

УДК 69:658.011.54/.56;69.058

П.Є. Григоровський,
канд. техн. наук, с.н.с.,
ORCID: 0000-0003-0527-5890

ДП “Науково-дослідний інститут будівельного виробництва”

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ВИМІРЮВАННЯ, ЯК ОСНОВА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ЗВЕДЕННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Методи технології, механізації і автоматизації технологічних процесів, організації та управління проектами взаємопов'язані і спрямовані на досягнення спільної мети - скорочення строків та забезпечення якості будівництва, збільшення тривалості життєвого циклу будівельних об'єктів за рахунок організаційно-технологічних та технічних рішень з автоматичного управління технологічними процесами з використанням будівельних інформаційних моделей та технологій, інформації, отриманої методами інструментальних вимірювань на всіх етапах життєвого циклу. Розробка інтегрованих моделей і методів автоматизованої системи діагностики технічного стану будівель є початковим етапом створення комплексної автоматизованої системи забезпечення експлуатаційної придатності будівель. До складу автоматизованої системи інтегровано елементи з інструментальних вимірювань та обробки даних. Тому вимірювання, є основою автоматизації технологічних процесів на всіх етапах життєвого циклу будівель.

Ключові слова: *вимірювання, технологія, організація будівництва та управління проектами, механізація і автоматизація технологічних процесів.*

Рішення проблеми вдосконалення виробничої та соціальної сфери України вагомою частиною полягає в системному забезпеченні якості будівництва та експлуатації об'єктів, дотриманні науково обгрунтованих методів подовження їх життєвого циклу. Збільшити темпи будівництва, знизити трудомісткість і вартість робіт, підвищити їх якість, поліпшити умови праці, забезпечити безпеку виконання робіт дозволяє механізація і автоматизація технологічних процесів.

В той же час від ефективної організації та технології будівництва залежить своєчасність і якість виконання будівельного проекту. Тому сучасні методи технології, механізації і автоматизації технологічних процесів, організації та управління проектами взаємопов'язані і спрямовані на досягнення спільної мети - скорочення строків та забезпечення якості будівництва, збільшення тривалості життєвого циклу будівельних об'єктів.

Досягнення наведеної мети можливе за рахунок впровадження автоматизованих систем керування, контролю і організації технологічних процесів з використанням інформаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення.

В будівництві розрізняють механізовані, комплексно-механізовані і автоматизовані види робіт.

При механізованих роботах основні операції виконуються за допомогою машин, обладнання, установок і інструментів, що мають механічний, електричний, пневматичний, гідравлічний і комбіновані приводи. При комплексно-механізованих роботах всі трудомісткі операції і процеси механізовані. Машини, обладнання та інші технологічні засоби взаємопов'язані за продуктивністю і забезпечують заданий провідною машиною темп робіт.

