

DOI: 10.32347/2076-815x.2022.79.45-56

УДК 624.151

к.т.н., доцент Білошицька Н.І.,  
beloshitska@ukr.net, ORCID: 0000-0002-8840-2885,  
Татарченко З.С., zyaka95@gmail.com, ORCID:0000-0003-4632-1363,  
Ревека А.В., 1295reveka456@gmail.com, ORCID:0000-0002-1672-4885,  
Лобко Д.І., dashakrendel17@gmail.com, ORCID:0000-0002-2340-7263,  
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

*Зроблено аналіз новітніх методів проведення контролю технічної експлуатації будівель та споруд. У спеціалістів з технічної експлуатації будівель і споруд з'явилися нові інструменти для більш точного визначення дефектів і технічного нагляду за будівлями та спорудами. Виникнення та розвиток ІТ технологій, зокрема використання методики математичного, комп'ютерного моделювання продемонстрував небачені раніше можливості всебічного та комплексного підходу до перевірки експлуатаційних якостей будівель. Більшість сучасних методів технічного обстеження будівель не вимагають істотних фінансових і трудових витрат, можливе безпосереднє їх виконання як при плануванні об'єкта, так і у процесі його експлуатації без зменшення несучої здатності конструкцій на відміну від класичних методів (візуального, візуально-інструментального тощо). Їх мета – це контроль технічного стану будівельних конструкцій і рання діагностика виникнення загроз для існування об'єкту. Комплексне використання цих методів на різних етапах життєвого циклу будівель підвищить їх термін експлуатації та комфортність і безпеку перебування в них.*

*Ключові слова: будівля; будівельна конструкція; контроль, технічна експлуатація; несуча здатність; технічне обстеження.*

**Постановка проблеми:** Сучасні особливості соціально-економічного розвитку в Україні призводять до збільшення темпів урбанізації та розширення густо населених міст, що зумовлює зростання об'ємів будівельного виробництва і проведення масштабного будівництва в крупних та найкрупніших містах. Це супроводжується постійним збільшенням складності будівельних об'єктів і умов, в яких здійснюється їх будівництво. Даний процес неминуче породжує нові завдання, пов'язані із забезпеченням безпечної життєдіяльності під впливом процесу будівництва на прилеглу забудову та існуючу інфраструктуру. Неналежна експлуатація та відсутність необхідних

заходів для забезпечення експлуатаційної придатності будівель, ненадійність застарілих методів та засобів технічного контролю може призвести до створення аварійного стану даних об'єктів. Огляд традиційних методів обстеження та будівельного контролю фасадів, застосовуваних на різних етапах процесу обстеження будівель і споруд, показав, що вони мають ряд недоліків – це насамперед зумовило безкомпромісну актуальність впровадження принципово нових комплексів автоматизованого моніторингу будівель. Найнеобхіднішими поміж них є системи моніторингу найбільш напружених елементів будівель, відмова або вихід з ладу яких може викликати катастрофічні наслідки.

**Метою роботи** є аналіз сучасних технологій для оцінки експлуатаційної придатності будівель і споруд.

**Об'єктом дослідження** є сучасні методи діагностики експлуатаційної надійності будівель і споруд.

**Основна частина.** Варто зазначити, що впровадженням сучасних технологій для оцінки придатності будівель і споруд займалися С.В. Григоровський П.Є. [1, 7-9, 15], Бондаренко [2], Барашиков А.Я. [3, 4], Горбатюк Є.В [5], Михайленко В.М. [10-14], Терентьев О.О. [6, 12], Шабала Є.Є. [14, 16] та інші.

Технічне обстеження будівель і споруд є окремим видом будівельної діяльності. Необхідність технічного обстеження викликана фізичним і моральним зношуванням будівельних конструкцій і зміною умов експлуатації, а також відсутністю в будівельних нормах у явному вигляді урахування фактору часу. Забезпечення працездатності конструкцій на конкретний момент існування вимагає комплексу заходів, що відрізняються від проектування, виготовлення та монтажу будівельних елементів, пов'язаних зі створенням у виробничих будівлях і спорудах нормальних умов життєдіяльності підприємств і насамперед безпеки процесу експлуатації.

