

ТРИКОЗ Л. В., д-р техн. наук (Український державний університет залізничного транспорту),
ПЛУГІН Ант. А., аспірант,
ЧАЛА Л. Е., канд. техн. наук (Харківський національний університет радіоелектроніки),
ГЕРАСИМЕНКО О. С., канд. техн. наук (Український державний університет залізничного транспорту),
КОНЄВ В. В., інженер (Виробничий підрозділ Харківського територіального управління філії «Центр будівельно-монтажних робіт та експлуатації будівель і споруд» ПАТ «Укрзалізниця»)

Передумови інтелектуального управління змінами експлуатаційних властивостей будівельних об'єктів за допомогою автономних комп'ютерних систем

Стаття присвячена вибору засобів, що дозволяють забезпечити функціонування автономної комп'ютерної системи інтелектуального управління змінами експлуатаційних властивостей будівельних об'єктів. Показано, що більшість таких систем є системами моніторингу стану і не призначені для вироблення рішень з відновлення втрачених експлуатаційних властивостей і реалізації таких рішень, тобто управління змінами. Розробка схем автономної комп'ютерної системи інтелектуального управління змінами експлуатаційних властивостей будівельних об'єктів дозволить усунути суб'єктивний фактор та знизити ризик прийняття неправильного рішення. За основні складові розробленої системи прийнято: контрольовані параметри, що визначають експлуатаційні якості та їх збереження в часі (датчики і т.п.); засоби контролю параметрів, що визначають експлуатаційні якості та їх збереження в часі (датчики і т.п.); виконавчі механізми з управління змінами конструкцій і частин будівель і споруд.

Ключові слова: інтелектуальне управління, система моніторингу, автономна комп'ютерна система.

Вступ

Будівельні об'єкти – будівлі та споруди – зводяться на ґрунтових основах і складаються із будівельних конструкцій, виготовлених із будівельних матеріалів. У транспортному і гідротехнічному будівництві зводиться значна кількість земляних споруд – насипів, виїмок, гребель, дамб. На момент введення будівельного об'єкта в експлуатацію і протягом експлуатації показники експлуатаційних властивостей (якостей) його основ, фундаментів, конструкцій повинні відповідати певним вимогам, які забезпечують безпечну експлуатацію, надійність і призначену довговічність об'єкта [1, 2].

Протягом експлуатації будівельного об'єкта в результаті впливу експлуатаційних навантажень й агресивних чинників різної природи його експлуатаційні властивості змінюються (погіршуються) [3÷6], тому за будівлями і спорудами здійснюють нагляд у ході весняних, осінніх і позапланових оглядів, а також обстежень. При нагляді діагностують зміни експлуатаційних властивостей, порівнюють їх з нормованими величинами і за результатами порівняння призначають і проводять технічне обслуговування, поточні та капітальні ремонти з відновлення втрачених експлуатаційних

властивостей, тобто керують змінами. Управління цими змінами є складним процесом порівняння поточних і нормованих показників експлуатаційних властивостей, генерування варіантів їх відновлення, їх порівняння і вибору оптимального варіанта за якимось критерієм, який також призначається в процесі управління, тобто є інтелектуальним. Реалізація обраного варіанта також може ієрархічно містити процедури генерування й вибору варіантів конструктивно-технологічних рішень, матеріалів і т.п.

Процедури нагляду і призначення заходів з відновлення експлуатаційних властивостей досить трудомісткі, вимагають високої кваліфікації працівників, крім того їм властиві помилки внаслідок людського фактора. Усунути ці недоліки дозволить розробка і впровадження автономних комп'ютерних систем, що містять комп'ютер з програмним забезпеченням, систему датчиків контролю експлуатаційних властивостей основ, фундаментів, конструкцій, які керуються комп'ютером і передають йому дані, виконавчі механізми відновлення експлуатаційних властивостей. Однак більшість сформованих систем управління змінами експлуатаційних властивостей будівельних об'єктів є

© Л. В. Трикоз, Ант. А. Плуґін, Л. Е. Чала, О. С. Герасименко, В. В. Конєв, 2017

поєднанням інтелектуального моніторингу їх стану з суб'єктивним вибором оператором засобів управління змінами експлуатаційних властивостей будівельних об'єктів і їх реалізацією із застосуванням традиційних будівельних технологій.