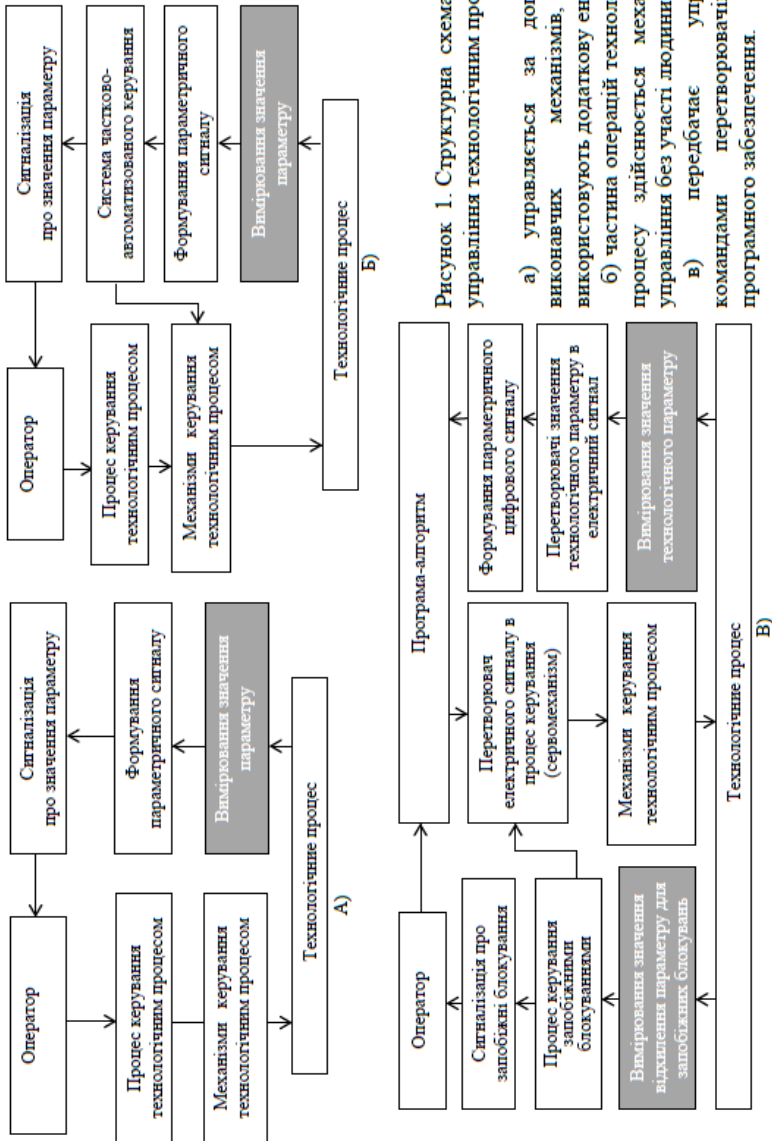


Рисунок 1. Структурна схема систем управління технологічним процесом.

- а) управляється за допомогою виконавчих механізмів, які використовують додаткову енергію;
- б) частина операцій технологічного процесу здійснюється механізмами управління без участі людини;
- в) передбачає управління командами перетворювачів або програмного забезпечення.

При автоматизованих процесах розрізняють часткову, комплексну і повну автоматизацію.

Часткова автоматизація передбачає застосування автоматичного обладнання, приладів і пристроїв на окремих, переважно основних, виробничих операціях. Більшість будівельних машин і устаткування оснащено такими приладами та пристроями.

Комплексна автоматизація передбачає застосування системи пов'язаних в єдину технологічну лінію окремих агрегатів, машин, приладів і пристроїв, які здійснюють всі операції виробничого процесу. При цьому оператором виконуються тільки операції пуску і зупинки, підтримка заданих параметрів виробничого процесу в усіх його ланках відбувається автоматично.

Повна автоматизація дозволяє виконувати не тільки всі основні і допоміжні виробничі операції, але і повністю здійснювати автоматичне керування і контроль за процесами, в тому числі зміна за заданою програмою параметрів і виду продукції.

Засоби автоматизації поділяють на пристрої керування, захисту, регулювання і контролю. Система автоматизації технологічних процесів передбачає використання різних комбінацій вказаних видів пристроїв. Керування за ступенем участі в ньому людини можна розділити на неавтоматичне, автоматизоване і автоматичне.

Неавтоматичне керування технологічним процесом буває ручне і механізоване. При ручному керуванні людина сама визначає необхідні дії з керування, здійснює і контролює їх візуально або за показаннями найпростіших приладів. При механізованому керуванні технологічним процесом (рис. 1,а) застосовуються виконавчі механізми, які використовують додаткову енергію (електричну, стисненого повітря або робочої рідини, тощо). При цьому прилади через відповідні перетворювачі тільки інформують оператора про порушення технологічного процесу.

При автоматизованому управлінні (рис.1,б) частина операцій технологічного процесу здійснюється механізмами управління без участі людини. У цьому випадку сигнали перетворювачів про порушення технологічного процесу приймаються не тільки приладами сигналізації, але і сервомеханізмами. Останні, впливаючи самостійно на механізми управління, можуть зупинити дію робочого органу або всієї машини. На оператора припадає робота щодо усунення несправності, повторного запуску машини в роботу, тощо.