Оцінка експлуатаційних характеристик будівель і споруд має ряд особливостей порівняно з експлуатаційними спостереженнями за обладнанням машинобудування, приладобудування, літакобудування тощо. До таких особливостей належать: величезна різноманітність конструктивних форм, що ускладнюють виробіток єдиних підходів; значна невизначеність розрахункових моделей, пов'язана з імовірнісним характером матеріалів і умовами експлуатації. У більшості випадків працездатність конструктиву не може бути перевірена прямими методами.

В ході проведення технічної діагностики зазвичай використовують наступні класичні методи обстеження: візуальний, візуально-інструментальний, неруйнівний. Наприклад, Григоровський П.Є [7] у своїй роботі робить акцент

на те, що ці підходи діагностики носять переважно локальний, руйнівний характер та спираються, в першу чергу, на візуальний та міцнісний методи контролю. Виконуючи локальний контроль, можна не визначити головний механізм та причини вразливості об'єкту до впливу можливих навантажень. Оптимальною схемою діагностики пропонується відтворення на реальному об'єкті з реальними умовами впливу проєктованих навантажень, або пропорційно зменшених навантажень в межах чутливості апаратури. Ці методи мають доволі обмежені можливості у виявленні динамічних навантажень, бо вони є, як відомо, найбільш небезпечними та найменш вивченими навантаженнями, і потребують використання сучасних комп'ютерних технологій для постійного моніторингу стану існуючих будівель та споруд.

Також слід визнати, що сучасні методи визначення категорії деформаційного (технічного) стану конструкцій будівель, що ґрунтуються на традиційному їх обстеженні і успішно використовуються для звичайних будівель і споруд, але економічно малоприсадатні для висотних будівель в силу надмірної трудомісткості і високої вартості виконання великого об'єму обстежень. Окрім того, що візуально-інструментальне обстеження є деструктивним, так як у спорудах будівельних конструкцій відбираються зразки матеріалів для випробування в лабораторних умовах. Таке обстеження в умовах експлуатації не завжди є прийнятним, бо може призвести до зменшення несучої здатності конструкцій.

У зв'язку з цим для висотних будівель виникає необхідність попереднього виявлення (ранньої діагностики) змін напружено-деформованого стану конструкцій і локалізації місць такої зміни з використанням інших методів, не пов'язаних з прямим доступом до несучих конструкцій і не вимагаючих істотних фінансових і трудових витрат для реалізації. Для таких цілей пропонуються та вже успішно використовуються динамічні методи зондування будівель і споруд. Вони ґрунтуються на вимірюванні періодів і логарифмічних декрементів власних коливань несучих конструкцій. Ця методика ґрунтується на аналізі зміни передатних функцій, побудованих для різних за висотою ділянок будівлі.

Загалом, актуальність проблеми моніторингу і останні тенденції інтенсивного будівництва в Україні будівельних об'єктів, зокрема загальножитлового значення, зумовили необхідність створення нових елементів забезпечення конструктивної безпеки, що давали б більш чітку картину дефектного стану будівлі порівняно з уже існуючими. Одними з таких нових елементів є автоматизовані системи моніторингу і прогнозу технічного стану будівель і споруд.

Міхайленко В.М [16] відзначає, що завдання і етапи створення системи моніторингу визначаються таким чином, щоб максимально забезпечити відповідність основній меті системи моніторингу: контроль технічного стану будівельних конструкцій і рання діагностика виникнення небезпечних чинників, загрозливих механічній безпеці об'єкту.

