

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ РЕМОНТІ МОСТІВ ТА ШЛЯХОПРОВОДІВ

У статті проведено аналіз існуючих систем при вирішенні задач цільового призначення, системного опису будівельного виробництва та виникнення нового напрямку – системотехніки будівництва. Досліджено можливість застосування системного підходу при ресурсному забезпеченні ремонту мостів та шляхопроводів.

В статті проведено аналіз існуючих систем при вирішенні задач цільового призначення, системного опису будівельного виробництва та виникнення нового напрямку – системотехніки будівництва. Досліджено можливість застосування системного підходу при ресурсному забезпеченні ремонту мостів та шляхопроводів.

The existing systems used for solving definite tasks, the system description of construction processes and the advent of a new branch – the construction systems engineering – have been analyzed in the article. The possibility of applying the system approach to providing resources for repair of bridges and overbridges has been investigated.

Вступ

На залізницях України експлуатується близько 20 тисяч бетонних та залізобетонних мостів та шляхопроводів. Системи і конструкції цих споруд дуже різноманітні: балочні, рамні, арочні, комбіновані, які в свою чергу мають багато різновидностей. У зв'язку з тим, що штучні споруди на залізничній мережі України будувались у різний час, за різними нормами, із різних матеріалів, а також мають різний фізичний стан, постійно виникає необхідність у їх ремонті та підсиленні.

Мета дослідження

Провести аналіз системних та системотехнічних рішень виробничих завдань, з можливістю їх застосування в організації ресурсного забезпечення при ремонті залізобетонних мостів та шляхопроводів.

Зміст дослідження

Будівництво мостів є невід'ємною частиною одного з напрямків розвитку економіки України. Синергетичні зв'язки між незалежними галузями – підсистемами: промисловістю, транспортом та іншими, – створюють єдину динамічну систему. Кожна підсистема, в свою чергу, складається з множин підсистем більш низьких рівнів – так складається ієрархія підсистем, які функціонують сумісно та злагоджено в рамках зв'язків між структурними елементами [1].

Для аналізу існуючих та синтезу нових синергетичних систем різного цільового призначення доцільно застосувати системний підхід.

Перша серйозна спроба системного аналізу організаційних систем була зроблена на початку ХХ століття О. О. Богдановим, який запропонував концепцію «загальної організаційної науки» або «тектології», в якій підкреслюється, що самі різноманітні явища можуть об'єднуватися, описуватися та роз'яснюватися загальними структурними зв'язками та закономірностями. Термін «система» в сучасному розумінні запропонував в середині ХХ століття австрійський біолог-теоретик Людвіг фон Берталанфі (1901 – 1972), якого вважають засновником загальної теорії систем. За півсторіччя розвитку загальної теорії систем не було запропоновано єдиного та універсального поняття системи. Для прикладних інженерних цілей «система» – це цілісний комплекс взаємозв'язаних, взаємодіючих та взаємопроникаючих елементів, здатний вирішувати задачі, недоступні жодному з елементів системи окремо. Система має визначену структуру, функціонує та взаємодіє з оточуючим середовищем. Кожна система є частиною (підсистемою) іншої системи більш високого ієрархічного рівня. Стан системи характеризують параметри виходу, кожен з яких можливо виміряти, але безпосередньо управляти параметрами неможливо.

Об'єктивна необхідність системного опису складної системи капітального ремонту привела у другій половині ХХ століття до появи нового напрямку системного підходу – системотехніки будівництва, зокрема ремонту. Визначна роль у розвитку цього наукового напрямку належить П. К. Анохину, Н. П. Бусленку, О. А. Гусакову, С. Р. Володимирському,

Н. І. Ільїну, М. І. Іванову, Г. С. Переселенкову та багатьом іншим дослідникам [3–6].

Ремонтні роботи характеризуються багато-профільністю, різноманітністю використаних машин та механізмів, матеріалів, виробів та сировини, різноманітними умовами виконання робіт.

Ремонтні роботи та їх складові можна представити як великі складні динамічні відкриті системи, які мають наступні властивості:

- наявність у всієї системи загальної цілі та загального значення, які визначають єдність та організованість всіх її елементів, незважаючи на можливі відмінності їх фізичної природи;

- наявність великої кількості взаємозв'язаних та взаємопроникаючих елементів, зміни в характері функціонування кожного з яких відображаються на характері функціонування інших елементів та системи в цілому;

- мінливість структури (складу та зв'язків елементів) у часі та у просторі;

- обмін матеріальними ресурсами, енергією та інформацією у часі та у просторі в рамках ресурсопотоків між елементами всередині систем та з оточуючою середою;

- ієрархічний (багаторівневий) характер управління в системі, яке передбачає поєднання централізованого управління з автономністю управління окремими частинами.