Аналітичний огляд систем моніторингу стану споруд

Досить досконалою, насиченою незалежними методами контролю експлуатаційних властивостей будівельного об'єкта, є система моніторингу споруд елеваторного комплексу [7]. Ця система призначена для безперервного автоматизованого контролю стану споруд контрольованого об'єкта – фундаментів і сталевих силосів. Одночасно контролюються: рівень ґрунтових вод; осідання фундаментів; цілісність

фундаментів; крен резервуарів. Система містить чотири незалежних автоматизованих підсистеми (рис. 1): гідрологічного моніторингу ґрунтових вод; геодезичного контролю; моніторингу деформацій; моніторингу нахилу споруд. Структурні елементи системи: пристрої моніторингу і збору інформації (датчики); засоби обміну інформацією (кабелі, протоколи узгоджень); пристрої обробки та фіксації інформації (пристрої реєстрації, сервери). Дані від датчиків підсистем надходять на сервер збору даних, де відбувається обробка, зберігання і візуалізація даних. За допомогою спеціалізованого програмного забезпечення віддалений користувач може в режимі реального часу отримувати інформацію про стан контрольованих об'єктів, у т.ч. сповіщення про перевищення контрольованих параметрів.

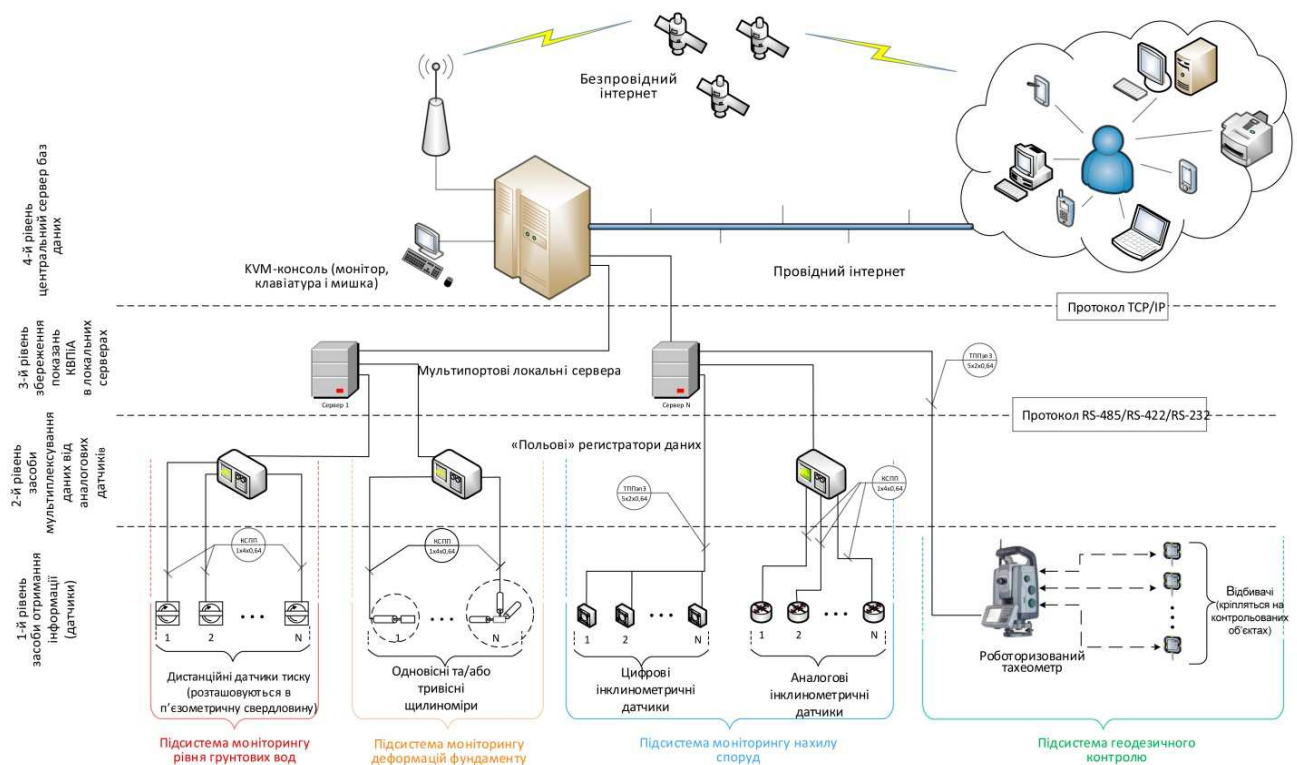


Рис. 1. Схема системи моніторингу споруд елеваторного комплексу [7]

Підсистема гідрологічного моніторингу рівня ґрунтових вод дозволяє збирати, обробляти, зберігати і візуалізувати дані, а також інформувати віддаленого користувача про перевищення гранично допустимих рівнів ґрунтових вод. Основні частини підсистеми: п'єзометричні свердловини; дистанційні датчики тиску; реєстратори даних; засоби передачі даних; засоби електроживлення. П'єзометричні свердловини влаштовують у певних місцях на території об'єкту, що контролюється, нижче рівня ґрунтових вод. Обладна труба свердловини металева або пластикова. У забої

свердловини влаштовується фільтр очищення води, над гирлом – захисний оголовок. У свердловину на 2 м нижче мінімального рівня ґрунтових вод опускається дистанційний датчик тиску, який показує рівень води в ній. Дані від датчика передаються на реєстратор даних, розташований в центрі території, що контролюється.