Для досягнення вказаної мети при створенні системи моніторингу мають бути вирішені наступні завдання:

- розробка моделі загроз;
- виявлення особливостей конструктивних рішень об'єкту;
- визначення складу контрольованих елементів;
- визначення складу контрольованих параметрів;

Відповідно до встановленої практики і вимог нормативно-методичних документів, система моніторингу технічного стану будівель розробляється на стадії проєктування, встановлюється на етапі будівництва і використовується на етапі будівництва і експлуатації для контролю стану будівельних конструкцій.

На етапі проєктування визначають модель загроз, реалізація яких може викликати погіршення технічного стану об'єкту. Модель загроз розробляється виходячи з місця розташування об'єкту (кліматичних і геологічних умов), конструктивних особливостей, функціонального призначення. При описі моделі загроз наводяться дані про можливі навантаження на проєктований об'єкт. Модель загроз може включати наступні види природних і техногенних навантажень:

- сейсмічне (вібраційне);
- снігове;
- вітрове;
- експлуатаційне (навантаження від устаткування, людей);
- кліматичне.

На підставі моделі загроз визначають склад контрольованих параметрів, правила обробки і критерії оцінки технічного стану об'єкту.

Для визначення розрахункових (допустимих) значень контрольованих параметрів розробляється математична і комп'ютерна модель об'єкту з використанням сучасних засобів кінцево-елементного аналізу (ANSYS, Ліра, MicroFe та ін.).

На підставі складу контрольованих параметрів має бути визначений конкретний склад вимірюваних фізичних величин (деформації, коливання, тиски та ін.) і устаткування системи моніторингу. На етапі будівництва здійснюють установку устаткування системи моніторингу (датчики деформації, тиску, температури, акселерометри, тахеометри, датчики акустичної емісії). В

процесі будівництва здійснюють моніторинг з використанням встановленого устаткування, результати якого порівнюють з отриманими значеннями контрольованих параметрів на основі математичного моделювання. Після закінчення будівництва має бути перевірена адекватність математичної моделі (при необхідності вона має бути відкоригована) і уточнені правила обробки результатів моніторингу і критерії ухвалення рішень (при необхідності). Тому цей новаційний метод експлуатаційного параметру є більш ефективним та комплексним, оскільки дозволяє прогнозувати можливі деформації вже на етапі планування будівництва, виходячи з широкого кола вихідних параметрів, у той час як стандартні методи роблять такий аналіз лише постфактум.

Метод регресійного аналізу призначений для виявлення і прогнозу негативних змін. Функціонування системи моніторингу технічного стану несучих конструкцій дозволяє відстежувати зміну поточного стану будівлі і накопичувати відповідний інформаційний банк даних. Результати роботи системи моніторингу є базою для здійснення прогнозу технічного стану об'єкту. Використання регресійного аналізу дає можливість виявляти трендові залежності зміни контрольованих параметрів і прогнозувати зміну контрольованого параметра на заданій часовій інтервал з метою визначення майбутнього технічного стану об'єкту. Використання методів математичного моделювання і прогнозних значень контрольованих параметрів, отриманих шляхом регресійного аналізу, дозволяє здійснити прогноз майбутнього стану об'єкту у разі, якщо не будуть прийняті заходи із запобігання розвитку негативних процесів, що викликають зміну значень контрольованих параметрів. Для визначення майбутнього технічного стану об'єкту з усієї сукупності контрольованих параметрів можуть бути узяті найбільш мінливі до перебігу негативних процесів параметри, наприклад, параметр – крен фундаментної плити будівлі. Далі за цими параметрами визначають їх тренди (наприклад, тренд зміни крену з часом), екстраполюють трендові значення параметрів на заданій часовій інтервал (наприклад, прогнозують, яким буде крен через 5 років, ґрунтуючись на поточній швидкості його зміни) і визначають на основі даних екстраполяції параметрів прогнозні розрахункові значення параметрів (деформації, частоти, переміщення та ін.), що залишилися, за результатами математичного моделювання. Таким чином визначається уся сукупність прогнозних значень контрольованих параметрів і, порівнюючи їх з гранично допустимими значеннями, здійснюється оцінка майбутнього стану будівлі.