В основі управління будь-якою технічною системою чи процесом знаходиться рух інформації про стан її елементів в процесі функціонування. Організаційно-технологічні системи, які описують процеси при ремонтах залізобетонних мостів та шляхопроводів більш складні. Стан робочого процесу при функціонуванні систем менш прогнозований, а неякісне управління ним призводить до суттєвого зростання збитків. Тому важливим є формування структури процесу, який потребує ретельної уваги і особливо потужної багаторівневої інформаційної підтримки і комплексного ресурсного забезпечення.

Управління проектами та програмами дає можливість проробити різні варіанти реалізації технологій ремонтних робіт з урахуванням трудовитрат, машин та механізмів, способів фінансування і знайти раціональне рішення поставленої задачі. Для створення умов ефективної реалізації комплексів вже на стадії розробки проекту робіт встановлюється термін та способи ремонтних робіт, визначається загальна стратегія організації виробництва робіт.

Всі виробничі технологічні процеси потребують витрат ресурсів. І тому до стадії прий-

няття оптимального рішення, вибору тієї чи іншої технології ремонтних робіт розглядають різноманітні варіанти залучення тих чи інших ресурсів, оцінюють фінансову сторону технології ремонтних робіт.

Сукупності різноманітних ресурсів у їх русі та взаємодії прийнято називати ресурсопотоками, при формуванні яких до уваги приймають витрати на виготовлення, зберігання, перетворення та резервування окремих складових. Одним з головних принципів ресурсного забезпечення є принцип економії часу. За економічний критерій ефективності управління ресурсопотоками, за аналогією з критерієм ефективності організації виробництва, доцільно приймати співвідношення витрат до прибутку, який буде отримано від реалізації результатів роботи.

В основі управління будь-якою технічною системою чи процесом знаходиться рух інформації про стан її елементів в процесі функціонування. Стан робочого процесу мало прогнозований, а неякісне управління ним призводить до суттєвого зростання збитків. Тому формування структури процесу потребують ретельної уваги і особливо потужної багаторівневої ресурсної підтримки.

До числа найважливіших вимог до системи ресурсного забезпечення при ремонтах мостів та шляхопроводів відносять можливість виробничих маневрів в рамках ресурсопотоків шляхом обміну та перестановки ресурсів. Вихідним пунктом вирішення задачі управління ресурсопотоками та ресурсного забезпечення є формування бази ресурсів та можливість їх резервування.

Проблема формування якості результату праці розглядається з позиції відповідності її ресурсовитратам в конкретних технологічних процесах. Суть ресурсного підходу полягає у встановленні в межах конкретної технології граничного рівня якості, досягнення якого робить подальші витрати ресурсів малоефективними.

При виборі відомої або розробці нової (індивідуальної) технології ремонту перевагу слід надавати безвідходним технологіям, за яких існує можливість використання відходів одних технологічних процесів для успішної реалізації інших, а також попередній інформаційній оцінці пріоритетів вибору технологічних комплексів з позиції синергетики за критерієм безвідходності. Термін «синергетика» (від грецького «synergetikos» – «спільний», «злагоджено діючий») – означає науковий напрям, який вивчає зв'язки, утворені між структурними еле-

ментами систем (підсистем), та у відкритих системах завдяки інтенсивному потоковому обміну матеріалами, енергією та інформацією з оточуючим середовищем у нерівновісних умовах [2].

Всі ресурси можна розділити на дві групи: природні та антропогенні (створені людиною). До першої групи відносяться час, природно-екологічне середовище та такі матеріали як вода, дерево, пісок та ін., які не потребують спеціального перетворення. До другої групи відносяться майже всі будівельні матеріали, паливо, енергія, інформація, техніка, службово-технічні та житлові будівлі та споруди, тимчасові комплекси, які необхідні для потреб будівництва. Специфічною групою є фінансові ресурси, рух яких знаходиться в основі управління ринком ресурсів у цілому. Особливе місце в системі ресурсозабезпечення займають трудові ресурси. Управління ними тісно пов'язане з рішенням триєдиної задачі поєднання техніко-технологічних, організаційних та соціальних аспектів процесу ремонту.