Підсистема геодезичного контролю призначена для моніторингу просторового зміщення будівель і споруд. Основні складові частини системи: роботизований тахеометр; відбивальні призми; засоби передачі даних; засоби електроживлення.

Роботизований тахеометр – пристрій, який об'єднує в собі теодоліт і світлодальномір, що дозволяє автоматично періодично зчитувати дані про зміщення контрольованих об'єктів. Тахеометр встановлюється на спеціальний фундамент-платформу на віддаленій відстані від об'єктів моніторингу і за заданим режимом в певні проміжки часу проводить контроль переміщення відбивальних призми, встановлених безпосередньо на контрольованому об'єкті в зоні його видимості. По дві відбивальних призми встановлюють на кожен фундамент і по одній на силос.

Підсистема моніторингу деформації призначена для контролю відносних переміщень суміжних конструкцій за деформаційним швом в автоматичному режимі і дозволяє збирати, обробляти, зберігати і візуалізувати дані від датчиків-щілиномірів, а також інформувати віддаленого користувача про перевищення гранично допустимих величин розкриття швів. Основні частини підсистеми: датчики дистанційних щілиномірів; реєстратори даних; засоби передачі даних; засоби електроживлення. Залежно від кількості контрольованих параметрів застосовують дистанційні щілиноміри: одновісний; дистанційний тривісний, що контролює зміщення по трьох взаємно перпендикулярних осях – за двома горизонтальними (перпендикулярними і паралельними осі шва) і вертикальною.

Підсистема моніторингу крену споруд дозволяє збирати, обробляти, зберігати і візуалізувати дані від датчиків-нахиломірів, а також інформувати віддаленого користувача про перевищення гранично допустимих величин крену контрольованих об'єктів. Основні частини підсистеми: одновісні і / або двовісні датчики-нахиломіри; засоби передачі даних; засоби електроживлення. Нахиломіри встановлюються безпосередньо на конструкції для довготривалого автоматичного контролю зміни кута нахилу їх вертикальних поверхонь. У даному випадку датчики встановлюються на фундамент і силоси.

Серверне та мережне обладнання призначене для збору, обробки, зберігання та візуалізації даних, отриманих від підсистем моніторингу. Основні частини: сервер збору і зберігання даних; засоби передачі даних від дистанційних датчиків; засоби передачі від віддалених реєстраторів даних; засоби мережної комунікації і віддалених користувачів; системи електроживлення. Зв'язок з віддаленими користувачами забезпечується за допомогою підключення до Internet через GPRS / 3G шлюз з функцією міжмережного екрана (брандмауера).

Спеціальне програмне забезпечення, що забезпечує автоматизовану роботу системи моніторингу – комплекс SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition диспетчерське управління і збір даних), програмний пакет для розробки або забезпечення роботи в реальному часі систем збору, обробки,

відображення та архівування інформації про об'єкт моніторингу або управління. Такі системи встановлюють на інженерні та операторські робочі станції (ПК). Для забезпечення зв'язку з об'єктом і обладнанням система управління SCADA використовує спеціалізовані драйвери введення / виведення або OPC / DDE сервери. Програмування SCADA може здійснюватися на C ++, Visual Basic і т.п. Основні функції і задачі ПЗ: обмін даними між рівнями системи; обробка даних в режимі реального часу; реалізація SCADA HMI – людино-машинного інтерфейсу з відображенням інформації на ПК або операторських панелях; ведення бази даних; контроль аварійної сигналізації з повідомленнями про тривоги; створення звітів про виміри контрольованих величин; передача даних на верхні рівні системи. Як SCADA можна застосувати як безкоштовне, так і платне програмне забезпечення. У процесі пуско-налагодження додаються всі дистанційні датчики, вказуються формули перерахунку даних, створюється операторський інтерфейс для візуалізації даних, налаштовується система оповіщення віддалених користувачів. Залежно від обраної SCADA віддалений користувач має доступ до даних в режимі реального часу через Web-інтерфейс або встановлене на робочому місці оператора спеціальне клієнтське ПЗ. Серверне обладнання і ПЗ: серверна шафа; сервер збору даних; KVM консоль; мережний комутатор; блок безперервного живлення; патч-панель; GPRS / 3G шлюз; ОС WindowsServer; СПЗ SCADA.