Автоматичне управління (рис.1,в) передбачає управління за командами перетворювачів або програмного забезпечення. Ця система складається з двох основних частин: контролюючої і керуючої. При такому управлінні людина займається тільки попередньою установкою певної програми (алгоритму), усуненням неполадок за сигналами перетворювачів (регулювання і ремонт механізмів), а також пуском машини в роботу або її відключенням. При цьому людина тільки встановлює код необхідної програми управління для отримання необхідного результату. Керування технологічними процесами здійснюється системою автоматичного управління (САУ), що представляє сукупність взаємодіючих між собою об'єкта керування і керуючого пристрою без безпосередньої участі людини.

У відповідності до структурних схем систем управління технологічним процесом, наведених на рис. 1, незалежно від виду автоматизованого процесу до складу ланцюга, що складається з операцій отримання, обробки інформації, прийняття та реалізації рішень з керування технологічним процесом входять елементи, що забезпечують інструментальне вимірювання та обробку даних щодо значення контрольованого технологічного параметра.

Таким чином, скорочення тривалості будівництва та подовження термінів експлуатації будівель є **актуальною техніко-економічною** проблемою, що потребує ефективних рішень на всіх етапах життєвого циклу, таких як: вишукувальні та проектні роботи, підготовчий період, роботи нульового циклу, зведення наземної частини, експлуатація, період фізичного зносу та закінчення життєвого циклу або початок нового, за умови відновлення експлуатаційних властивостей об'єкта.

Наукова проблема полягає у необхідності теоретичного обґрунтування подовження терміну експлуатації, та скорочення строків будівництва за рахунок ефективного автоматичного управління організаційно-технологічними процесами з використанням вихідних даних отриманих методами інструментальних вимірювань на всіх етапах життєвого циклу будівельних об'єктів. Наукове обґрунтування та розробка методологічних основ формування організаційно-технологічних рішень автоматичного управління технологічними процесами з використанням вихідних даних отриманих методами інструментальних вимірювань на всіх етапах життєвого циклу будівельних об'єктів є напрямком подальшої роботи.

Об'єктом дослідження є організаційно-технологічні рішення з автоматичного управління організаційно-технологічними процесами з використанням будівельних інформаційних моделей та інформації, отриманої інструментальними методами і засобами вимірювань автономними, або інтегрованими до складу автоматичної системи управління.

Предметом дослідження є параметри організаційних, технологічних та технічних рішень щодо автоматичного управління організаційно-технологічними процесами з використанням будівельних інформаційних моделей та інформації, отриманої інструментальними методами і засобами вимірювань автономними, або інтегрованими до складу автоматичної системи управління.

Наукова концепція полягає у можливості скорочення тривалості будівництва та подовження терміну експлуатації будівель і споруд за рахунок реалізації ефективних організаційно-технологічних та технічних рішень з автоматичного управління технологічними процесами з використанням будівельних інформаційних моделей та інформації, отриманої методами інструментальних вимірювань на всіх етапах життєвого циклу будівельних об'єктів.

У зв'язку з цим розробка інтегрованих моделей і методів автоматизованої системи діагностики технічного стану об'єктів будівництва є одним з основних етапів створення комплексної автоматизованої системи забезпечення експлуатаційної придатності будівель і споруд на всіх етапах їх життєвого циклу.

В процесі дослідження закономірностей впливу технології та організації вимірювальних робіт на тривалість життєвого циклу будівельних об'єктів встановлено, що можливо збільшити тривалість життєвого циклу будівлі за рахунок своєчасного виявлення загрози аварійних ситуацій та вжиття відповідних заходів. Прогнозування параметру довговічності ґрунтується на оцінці ймовірностатистичних моделей з використанням даних інструментальних спостережень за станом конструкцій.

Виявлено, що на тривалість життєвого циклу будівлі впливають фактори загального характеру, технологічні та експлуатаційні фактори. Фізичний знос будівлі з часом збільшується, але може бути менш інтенсивним завдяки використанню результатів інструментальних обстежень та підтримки експлуатаційної придатності будівлі за рахунок виконання ремонтно-відновлювальних робіт. Несвоєчасне виконання таких робіт призводить до збільшення рівня витрат на відновлення необхідних експлуатаційних

характеристик, а при невиправданому збільшенні міжремонтного терміну – до аварійних ситуацій (рис. 2).