Метод багатофакторного аналізу виявлення і прогнозу технічного стану будівельних об'єктів є напрямом математичної статистики і ґрунтується на виявленні із статистичних даних загальних чинників, які найсильніше їх представляють. Одним з різновидів багатофакторного аналізу є метод головних



компонентів, що ґрунтується на аналізі коваріаційної матриці статистичних даних, обчисленні власних значень і векторів.

Коваріаційна матриця є мірою взаємозв'язку статистичних даних; обчислення власних векторів коваріаційної матриці дозволяє визначити нові змінні (чинники), які якнайповніше описують набір початкових даних. Новою сферою застосування багатofакторного аналізу є моніторинг будівельних об'єктів. Системи моніторингу будівель здійснюють реєстрацію і запис статистичних даних, що є зміною контрольованих параметрів з часом. Ці статистичні дані підлягають подальшій обробці з метою отримання інформації про зміну і прогноз напружено-деформованого стану будівельного об'єкту.

Аналіз коваріаційної матриці контрольованих параметрів вигідно відрізняється від звичайних руйнівних і не руйнівних методів моніторингу тим, що дозволяє судити про взаємозв'язок змін одних контрольованих параметрів або груп контрольованих параметрів відносно інших, а також виділити загальні чинники, відповідальні за такі взаємозв'язки. Аналіз коваріаційної матриці і контроль виділених чинників дозволяють вже на новому рівні судити про зміну напружено-деформованого стану будівлі, про надійність роботи датчиків системи моніторингу і точності реєстрації параметрів. Наприклад, деякі чинники можуть відповідати за напружено-деформований стан будівельних конструкцій або окремо взятих конструктивних елементів, і зміна цих чинників свідчатиме про зміну напружено-деформованого стану відповідних будівельних конструкцій. Виділення і контроль зміни чинників дозволить також скоротити об'єм оброблюваною системою моніторингу інформації, тим самим спростивши аналіз інформації та складність системи.

Додатковим і доречним в сучасних умовах розвитку будівельної галузі, стає використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА). У сучасному світі вони набувають все більшого поширення в різних сферах технічної та будівельної діяльності. Легкі мультироторні БПЛА – це дрони, оснащені різним устаткуванням. Практичними результатами застосування БПЛА є вирішення питань обстеження, виконання обмірних робіт, будівельного контролю та спостереження за ремонтом і посиленням будівель і споруд. Порівняно зі звичайним візуальним методом оцінки пошкодження будівлі, БПЛА дозволяють надати більш широку картину за рахунок здатності діставатися до тих частин будівель де звичайний зір людини може не побачити критичний дефект будинку. Це також дуже скорочує сам процес обстеження та вимагає значно менші витрати зусиль.

Також, окремі фотографії можуть бути оброблені методом фотограмметрії, що істотно розширює можливості застосування. Під фотограмметрією в даному випадку розуміється процес автоматизованої обробки декількох фотографій

об'єкта, результатом якого є обчислення розмірів і положення його в просторі і побудова тривимірної віртуальної моделі. Такий метод дозволяє використовувати фотографії об'єкта як основу для отримання широкого спектру оброблених матеріалів, таких як полігональні моделі і ортофотоплани. Даний підхід працездатний і дає необхідну точність при обмірюваннях недоступних об'єктів.

Однак, необхідно також відзначити, що цей інструмент не позбавлений певної кількості недоліків, що можуть стати на заваді їх ефективному використанню. Практика використання дронів наглядно продемонструвала, що цей метод має ряд недоліків, головний з яких – це спрощене графічне представлення об'єкта на кресленні. Ряд завдань передбачає не тільки наявність контурів конструкцій, але також відображення текстури і зовнішнього вигляду. Таку можливість дає використання лазерного сканування з побудовою тривимірної текстурованої моделі. При якісно виконаній зйомці і обробці з високою деталізацією точність у розмірах моделі будівлі становить 1-2 см, що достатньо для більшості завдань в обстеженні фасадів.