Дана система не виконує контролю таких важливих факторів, як вологість ґрунтів основ і / або земляного полотна, наявність електричних потенціалів на спорудах і поверхні землі. В [8÷11] показано, що перезволоження ґрунту є найбільш важливим фактором, який визначає стійкість ухилів земляного полотна і зсувонебезпечних схилів. У [12÷16] показано, що в поєднанні з підвищеною вологістю наявність таких потенціалів може викликати інтенсивну електрокорозію металоконструкцій, арматури і навіть бетону та розчину [12, 13], утворення тріщин в конструкціях [14], деформації ґрунтових ухилів і схилів [15, 16]. Крім того, система є системою моніторингу стану і не призначена для вироблення рішень щодо відновлення втрачених експлуатаційних властивостей і реалізації таких рішень.

Аналітичний огляд систем, що поєднують моніторинг стану будівельних об'єктів з відновленням втрачених експлуатаційних властивостей

На поєднанні моніторингу стану об'єкта з роботами зі зміни цього стану ґрунтуються конструктивно-технологічні рішення за «технологією STP™» [17]. Ці рішення передбачають виправлення осідань будівельних об'єктів, обумовлених

деформацією їх основ (рис. 2). Особливістю цих рішень є застосування замість відомих рішень (високонапірної ін'єкції за допомогою потужного насосного обладнання [18, 19] тощо) композицій на основі поліуретанового полімеру SPT™Resin, які під час твердіння розширюються у 3-30 раз та/або створюють тиск до 10 МПа. Послідовність реалізації цих конструктивно-технологічних рішень така: встановлюється геодезичний контроль за положенням конструкції; в залежності від величини її осідання і властивостей ґрунту приймається рішення щодо необхідного тиску a , отже, рецептури розширювальної

композиції і глибини її нагнітання; у ґрунт основи занурюються ін'єктори, через які нагнітається композиція; після затвердіння композиції та підняття конструкції здійснюється геодезичний контроль її положення і приймається рішення щодо наступного етапу нагнітання; операції повторюються до досягнення проектного положення конструкції. Таким методом НВП «Спеціальні полімерні технології» успішно здійснено ремонт водопропускної труби на 1216 км ділянки Колосівка-Одеса Одеської залізниці, у якій осідання зазнала її середня частина.

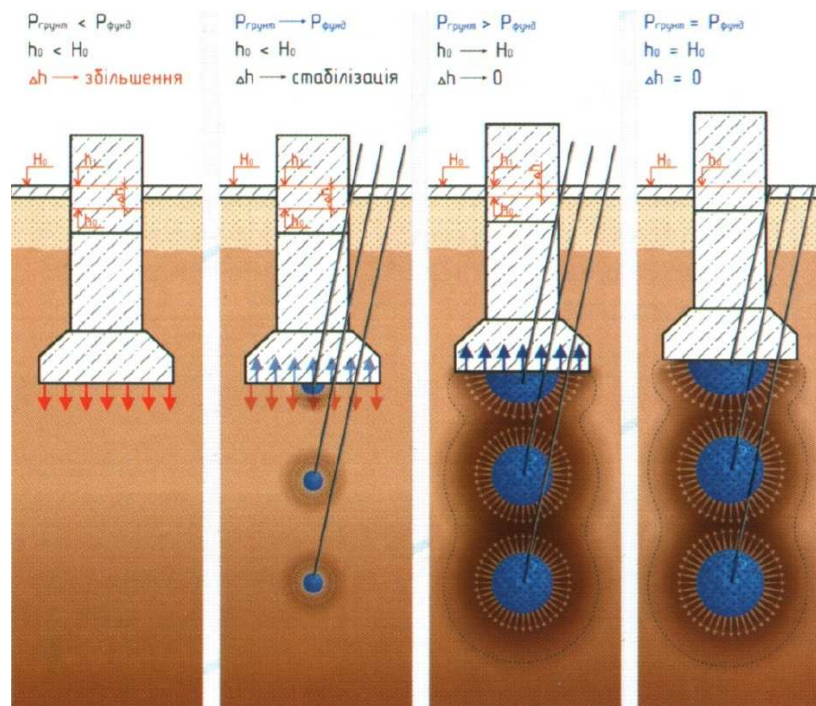


Рис. 2. Виправлення осідання фундаменту керованим нагнітанням під його підшову розширної поліуретанової композиції

Найбільш досконалим сполученням моніторингу стану об'єкту з управлінням змінами цього стану здається компенсаційне нагнітання (soilfrac), яке застосовується в Європі з 1980-90-х рр. для запобігання осіданню будівель під час проходки під ними підземних виробок і навіть для підйому будівель, що з різних причин вже осіли [18, 19]. Лідерами з проведення таких робіт є компанії KellerGrandbauGmbH (ФРН), SoletancheBachy (Франція).