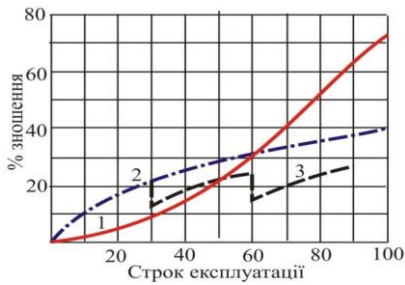


Рис. 2. Залежність фізичного зношення від строку експлуатації будівлі:

1 – теоретично; 2 – фактично, за рахунок планових ремонтів; 3 – при виконанні своєчасних ремонтно-відновлювальних робіт

Протягом життєвого циклу виконується комплекс заходів, спрямованих на отримання інформації, необхідної для виконання робіт відповідного етапу. Від кількості такої інформації залежить правильність прийняття рішень щодо збереження експлуатаційних характеристик об'єктів на потрібному рівні. Сформовано топологію методів інструментальних вимірювань на відповідних стадіях зведення та експлуатації об'єктів (рис. 3). Встановлено, що на етапі будівництва вимірювальні роботи проводять як паралельно з будівельними роботами, так і послідовно.

Можливість урахування всіх факторів при встановленні ефективності варіантів вимірювальних робіт не є очевидною, оскільки фактори, які впливають на неї, не є чіткими, рішення залежать від технологічних, технічних, метрологічних параметрів, від суб'єктивності рішень виконавців робіт, від природних факторів. Методом експертних оцінок визначено варіанти виконання вимірювальних робіт; фактори, що впливають на вибір засобів вимірювальних робіт; ступінь приналежності та впливу факторів щодо конкретного варіанту.

Встановлено, що доцільно розглянути питання вибору засобів і методів виконання інструментальних вимірювань не тільки з урахуванням точності, а також, із забезпеченням мінімальних термінів, вартості і якості виконання будівельних і вимірювальних робіт, при цьому незалежно від обсягу витрат часу на вимірювальні роботи можливо запроєктувати організацію та технологію робіт таким чином, що скорочення часу виконання будівельних процесів буде відчутним. Основні загрози виникнення відмов можуть виникати при виробництві елементів та конструкцій, під час монтажу конструкцій, у початковий період експлуатації будівлі або на її подальших стадіях. Вони можуть бути викликані несприятливою дією навантажень та непередбачених факторів, у тому числі, недоліками системи експлуатації, невиправданою зміною конструктивних елементів (рис. 4)