Більшість сучасних методів технічного обстеження будівель не вимагають істотних фінансових і трудових витрат, можливе безпосереднє їх виконання як при плануванні об'єкта, так і у процесі його експлуатації без зменшення несучої здатності конструкцій на відміну від класичних методів (візуального, візуально-інструментального тощо). Їх мета – це контроль технічного стану будівельних конструкцій і рання діагностика виникнення загроз для існування об'єкту. Комплексне використання цих методів на різних етапах життєвого циклу будівель підвищить їх термін експлуатації та комфортність і безпеку перебування в них.

**Висновок:** у дослідженні були наведені та всесторонньо проаналізовані новітні методи за контролем технічної експлуатації будівель та споруд. У спеціалістів з технічної експлуатації будівель і споруд з'явилися нові інструменти для більш точного визначення дефектів і технічного нагляду за будівлями та спорудами. Виникнення та розвиток, у першу чергу технологій ІТ, зокрема використання методики математичного, комп'ютерного моделювання продемонстрував небачені раніше можливості всебічного та комплексного підходу до перевірки експлуатаційних якостей будівель, що безумовно покращить майбутній облік урбаністики міст. Суттєвим є також збільшення рівня безпеки людей. БПЛА та різноманітні датчики також дозволяють набагато зручніше і швидше проводити роботи з технічної експлуатації.

### Список використаної літератури

1. Григоровський П.Є. Будівельно-інформаційні моделі та методи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві: монографія / П.Є. Григоровський. – К.: ЦП «Компринт», 2019. – 225 с.
2. ДСТУ-Н Б А.1.3-1:2016. Визначення параметрів будівель, споруд і території забудови: [Чинний з 2017.04.01]. Галінський О., Григоровський П., Косолап Л., Чуканова Н. та ін. – Київ: ДП «УкрНД-НЦ», 2017. – 15 с. (Національний стандарт України).
3. Барашиков А.Я. Технічна експлуатація будівель і міських територій: Підручник / А.Я. Барашиков, В.О. Гомілко, О.М. Малишев. – К.: Вища шк, 2000. – 112 с.
4. Барашиков А.Я. Оценка технического состояния строительных конструкций, зданий и сооружений / А.Я. Барашиков, О.М. Малышев. – К.: НМЦ Держнаглядочоронпраці України, 1998. – 23 с.
5. Бойко М.Д. Техническое обслуживание, ремонт зданий и сооружений: Учебн. пособие для вузов / М.Д. Бойко. – М.: Стройиздат, 1986. – 256 с.
6. Гайна Г.А. Інформаційна технологія управління життєвим циклом будівель. / Г.А. Гайна, П.М. Яцик, О.О. Терентьєв, Р.В. Ластівка, О.Б. Полторак // Нові технології в будівництві. – К.: НДІБВ, 2009. - С.132-134.
7. Григоровський П.Є. Автоматизація розрахунку вартості робіт з обстеження технічного стану будівель і споруд / П.Є. Григоровський, С.В. Сушко, М.Є. Заблоцька, Б.П. Потопаєв // Будівельне виробництво. – К.: НДІБВ, 2001. – С. 48-51.
8. Григоровський П.Є. Досвід та проблеми обстеження і паспортизації / П.Є. Григоровський, Ю.Г. Тромса, О.В. Чуканов, С.В. Сушко // Нові технології у будівництві. – К.: ДІБВ, 2002. – С. 65-69.
9. Григоровський П.Є. Розробка інформаційної технології системи проектування і розміщення обладнання на дитячих майданчиках / П.Є. Григоровський, О.О. Терентьєв // Нові технології в будівництві, – К.: НДІБВ, 2016. – С. 3-7.
10. Міхайленко В.М. Інформаційна технологія оцінки технічного стану елементів будівельних конструкцій із застосуванням нечітких моделей /В.М. Міхайленко, О.О. Терентьєв, Б.М. Єременко // Строительство, материаловедение, машиностроение, сб. науч. трудов под общей редакцией профессора В.И. Большакова. – Днепропетровск, 2013. – Вып. 70. – С. 133-141.
11. Міхайленко В.М. Обробка експериментальних результатів роботи експертної системи для задачі діагностики технічного стану будівель /В.М. Міхайленко, О.О. Терентьєв, Б.М. Єременко // Строительство,