Компенсаційне нагнітання полягає у поєднанні контролю за осіданням будівлі з ін'єктуванням цементної суспензії через систему горизонтальних манжетних труб під нею (рис. 3). Манжетні труби заздалегідь уводять у свердловини, пробурені із технологічних шахт віялоподібно під всією частиною будівлі або територією, що осідає (рис. 3, а).

Нагнітання проводять під тиском до 10 МПа, який забезпечує розрив шарів ґрунту і підняття донної поверхні та будівлі. Управління компенсаційним нагнітанням автоматизують, контролюючи осідання за допомогою роботизованих тахеометрів та встановлених на будівлі реперів – відбивальних призм (рис. 3, б). Інформація з тахеометрів потрапляє до системи управління на базі ПК, яка аналізує цю інформацію і виробляє на основі цього аналізу управляючі сигнали для обладнання, що проводить нагнітання (рис. 3, в). Таким способом у 2003 р. французька компанія SoletancheBachy успішно виконала компенсаційне нагнітання під будівлю Олексіївського військового училища під час проходки під нею Лефортовського автодорожнього тунелю довжиною 3246 м, усунувши небезпеку осідань і утворення тріщин [19].

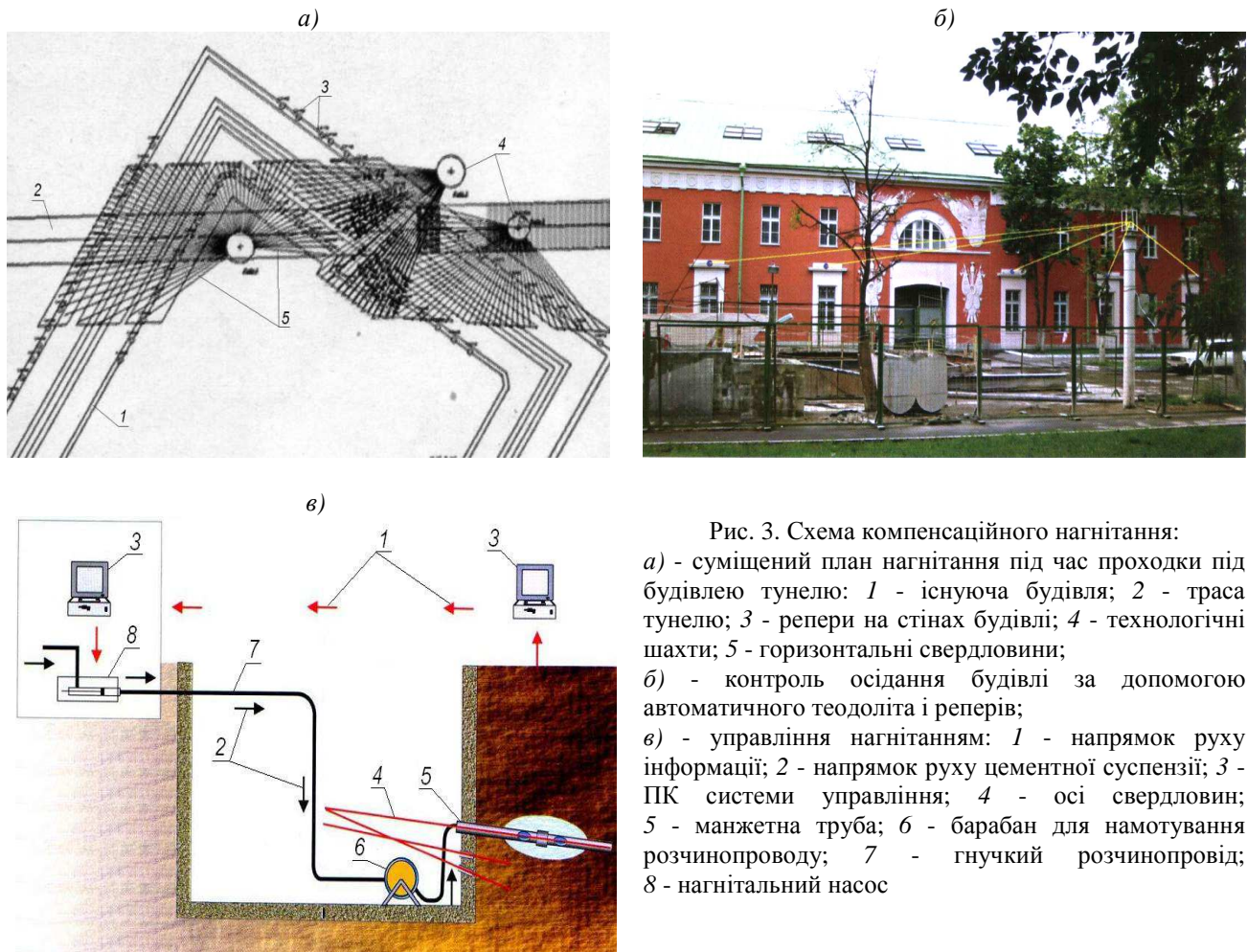


Рис. 3. Схема компенсаційного нагнітання:
 а) - суміщений план нагнітання під час проходки під будівлею тунелю: 1 - існуюча будівля; 2 - траса тунелю; 3 - репери на стінах будівлі; 4 - технологічні шахти; 5 - горизонтальні свердловини;
 б) - контроль осідання будівлі за допомогою автоматичного теодоліта і реперів;
 в) - управління нагнітанням: 1 - напрямок руху інформації; 2 - напрямок руху цементної суспензії; 3 - ПК системи управління; 4 - осі свердловин; 5 - манжетна труба; 6 - барабан для намотування розчинопроводу; 7 - гнучкий розчинопровід; 8 - нагнітальний насос

Проте у цих системах складова моніторингу реалізована лише для контролю якості робіт і не передбачає постійного функціонування протягом експлуатації об'єкта.

Метою роботи є вибір засобів, що дозволяють забезпечити функціонування автономної комп'ютерної системи інтелектуального управління змінами експлуатаційних властивостей будівельних об'єктів.

Основний матеріал досліджень

Засоби, що дозволяють забезпечити функціонування автономної комп'ютерної системи інтелектуального управління змінами експлуатаційних властивостей будівельних об'єктів, були визначені на підставі виконаного вище аналізу результатів досліджень і розробок. У таблиці наведені: основні експлуатаційні якості (властивості) конструкцій та елементів будівель і споруд; контрольовані параметри, що визначають експлуатаційні якості та їх збереження в часі; засоби контролю параметрів, що визначають експлуатаційні якості та їх збереження в часі (датчики

