ukrainian).

4. DP NDIBK. *Otsinka tekhnichnoho stanu ta ekspluatatsiinoi prydatnosti administratyvnoi budivli tseentralnoho instytutu pislidyplomnoi osvity pedahogichnoi osvity po vul. Artema, 52a, korp.3, shcho mezhuie z diliankoiu budivnytstva po vul. Artema 52a v Shevchenkivskomu raioni m. Kyieva* [State Enterprise «State Research Institute of Building Structures» SE SRIBS. Report on scientific and technical work. Estimation of the technical condition and operational suitability of the administrative building of the central postgraduate education institution of pedagogical education on the street. Artema Str. 52a From the border with the construction site on the street. Artema, 52a in the Shevchenkivskyi district of Kyiv]. Kyiv, 2016, 48 p. (in Ukrainian).

5. Minmontaspestroi SSSR. *Proektirovaniye i ustroystvo svaynykh fundamentov i shpuntovykh ograzhdeniy v usloviakh rekonstruksii promyshlennykh predpriyatyy i horodskoy zastroyki: VSN 490-87*. [All-Union sanitary norms. AUSN 490-87. Designing and installation of pile foundations and shinged fences in conditions of reconstruction of industrial enterprises and urban development]. Moscow, 1988, 62 p. (in Russian).

6. Ukrarkhbudinform. *Systema nadiinosti ta bezpeky v bud-vi. Bud-vo v umovakh ushchilненоi zabudovy*. [System of reliability and safety in the construction engineering. Bud-under conditions of condensed building]. *Vymohy bezpeky: DBN V. 1.2-12-2008*. [State construction norms of Ukraine. SCN. V.1.2-12-2008. Security requirements]. Kyiv, 2009, 34 p. Available at: <http://www.dbn.at.ua>. (in Ukrainian).

7. Stal. *Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivnykh ob'ektiv. Navantazhennia i vplyvy. Normy proektuvannia: DBN. V. 1.2.-2:2006*. [State construction norms of Ukraine. SCN V 1.2.-2.2006. System of reliability and safety of construction objects. Load and impact. Design standards]. Kyiv, 2007, 60 p. Available at: <http://www.dbn.at.ua> (in Ukrainian).

8. Eastman C. et al. *Building Information Modeling handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons, 2011, 611 p.

9. Terenchuk S., Yeremenko B. and Sorotuyk T. *Implementation of Intelligent Information Technology for the Assessment of Technology for Condition of Building Structures in the Process of Diagnosis. Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. 2016, Vol. 5/3(83), pp. 30-39.

10. Yeremenko B., Pashko A. and Terenchuk S. *Statistical Simulation of Accidental Loads in the Problems of Constructional Mechanics. Advanced Materials Research*. 2015, Vol. 1122, pp. 249-252.