материаловедение, машиностроение, сб. науч. трудов под общей редакцией профессора В.И. Большакова. – Днепропетровск, 2014. – С. 190-195.

12. Міхайленко В.М. Експериментальні дослідження та реалізація інформаційної системи тестування нейронної мережі для задачі діагностики технічного стану будівель / В.М. Міхайленко, О.О. Терентьєв, Є.Є. Шабала, О.С. Турушев // Управління розвитком складних систем. – К.: КНУБА, 2016. – С. 139-144.

13. Міхайленко В.М. Побудова діагностичних моделей основних конструкцій будівель / В.М. Міхайленко, О.О. Терентьєв, Є.Є. Шабала, О.І. Баліна, О.В. Доля // Управління розвитком складних систем. – К.: КНУБА, 2016. – С. 155-159.

14. Міхайленко В.М. Аналіз сучасних інформаційних методів системи діагностики технічного стану будівель / В.М. Міхайленко, О.О. Терентьєв, Є.Є. Шабала // Управління розвитком складних систем. – К.: КНУБА, 2017. – С. 136-143.

15. Моделі і методи системи діагностики технічного стану будівель: монографія / А.О. Білощицький, П.Є. Григоровський, О.О. Терентьєв // – К: ЦП «Компринт», 2015. – 232 с.

16. Моделі, методи та інформаційна технологія діагностики технічного стану будівельних конструкцій і споруд: монографія /В.М. Міхайленко, О.О. Терентьєв, Є.Є. Шабала, К.І. Київська, Є.В. Горбатюк. – К: ЦП «Компринт», 2017. – 161 с.

к.т.н., доцент **Белошицкая Н.И.**,

**Татарченко З. С., Ревека А.В., Лобко Д.И.**,

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля.

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

В статье произведен анализ современных методов контроля технической эксплуатации зданий и сооружений. Техническое обследование зданий и сооружений является отдельным видом строительной деятельности. Необходимость технического обследования вызвана физическим и моральным износом строительных конструкций и изменением условий эксплуатации, а также отсутствием в строительных нормах в явном виде учета фактора времени. Обеспечение работоспособности конструкций на конкретный момент существования требует комплекса мер, отличающихся от проектирования, изготовления и монтажа строительных элементов, связанных с созданием в

производственных зданиях и сооружениях нормальных условий жизнедеятельности предприятий и прежде всего безопасности процесса эксплуатации.

У специалистов по технической эксплуатации зданий и сооружений появились новые инструменты для более точного определения дефектов и надзора за зданиями и сооружениями. Возникновение и развитие IT технологий, в частности, использование методики математического, компьютерного моделирования продемонстрировало невиданные ранее возможности всестороннего и комплексного подхода к проверке эксплуатационных качеств зданий. Большинство современных методов технического обследования зданий не требуют существенных финансовых и трудовых затрат, возможно непосредственное их выполнение как при планировании объекта, так и в процессе его эксплуатации без уменьшения несущей способности конструкций в отличие от классических методов (визуального, визуально-инструментального и т.п.). Их цель – это контроль технического состояния строительных конструкций и ранняя диагностика возникновения угроз существованию объекта. Комплексное использование этих методов на разных этапах жизненного цикла зданий повысит их срок эксплуатации и комфортность и безопасность пребывания в них.