і т.п.); виконавчі механізми з управління змінами конструкцій і частин будівель і споруд.

Засоби, що дозволяють забезпечити функціонування автономної комп'ютерної системи інтелектуального управління змінами експлуатаційних властивостей будівельних об'єктів

Конструкції та елементи будівель і споруд	Основні експлуатаційні якості (властивості)	Контрольовані параметри, що визначають експлуатаційні якості та їх збереження в часі	Засоби контролю параметрів, що визначають експлуатаційні якості та їх збереження в часі	Можливі виконавчі механізми з управління змінами конструкцій і частин будівель і споруд
Основи, земляні споруди, фундаменти, стіни підвалів, огорожувальні конструкції підземних споруд	Несуча здатність (міцність, тріщиностійкість); морозостійкість; корозійна і електрокорозійна стійкість	Рівень ґрунтових вод	П'єзометричні свердловини з датчиками тиску	Системи відкачування з дренажних свердловин і колекторів, системи електроосмотичного осушення ґрунту або тільки інформування спеціаліста з нагляду
		Вміст у ґрунтових і підземних водах агресивних речовин	pH-метри, електроди для вимірювання pH, концентрації електроліту	
		Вологість ґрунту	Датчики вологості	
		Вологість внутрішньої межі огорожувальної конструкції		
		Електричні потенціали на конструкціях	Електроди, вольтметри, мультиметри	Системи компенсаційного нагнітання в ґрунт розширювальних та /або тверднучих складів або тільки інформування спеціаліста з нагляду
		Нерівномірні осідання основ, деформації земляних споруд	Роботизовані тахеометри, відбивальні призми; датчики переміщень	
Несучі стіни, колони, стояки, опори	Несуча здатність (міцність, стійкість, твердість, тріщиностійкість)	Стискальні напруги	Тензометричні датчики	Інформування спеціаліста з нагляду
		Відхилення від проектного положення (прогини, крен)	Датчики-нахиломіри	
		Розкриття швів і тріщин	Датчики-щілиноміри	
Плити, балки, ферми перекриттів, покриттів, прогонових будов	Несуча здатність (міцність, жорсткість, тріщиностійкість)	Розтягувальні напруги	Тензометричні датчики	Датчики домкратних систем підтягування попереднього напруження арматури в каналах, шпренгелів або тільки інформування спеціаліста з нагляду
		Прогини	Датчики переміщень	
		Тріщини	Датчики-щілиноміри	

Висновки

Таким чином, на теперішній час в будівельній галузі є передумови для створення автономних комп'ютерних систем інтелектуального управління змінами експлуатаційних властивостей будівельних об'єктів.