Управління ресурсопотоками при ремонтних роботах, зокрема на мостах і шляхопроводах, здійснюється шляхом управління резервами ресурсів. Саме резерви є об'єктами цілеспрямованої дії, що дозволяє досягти поставленої цілі та очікуваного результату як цілі управління. Тому вихідним пунктом вирішення задачі управління ресурсопотоками та ресурсного забезпечення є формування бази інформації про наявність необхідних ресурсів та можливостей їх доцільного резервування. Під резервуванням умовно приймаємо деяку об'єктивну властивість ресурсу, яка дозволяє регулювати потребу в ньому, а під ресурсом резервування – процес управління якістю та кількістю ресурсних резервів [7]. Наявність або відсутність резерву визначають готовність системи до роботи в технологічному процесі, тобто ступінь володіння ресурсними резервами для вирішення виробничої задачі на заданому інтервалі часу, тому принцип резервування ресурсів можна вважати одним з основних принципів організації будівельного виробництва та управління ним.

Серед ресурсів, які споживає система при ремонтних роботах, найбільш важливим є час. Він одночасно є некерованим ресурсом і середою функціонування системи. Об'єктивна некерованість часом не означає неможливість його резервування. В проектах виробництва та організації робіт інтервали часу фіксують на спеціальних графоаналітичних моделях, широ-

ко відомих під назвою календарних графіків виробництва робіт. В залежності від інформаційних цілей та специфіки об'єкта ремонту застосовуються різні їх форми, наприклад сітвові та лінійні графіки, циклограми процесів, графіки поставок та запасів матеріалів та інші.

Для визначення резервів часу користуються методами теорії графів у вигляді моделей та відповідних програмних засобів. Послідовність робіт (подій), які лежать на критичному шляху, мають нульовий резерв часу. Інші роботи мають загальні або часткові резерви, фізична суть яких полягає в незбігу часу, виділеного на конкретну роботу за організаційними критеріями, з часом, необхідним для виконання роботи з технологічних міркувань.

Ефективність використання ресурсів залежить від досконалості та якості прийнятого рішення, від якості функціонування інформаційного поля та супроводжується витратою інформаційних ресурсів виробничої системи. В основі управління, як правило, знаходиться рух інформації: її пошук, збір, організація, передача, зберігання, обробка, перетворення та розповсюдження. Інформаційне резервування реалізується на кожній стадії ремонтного процесу одним або кількома з наступних шляхів:

- багатоваріантним опрацюванням рішень та порівнянням конкурентоспроможних варіантів з ціллю подальшого вибору найбільш раціональних для конкретних умов ремонтних робіт;
- безпечним доступом та раціональним розподілом інформаційних ресурсів;
- маніпуляцією та обробкою даних;
- розміщенням інформації;
- відстежуванням та оцінкою стану системи в цілому та її окремих елементів.

Потужним засобом підвищення ефективності управління виробничими процесами є автоматизація виробництва з використанням обчислювальної техніки. Найбільш точним є визначення – «модель-алгоритм-програма». Автоматичні та автоматизовані машини та обладнання працюють з інформацією краще, ніж людина, оскільки мають більш високу швидкість сприйняття і обробки інформації, не втомлюються і не відволікаються. Їх реакції на відхилення від плану та програми стабільні, послідовні та адекватні, менше залежать від випадкових факторів. З тих же причин автоматизовані системи мають суттєві переваги і перед неавтоматизованими системами. Призначення процесів автоматизації в інтенсифікації технологій ремонтних робіт – в покращенні використання інформації та інших ресурсних резервів системи,

підвищенні рівня безпеки, надійності, якості і стабільності, створенні умов для ув'язки задач управління процесами різних ієрархічних рівнів виробничої системи в цілому.

Використовувати наукові методи роботи з інформацією дозволяє комп'ютерне моделювання з використанням спеціальних програм. Програма – це технічна реалізація алгоритму, яка забезпечує можливість користування інформаційною технологією. Алгоритм є результатом чисельних кількісних методів оцінок поведінки об'єкту.

В останнє десятиріччя успішно розвивається науковий напрямок, пов'язаний з оцінкою та прогнозуванням надійності системи будівельного виробництва і ремонтних систем. Його можна розділити на три основні частини:

1. Технічна надійність засобів виробництва та предметів праці.
2. Організаційно-технологічна надійність виробничої системи.
3. Інформаційна надійність рішень управління.

Перший напрямок використовують для рішення задач методами, моделями та математичним апаратом класичної теорії надійності, адаптованої до специфіки будівельної техніки, матеріалів та конструкцій.

Другий і третій напрямки потребують нових підходів, які враховують специфіку людиномашинних управляючих систем, реальна надійність та живучість яких значно вище оцінок та прогнозів, отриманих шляхом розрахунків з використанням традиційних методик.