Ключевые слова: здание; строительная конструкция; контроль; техническая эксплуатация; несущая способность; техническое обследование.

Ph.D., Associate Professor **Biloshytska Nataliia,**  
**Tatarchenko Zakhar, Reveka Artem, Lobko Daria,**  
Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

## **ANALYSIS OF MODERN METHODS FOR TECHNICAL SURVEY OF BUILDINGS AND STRUCTURES**

The article analyzes modern methods for monitoring the technical operation of buildings and structures. Technical inspection of buildings and structures is a separate type of construction activity. The necessity for a technical survey is caused by the physical and moral deterioration of building structures and changes of terms of use, as well as the absence in building codes of an explicit account of the time factor. Ensuring the operability of structures at a specific moment of existence requires a set of measures that differ from the design, manufacture and installation of building elements associated with the creation of normal conditions for the life of enterprises in industrial buildings and structures and, above all, the safety of the operation process.

Specialists in the technical operation of buildings and structures have new tools for more accurate determination of defects and supervision of buildings and structures. The emergence and development of IT technologies, in particular, the use of mathematical, computer modeling techniques have demonstrated unprecedented opportunities for a comprehensive approach to testing the performance of buildings. Most modern methods of technical inspection of buildings do not require significant financial and labor costs; they can be directly implemented both during the planning of the facility and during its operation without reducing the bearing capacity of structures, unlike classical methods (visual, visual-instrumental, etc.). Their goal is to control the technical condition of building structures and early diagnosis of threats to the existence of the object. The integrated use of these methods at different stages of the life cycle of buildings will increase their service life and the comfort and safety of staying in them.

Key words: building; building structure; control; technical operation; bearing capacity; technical inspection.

## REFERENCES

1. Hryhorovskiy P.Ie. Budivelno-informatsiini modeli ta metody formuvannia orhanizatsiino-tekhnologichnykh rishen instrumentalnykh vymiriuvan v budivnytstvi: monohrafiia / P.Ie. Hryhorovskiy. – K.: TsP «Komprynt», 2019. – 225 s. {in Ukrainian}
2. DSTU-N B A.1.3-1:2016. Vyznachennia parametriv budivel, sporud i terytorii zabudovy: [Chynnyi z 2017–04–01]. Halinskyi O., Hryhorovskiy P., Kosolap L., Chukanova N. ta in. – Kyiv: DP «UkrND-NTs», 2017. – 15 s. (Natsionalnyi standart Ukrainy). {in Ukrainian}
3. Barashkov A.Ya. Tekhnichna ekspluatatsiia budivel i miskykh terytorii: Pidruchnyk / A.Ya. Barashkov, V.O. Homilko, O.M. Malyshev. – K.: Vyshcha shk, 2000. – 112 s. {in Ukrainian}
4. Barashkov A.Ia. Otsenka tekhnicheskoho sostoiannya stroytelnykh konstruktsiy, zdanyi y sooruzheniy / A.Ia. Barashkov, O.M. Malyshev. – K: NMTs Derzhnahliadokhoronpratsi Ukrainy, 1998. – 23 s. {in Russian}
5. Boiko M.D. Tekhnicheskoe obsluzhyvanye, remont zdanyi y sooruzheniy: Uchebn. posobye dlia vuzov / M.D. Boiko. – M.: Stroiyzdat, 1986. – 256. {in Russian}
6. Haina H.A. Informatsiina tekhnolohiia upravlinnia zhyttievym tsyklom budivel. / H.A. Haina, P.M. Yatsyk, O.O. Terentiev, R.V. Lastivka, O.B. Poltorak // Novi tekhnolohii v budivnytstvi. – K.: NDIBV, 2009. - S.132-134. {in Ukrainian}
7. Hryhorovskiy P.Ie. Avtomatyzatsiia rozrakhunku vartosti robiz z obstezhennia tekhnichnoho stanu budivel i sporud / P.Ie. Hryhorovskiy, S.V. Sushko, M.Ie.