У результаті проведених досліджень визначені основні якості (властивості) конструкцій і елементів будівель і споруд, які підлягають управлінню, а також контрольовані параметри, що визначають

експлуатаційні якості та їх збереження в часі. Обґрунтовано вибір засобів, що забезпечують функціонування системи – датчиків, виконавчих механізмів і т.п.

Список використаних джерел

1. Плуґін, А. А. Відновлення експлуатаційних властивостей основ, фундаментів, заглиблених і підземних споруд [Текст] / А. А. Плуґін, Л. В. Трикоз. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 141 с.

2. Розрахунки несучої здатності і технологія закріплення основ будівель і споруд залізничного транспорту [Текст] / А. М. Плугін, А. А. Плугін, Л. В. Трикоз [та ін.]; за ред. А. М. Плуґіна. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Ч.1. – 150 с.; Ч.2. – 274 с.
 3. Аналіз впливу агресивних дій на конструкції та споруди залізниць: промислові та цивільні будівлі та споруди [Текст] / А. А. Плугін, В. І. Наконечний, Є. Г. Щур [та ін.] // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 87. – С. 68-79.
 4. Аналіз впливу агресивних дій на конструкції та споруди залізниць: огляд характерних пошкоджень залізобетонних, бетонних і кам'яних конструкцій штучних споруд [Текст] / А. А. Плугін, В. О. Систренський, О. О. Скорик [та ін.] // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 87. – С. 79-88.
 5. Систематизація пошкоджень залізобетонних плит безбаластного полотна залізничних мостів [Текст] / А. А. Плугін, О. А. Забіяка, С. В. Мірошніченко [та ін.] // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 109. – С. 120-131.
 6. Plugin, Arkadiy. Electric potentials and charges on buildings and areas around deep water wells /Arkadiy Plugin, Olikii Pluhin, Olena Palant, Oleksandr Konev, and Andrii Nikitinskii // MATEC Web of Conferences. – 2017. – Vol. 116. – P. 01011. DOI: 10.1051/mateconf/201711601011.
 7. Ризаев, Р. Т. Система мониторинга сооружений элеваторного комплекса [Электронный ресурс]. - Электрон. данные: Харьков: ONSTEEL, 2007. 1 электрон. опт. диск (CD-R); 12 см. - Систем. требования: Pentium; 32 Mb RAM; Windows 98, 2000, XP, 7, 10; MS Word 97-2010. - Название с вкладыша контейнера.
 8. Яковлева, Е. В. Прогнозировать деформации земляного полотна [Текст] / Е. В. Яковлева // Путь и путевое хозяйство. – 2005. – № 6. – С.29-32.
 9. Тутаева, Т. С. Надежность участков пути на оползневых косогорах [Текст] / Т. С. Тутаева // Путь и путевое хозяйство. – 2007. – № 10. – С.15-17.
 10. Данильянци, Е. С. Сезонное изменение устойчивости откосов насыпей [Текст] / Е. С. Данильянци, В. В. Пупатенко // Путь и путевое хозяйство. – 2007. – № 10. – С.17-18.
 11. Трикоз, Л. В. Анализ зависимости дефектов и деформаций земляного полотна от различных факторов [Текст] / Л. В. Трикоз, А. А. Плугін, В. А. Систренский // Удосконалення конструкції залізничної колії та системи ведення колійного господарства: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 91. – С. 187-197.
 12. Электрокоррозия железобетонных мостов и других искусственных сооружений [Текст] / А. Н. Плугін, А. А. Скорик, А. А. Плугін [и др.] // Залізничний транспорт України. – 2000. – № 1. – С. 11-13.
 13. Plugin, A. N. Research of influence of leakage currents and stray currents on railways on buildings and constructions [Text] / A. N. Plugin, A. A. Plugin, O. Plugin, O. Dudin, O. Borzyak // 17 InternationaleBaustofftagung, 23-26 September 2009, Weimar. – Bauhaus-Universität Weimar, 2009. – Band 2. – P. 1151-1156.
 14. Плуґін, А. А. Аналіз впливу потенціалів від струмів витоку на утворення тріщин в плитах безбаластного мостового полотна на електрифікованих ділянках залізниць [Текст] / А. А. Плуґін, О. А. Забіяка, Г. О. Линник // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 115. – С. 75-82.
 15. Плуґін, А. А. Вплив обводненості і струмів витоку на дефекти і деформації земляного полотна та моніторинг його вологісного стану [Текст] / А. А. Плуґін, А. М. Плуґін, Л. В. Трикоз [та ін.] // Залізничний транспорт України. – 2010. – № 5. – С. 55-59.
 16. Плуґін, А. Н. Развитие некоторых аспектов коллоидной химии и физико-химической механики дисперсных систем и материалов применительно к устойчивости откосов и склонов [Текст] / А. Н. Плуґін, Л. В. Трикоз, О. С. Герасименко [та ін.] // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 39. – С. 150–156.
 17. Роботи у ґрунтах [Текст]: каталог. – К.: НВП «Спеціальні полімерні технології», 2014. – Ч. 1. – 35 с.
 18. Савйовский, В. В. Ремонт и реконструкция гражданских зданий [Текст] / В. В. Савйовский, О. Н. Болотских. – Харьков: Ватерпас, 1999. – 288 с.
 19. Валетт, Ж.-Л. Компенсационное нагнетание: технология в реальном времени [Текст] / Ж.-Л. Валетт // Метро и тоннели. – 2002. – № 4. – С.16-19.
- Трикоз Л. В., Плуґін Ант. А., Чалая Л. Э., Герасименко О. С., Конев В. В. Предпосылки интеллектуального управления изменениями эксплуатационных свойств строительных объектов с помощью автономных компьютерных систем.** Статья посвящена выбору средств, которые позволяют