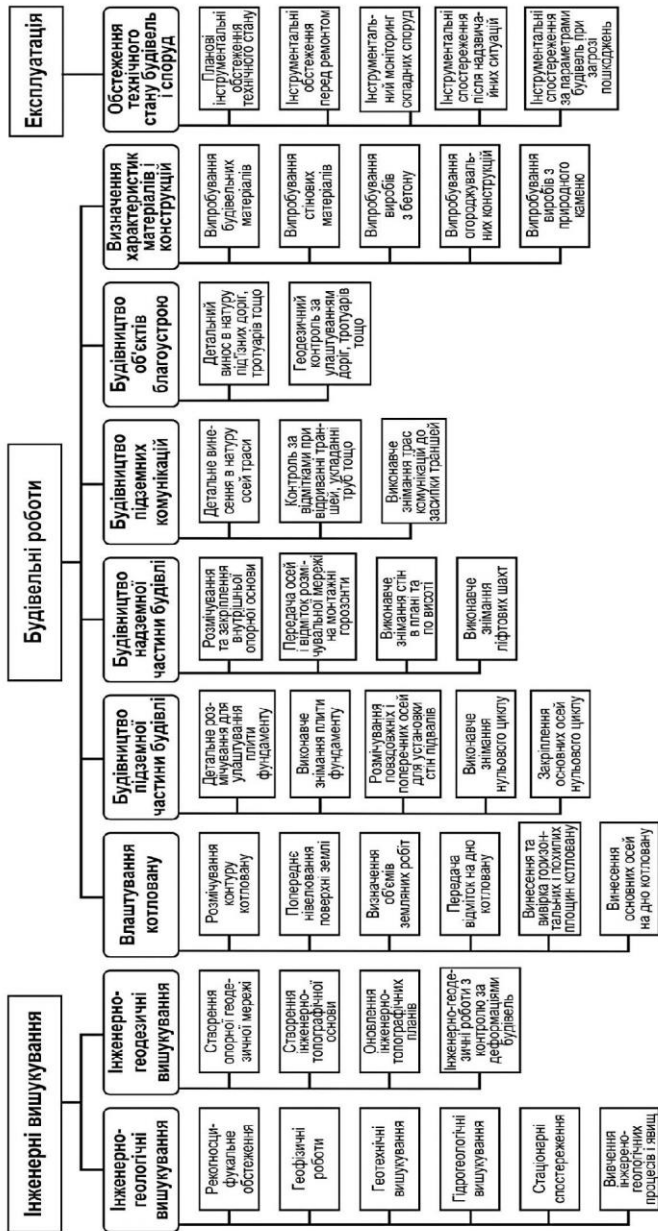


Рис. 3. Топологія методів інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівельних об'єктів



Рис. 4. Причини виникнення пошкоджень будівель

Запропоновано структуру обґрунтування ефективності технологій та засобів інструментальних вимірювань параметрів будівель на всіх етапах життєвого циклу на підставі порівняння організаційно-технологічних показників, що розділяють за важливістю. Основні показники носять загальний характер і найбільшою мірою при спільному урахуванні характеризують критерій ефективності. Додаткові застосовують у тих випадках, коли потрібно додатково до основних урахувати вплив специфічних факторів, властивих відповідним етапам життєвого циклу. Методика визначення продуктивності робіт для різних варіантів організації та технології, засобів та методів вимірювань з урахуванням організаційних, технологічних та технічних факторів передбачає визначення трьох категорій продуктивності: конструктивно-розрахункову, технічну та експлуатаційну.

Принципове значення має взаємозв'язок та взаємовплив вимірювальних робіт та основних технологічних процесів. Без достатнього організаційно-технологічного обґрунтування у проектній та експлуатаційній документації він є причиною збільшення трудовитрат як вимірювальних так і основних процесів. Встановлено, що організаційно-технологічні умови виконання вимірювальних робіт залежать від етапу життєвого циклу об'єкту і визначають підходи до обґрунтування витрат часу на такі роботи.

Розроблено методику обґрунтування ефективності вимірювальних систем з використанням моделей і методів забезпечення експлуатаційної придатності будівель, що базується на алгоритмічній структурі моделювання комплексного процесу визначення параметрів будівель, споруд і території забудови інструментальними методами з поєднанням окремих оптимізаційних параметричних моделей для підвищення ефективності вимірювальних робіт, що дозволила структурно доповнити та об'єднати виконану параметричну оптимізацію (рис. 5). Математична модель лінійної динамічної системи може бути складена на основі математичних моделей елементів та ланок, що створюють систему. Лінійна система у загальному випадку включає в себе ланки, з'єднані послідовно, паралельно, охоплені зворотними та перехресними зворотними зв'язками. Побудовано структурну схему реалізації моделі комплексного процесу забезпечення експлуатаційної придатності та безпеки будівель на всіх етапах життєвого циклу.