Zablotska, B.P. Potopaiev // *Budivelne vyrobnytstvo*. – K.: NDIBV, 2001. – S. 48-51. {in Russian}

8. Hryhorovskiy P.Ie. Dosvid ta problemy obstezhennia i pasportyzatsii / P.Ie. Hryhorovskiy, Yu.H. Tromsa, O.V. Chukanov, S.V. Sushko // *Novi tekhnolohii u budivnytstvi*. – K.: DIBV, 2002. – S. 65-69. {in Ukrainian}

9. Hryhorovskiy P.Ie. Rozrobka informatsiinoi tekhnolohii systemy proektuvannia i rozmishchennia obladnannia na dytiachykh maidanchykakh / P.Ie. Hryhorovskiy, O.O. Terentiev // *Novi tekhnolohii v budivnytstvi*, – K.: NDIBV, 2016. – S. 3-7. {in Ukrainian}

10. Mikhailenko V.M. Informatsiina tekhnolohiia otsinky tekhnichnoho stanu elementiv budivelnykh konstruksii iz zastosuvanniam nechitkykh modelei / V.M. Mikhailenko, O.O. Terentiev, B.M. Yeremenko // *Stroytelstvo, materyalovedenye, mashynostroenye*, sb. nauch. trudov pod obshechi redaktsyei professora V.Y. Bolshakova. – Dnepropetrovsk, 2013. – Vyp. 70. – S. 133-141. {in Ukrainian}

11. Mikhailenko V.M. Obrobka eksperymentalnykh rezultativ roboty ekspertnoi systemy dlia zadachi diahnostryky tekhnichnoho stanu budivel / V.M. Mikhailenko, O.O. Terentiev, B.M. Yeremenko // *Stroytelstvo, materyalovedenye, mashynostroenye*, sb. nauch. trudov pod obshechi redaktsyei professora V.Y. Bolshakova. – Dnepropetrovsk, 2014. – S. 190-195. {in Ukrainian}

12. Mikhailenko V.M. Eksperymentalni doslidzhennia ta realizatsiia informatsiinoi systemy testuvannia neuronnoi merezhi dlia zadachi diahnostryky tekhnichnoho stanu budivel / V.M. Mikhailenko, O.O. Terentiev, Ye.Ie. Shabala, O.S. Turushev // *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. – K.: KNUBA, 2016. – S. 139-144. {in Ukrainian}

13. Mikhailenko V.M. Pobudova diahnostrychnykh modelei osnovnykh konstruksii budivel / V.M. Mikhailenko, O.O. Terentiev, Ye.Ie. Shabala, O. I. Balina, O.V. Dolia // *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. – K.: KNUBA, 2016. – S. 155-159. {in Ukrainian}

14. Mikhailenko V.M. Analiz suchasnykh informatsiinykh metodiv systemy diahnostryky tekhnichnoho stanu budivel / V.M. Mikhailenko, O.O. Terentiev, Ye.Ie. Shabala // *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. – K.: KNUBA, 2017. – S. 136-143. {in Ukrainian}

15. Modeli i metody systemy diahnostryky tekhnichnoho stanu budivel: monohrafiia / A.O. Biloshchytskyi, P.Ie. Hryhorovskiy, O.O. Terentiev // – K: TsP «Komprynt», 2015. – 232 s. {in Ukrainian}

16. Modeli, metody ta informatsiina tekhnolohiia diahnostryky tekhnichnoho stanu budivelnykh konstruksii i sporud: monohrafiia / V.M. Mikhailenko, O.O. Terentiev, Ye.Ie. Shabala, K.I. Kyivska, Ye.V. Horbatiuk. – K: TsP «Komprynt», 2017. – 161 s. {in Ukrainian}