обеспечить функционирование автономной компьютерной системы интеллектуального управления изменениями эксплуатационных свойств строительных объектов. Показано, что большинство таких систем является системами мониторинга состояния и не предназначены для принятия решений по восстановлению утраченных эксплуатационных свойств и реализации таких решений, то есть управления изменениями. Разработка схем автономной компьютерной системы интеллектуального управления изменениями эксплуатационных свойств строительных объектов позволит устранить субъективный фактор и снизить риск принятия неправильного решения. В качестве основных составляющих разработанной системы приняты: контролируемые параметры, которые определяют эксплуатационные качества и их сохранение во времени; средства контроля параметров, которые определяют эксплуатационные качества и их сохранение во времени (датчики и т.п.); исполнительные механизмы по управлению изменениями конструкций и частей зданий и сооружений.

Ключевые слова: интеллектуальное управление, система мониторинга, автономная компьютерная система.

L. Trykoz, Ant. Plugin, L. Chala, O. Gerasimenko, V. Konev. Prerequisites of intelligent management by changes of the operational properties of building objects by autonomous computer systems. The article is devoted to the choice of means to ensure the functioning of the autonomous computer system of intellectual management by changes in the operational properties of construction objects. It is shown that most of these systems are monitoring systems of state and are not intended to make decisions on the restoration of lost operational properties and the implementation of such solutions, that is, management of changes. The development of schemes of an autonomous computer system of intellectual management of changes in the operational properties of construction objects will eliminate the subjective factor and reduce the risk of making the wrong decision. The main components of the developed system are: controlled parameters that determine the operational qualities and their conservation in time; means of controlling the parameters that determine the operational qualities and their conservation in time (sensors, etc.); executive mechanisms for the management of changes in structures and parts of buildings and structures. Additionally it was determined constructions and elements of buildings and structures as well as main operational properties (qualities) that are management objects. The choice of detector elements kind was also substantiated.

Key words: intellectual management, monitoring system, autonomous computer system.

Трикоз Людмила Вікторівна, доктор технічних наук, професор кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд, Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна. E-mail: lvtrikoz@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8531-7546

Плугін Антон Андрійович, аспірант кафедри штучного інтелекту, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна. E-mail: anplug@gmail.com

Чала Лариса Ернестівна, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри штучного інтелекту, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна. E-mail: larysa.chala@nure.ua, ORCID ID: 0000-0002-9890-4790

Герасименко Олег Степанович, кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд, Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна. E-mail: Gerasimenko.OS@kart.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-9639-4459 0667233938 0983327488

Конєв Віталій Васильович, головний інженер виробничого підрозділу Харківське територіальне управління філії «Центр будівельно-монтажних робіт та експлуатації будівель і споруд» ПАТ «Укрзалізниця», Харків, Україна. E-mail: ukrainoslav@ukr.net

Liudmyla Trykoz, doctor of technical sciences, professor department Building Materials, Constructions and Structures Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. E-mail: lvtrikoz@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8531-7546

Anton Pluhin, Graduate at the department of Artificial Intelligence Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine. E-mail: anplug@gmail.com

Larysa Chala, PhD in Technical Science, Docent, Associate Professor at the department of Artificial Intelligence Artificial Intelligence Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine. E-mail: larysa.chala@nure.ua, ORCID ID: 0000-0002-9890-4790

Oleh Herasimenko, PhD in Technical Science, Docent department Building Materials, Constructions and Structures Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. E-mail: Gerasimenko.OS@kart.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-9639-4459

Vitaliy Konev, Chief Engineer of operating subdivision «Kharkiv regional office» of branch «Center of building-assembling works and exploitation of building and structures» of PJSC «Ukrainian railway», Kharkiv, Ukraine. E-mail: ukrainoslav@ukr.net

Надійшла 31.08.2017 р.