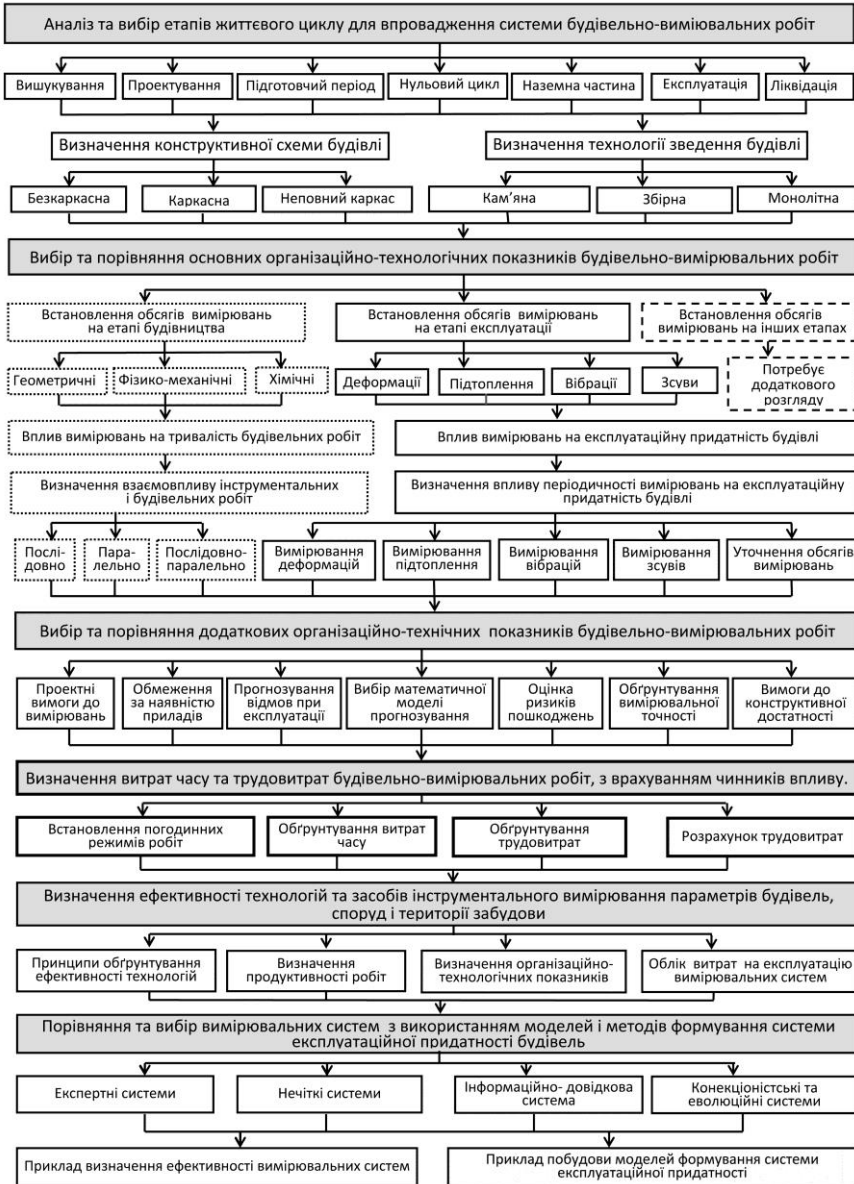


Рис. 5. Структурна схема моделювання комплексного процесу визначення експлуатаційної придатності на всіх етапах життєвого циклу будівель

Моделювання комплексного процесу вимірювальних робіт з поєднанням окремих оптимізаційних параметричних моделей для підвищення їх ефективності передбачає застосування моделей та методів визначення організаційно-технологічних показників, формування системи оцінки та діагностики технічного стану будівлі на всіх етапах життєвого циклу для розробки рекомендацій щодо організації та технології визначення параметрів будівель, споруд і території забудови у складі проектної, технологічної та експлуатаційної документації.

Розроблено рекомендації щодо організації та технології визначення параметрів будівель, споруд і території забудови для використання у складі проектної, технологічної та експлуатаційної документації, що включено до діючих нормативних документів.

Висновки.

Сучасні методи технології, механізації і автоматизації технологічних процесів, організації та управління проектами взаємопов'язані і спрямовані на досягнення спільної мети - скорочення строків та забезпечення якості будівництва, збільшення тривалості життєвого циклу будівельних об'єктів.

Досягнення наведеної мети можливе за рахунок реалізації ефективних організаційно-технологічних та технічних рішень з автоматичного управління технологічними процесами з використанням будівельних інформаційних моделей та технологій, інформації, отриманої методами інструментальних вимірювань на всіх етапах життєвого циклу.