Найбільш очевидним та вивченим видом резервування при управлінні ресурсопотоками є структурне (складське, матеріальне) резервування. Структурне резервування у вигляді запасу сировини та матеріалів, парку будівельних машин, елементів складського господарства, транспорту та ін. використовується для забезпечення стабільної та надійної роботи при ремонті мостів та шляхопроводів. Структурне резервування може бути застосовано в основному до елементів матеріальної складової ресурсопотоків (наприклад, для складських запасів будівельних матеріалів поширена методика розрахунку структурного резерву будівельних матеріалів або конструкцій виконується методом кумулятивних кривих).

Важливою мірою оцінки якості резервування в теорії надійності є трудові та технічні резерви, незважаючи на те, що вони майже не мають можливості структурного резервування, оскільки люди та машини не повинні простою-

вати в очікуванні фронту робіт. Відомо, що трудові резерви реалізуються у формі реальних трудовитрат, які в ідеалі повинні відповідати нормативній (розрахунковій) трудомісткості ремонтних процесів. В реальності значення реальних трудовитрат можуть в декілька разів відрізнятись від нормативної трудомісткості робіт, – за рахунок перевиконання або недовиконання робітниками норм виробітки. Часто величини реальних трудовитрат і витрат машино-годин відрізняються від нормативної трудомісткості робіт, які регулюються нарядами на виконання робіт. Моделювати процес з ціллю аналізу та оцінки варіантів організації робіт можна шляхом зміни значень цих показників. Одним з напрямків оптимізації процесу організації робіт є формування рівно- або кратномістких технологічних модулів трудовитрат і витрат машино-годин з ціллю включення їх в спеціалізовану послідовність [8, 9]. З метою організації ритмічних потоків з кратним ритмом об'єкт розділяється на захватки та ділянки приблизно однакової трудомісткості та машиномісткості. Ресурсомісткість робіт, які виконуються протягом однієї робочої зміни, є величиною змінною. Ефективність використання ресурсів залежить від досконалості та якості прийнятого рішення, від якості функціонування інформаційного поля (для оцінки якості можуть бути застосовані методи математичної статистики).

Висновки

Ремонтні процеси представляють собою велику складну відкриту систему, особливістю функціонування якої є тісний взаємозв'язок, взаємодія та взаємопроникнення технічних, технологічних та організаційних елементів, які створюють синергетичну основу системи. При цьому забезпечуються такі системні якості, як загальна ціль, структурний зв'язок та цілісність, взаємопроникненість алгоритмів функціонування, ієрархічність.

Потреби виробництва в ресурсах задовольняються шляхом організації ресурсопотоків. Управління ресурсопотоками при ремонтних роботах здійснюється шляхом управління резервами ресурсів: часу, інформації, структур, функцій, трудових, матеріальних та технічних.

В подальшій роботі на реальних прикладах ремонтів мостів та шляхопроводів буде досліджена ефективність різних способів організації ресурсопотоків за критеріями витрат матеріальних складових і часу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Нейман, А. О. Системное управление ресурсопотоками строительных процессов [Текст] : монография / А. О. Нейман. – М.: Маршрут, 2006. – 240 с.
2. Краткая Российская энциклопедия [Текст]: в 3 т. т. 3. Р...Я // сост. Карев В. М. – М.: Большая Российская энциклопедия: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2003. – 1135 с.: ил. – С. 189.
3. Бусленко, Н. П. Моделирование сложных систем [Текст] / Н. П. Бусленко. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
4. Владимирский, С. Р. Системотехника мостостроения: методология и практические приложения [Текст] / С. Р. Владимирский. – СПб.: Питер, 1994. – 286 с.
5. Гусаков, А. А. Системотехника строительства [Текст] / А. А. Гусаков. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1993. – 386 с.
6. Иванов, М. И. Основы управления производством и автоматизированные системы управления транспортным строительством [Текст] : учеб. для вузов / М. И. Иванов, Б. А. Волков, В. Н. Нагин. – М.: Транспорт, 1984. – 328 с.
7. Нейман, А. О. Информационные основы управления ресурсами железнодорожного строительства [Текст] / А. О. Нейман // ВИНТИ РАН. – 2000. – № 12. – С. 2-10.
8. Луцкий, С. Я. Развитие и эффективность механизации транспортного строительства. [Текст] / С. Я. Луцкий, И. С. Адышев. – М.: Транспорт, 1988. – 247 с.
9. Ресурсосберегающий эффект строительного зонирования в практике переустройства железнодорожных станций [Текст] / А. О. Нейман и др. // ВИНТИ РАН. – 1999. – № 8. – С. 21-27.

Надійшла до редколегії 09.04.2010.

Прийнята до друку 16.04.2010.