У зв'язку з цим розробка інтегрованих моделей і методів автоматизованої системи діагностики технічного стану об'єктів будівництва є одним з основних етапів створення комплексної автоматизованої системи забезпечення експлуатаційної придатності будівель і споруд на всіх етапах їх життєвого циклу.

Незалежно від виду автоматизованого процесу до складу ланцюга, що складається з операцій отримання, обробки інформації, прийняття та реалізації рішень з керування технологічним процесом входять елементи, що забезпечують інструментальне вимірювання та обробку даних щодо значення контрольованого технологічного параметра.

Автоматизовані системи контролю та управління технологічними процесами можуть бути створені на основі систем інструментального моніторингу експлуатаційної придатності будівель на всіх етапах життєвого циклу. Автоматизована система моніторингу є основою системи управління технологічними процесами на всіх етапах життєвого циклу.

Така система має враховувати чинники впливу на експлуатаційну придатність будівлі. Основні та додаткові показники ефективності враховують економічні, технічні, технологічні та організаційні фактори впливу на ефективність автоматизованої системи.

Список літератури:

1. Міхайленко В.М. Інтегровані моделі і методи автоматизованої системи діагностики технічного стану об'єктів будівництва [Текст]: монографія / В.М. Міхайленко, П.Є. Григоровський, І.В. Русан, О.О. Терентьев. – К. : ЦП «Компринт». – 2017. – 230 с.

2. Григоровський П.Є. Автоматизація розрахунку вартості робіт з обстеження технічного стану будівель та споруд: [Текст] / П.Є. Григоровський, С.В. Сушко, М.Є. Заблоцька // Будівельне виробництво : наук-техн. зб. – К.: ЦП «Компринт», 2001. – Вип. 42. – С. 54–58.

3. Галінський О. Визначення параметрів будівель, споруд і території забудови. ДСТУ-Н Б А.1.3-1:2016 : [Текст]. – [Чинний з 2017–04–01] / О. Галінський, П. Григоровський, Л. Косолап та ін. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 57 с. – (Національний стандарт України).

П.Є.Григоровський

Инструментальные измерения, как основа автоматизации технологических процессов при возведении и эксплуатации зданий и сооружений

Методы технологии, механизации и автоматизации технологических процессов, организации и управления проектами взаимосвязаны и направлены на достижение общей цели - сокращение сроков и качества строительства, увеличение продолжительности жизненного цикла строительных объектов за счет организационно-технологических и технических решений по автоматическому управлению технологическими процессами с использованием строительных информационных моделей и технологий, информации, полученной методами инструментальных измерений на всех этапах жизненного цикла. Разработка интегрированных моделей и методов автоматизированной системы диагностики технического состояния зданий начальный этап создания комплексной системы обеспечения эксплуатационной пригодности зданий. В состав автоматизированной системы интегрированы элементы из инструментальных измерений и обработки данных. Поэтому измерения, является основой автоматизации технологических процессов на всех этапах жизненного цикла будинків.

Ключевые слова: измерение, технология, организаций строительства и управления проектами, механизация и автоматизация технологических процессов.

P. Hrigorovsky

Instrumental measurements, as a basis for the automation of technological processes in the construction and operation of buildings and structures

Methods of technology, mechanization and automation of technological processes, organization and project management are interrelated and are aimed at achieving a common goal - reducing the time and quality of construction, increasing the duration of the life cycle of construction projects through organizational and technological and technical solutions for the automatic management of technological processes using building information models and technologies, information obtained by methods of instrumental measurements at all stages of this cycle. The development of integrated models and methods for the automated system for diagnosing the technical condition of buildings is the initial stage in creating an integrated system for ensuring the operational suitability of buildings. The structure of the automated system integrates elements from instrumental measurements and data processing. Therefore, measurements, is the basis of the automation of technological processes at all stages of the life cycle depth.

Keywords: measurement, technology, construction and project management organizations, mechanization and automation of technological processes.