

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 658.5:69-049.6:[519.863]

І. Д. ПАВЛОВ¹, М. О. ПОЛТАВЕЦЬ^{2*}, Ф. І. ПАВЛОВ³

¹ Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, вул. Жуковського, 66, Запоріжжя, Україна, 69600, ORCID 0000-0002-0412-6351

^{2*} Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, вул. Жуковського, 66, Запоріжжя, Україна, 69600, тел. +38(050) 710 00 58, ел. пошта poltavmar@ukr.net, ORCID 0000-0003-0504-5278

³ Кафедра планування і організації виробництва, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, Україна, 49600, ORCID 0000-0002-4442-9277

СИСТЕМНЕ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЮ НАДІЙНІСТЮ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ В БУДІВНИЦТВІ

Мета. Розробка моделі перспективного управління виробничими системами будівельної галузі на основі загальних законів і принципів системології на шляху досягнення системою кінцевого визначеного результату – організаційно-технологічної надійності будівництва. **Методика.** Використання методів системного аналізу та системотехнічного обґрунтування, використання методів теорії систем, використання методів теорії моделювання з метою перспективного управління виробничими системами будівельної галузі на основі загальних законів і принципів системології на шляху досягнення системою кінцевого визначеного результату – організаційно-технологічної надійності будівництва. **Результати.** Обґрунтовано вплив параметрів календарного графіку на надійність зведення житлових будівель, у взаємозв'язку із управлінням та реалізацією проекту; виконані статистичні випробування дозволяють врахувати імовірнісний характер будівництва і вплив випадкових факторів на процес зведення будинків; виявлені та обґрунтовані чинники низького рівня організаційно-технологічної надійності проектування і вірогідності зниження планового прибутку, які криються в фінансових, часових, просторових і організаційних втратах. **Наукова новизна.** Запропонована оптимізаційна модель вдосконалення загальної методики з ефективною реалізацією організаційно-технологічних можливостей виробничих систем по забезпеченню організаційно-технологічної надійності будівництва. **Практична значимість.** Використання оптимізаційних заходів з підвищення організаційно-технологічної надійності запропоновано реалізовувати за розробленою структурно-логічною схемою, яка визначає пріоритетні напрямки перспективної стратегії управлінської діяльності у контексті системологічного розуміння. **Висновки.** Виконано системотехнічне прогнозування термінів зведення житлових об'єктів на основі імовірнісно-статистичного підходу. Перспективність управлінської стратегії вдосконалена аналітичним дослідженням впливу напруженості робіт календарного графіку на надійність виконання будівельного проекту та розробленими рекомендаціями з оптимізації організаційно-технологічного проектування і зменшення ступеня ризику підрядної організації у процесі функціонування виробничих систем будівництва.

Ключові слова: будівництво; системологія; виробнича система; інформаційні модулі; функції управління; стан системи; надійність системи; організаційно-технологічна надійність; безвідмовність; моделювання

Вступ

Резерви вирішення більшості організаційно-технологічних задач будівельного виробництва знаходяться в комплексі взаємозв'язків його функціональних підсистем. Порушення системної методології з організації виробництва призвело до роз'єднаності підходів в інформаційних і функціональних аспектах, відсутності єдності моделюючого простору і крізної інформаційної підтримки при прийнятті організаційно-технологічних рішень.

У цих умовах предметні області основних управлінських функцій утворюють підсистеми

за базовими видами діяльності, які вимагають якісного управління менеджерами різних рівнів з урахуванням термінів, вартості, витрат, прибутків, закупівель, постачання і розподілу ресурсів, змін і ризиків, інформації і комунікації, запасів і раціоналізації. Управління виробничою системою є організаційно-технологічною проблемою, рішення якої знаходиться на стиках і в нічийних зонах комплексу взаємопов'язаних функціональних підсистем виробництва.

Сучасна наукова спільнота з будівництва об'єднується на шляху підвищення ефективно-

сті виробничих систем та необхідності обґрунтування раціонального рівня організаційно-технологічної надійності проектування ще на стадії техніко-економічних обґрунтувань (Оре, 1980; Гусаков, (Ред.), 1999; Пшінько, Радкевич, & М'якенька, 2012; Млодецкий, Тян, Попова, & Мартыш, 2013; Млодецкий, & Цецаревич, 2015; Мартиш, О. О., Мартиш, О. П., Павлов, Ринкевич, & Михайлова, 2017).

У наукових працях зазначено, що організаційно-технологічні, соціально-економічні виробничі системи, де істотну роль грає кінцева мета функціонування системи – це цілеспрямована сукупність елементів або комплекс вибірково залучених елементів, які взаємно сприяють досягненню заданого корисного результату, який приймається основним системоутворюючим чинником (Гусаков, 1983; Судаков, & Гусаков, (Ред.), 2004; Данкевич, 2019).

Мета

Розробка моделі перспективного управління виробничими системами будівельної галузі на основі загальних законів і принципів системології на шляху досягнення системою кінцевого визначеного результату – організаційно-технологічної надійності будівництва.

Методика

Для ефективного управління виробничою будівельною системою необхідно підвищувати організаційно-технологічну надійність зведення об'єктів ще на стадії техніко-економічних обґрунтувань. Підвищення якості, ефективності та надійності будівельних проектів вимагає вдосконалення як наукового, нормативно-методичного забезпечення проектування, так і оснащення проектувальників сучасним комплексом технічних засобів, комп'ютеризації більшості процесів проектування, створення ефективних інформаційних систем, розвинених баз даних та інтелектуальних систем.

Для врахування впливу взаємозв'язків, взаємодії необхідно розробити модель, адекватну умовам задачі з управління виробничою системою, розкрити і врахувати інформаційні, функціональні і інші необхідні міжсистемні зв'язки, які взаємно сприяють досягненню системою кінцевого визначеного результату – підвищення організаційно-технологічної надійності будівництва.

Об'єктом системного дослідження є складні системи, що складаються з взаємопов'язаних елементів у єдине ціле з усіма зв'язками і властивостями.

Система (від др.-грець. – «складене з частин», «з'єднання», від «сполучаю, складаю») – це відокремлена сукупність елементів, що взаємодіють між собою, яка утворює деяку цілісність, володіє певними інтегральними властивостями, що дозволяє їй виконувати в довкіллі певну функцію (Гусаков, 1983; Пшінько, Радкевич, & М'якенька, 2012; Данкевич, 2019).

Системологія – (від др.-грець. – ціле, складене з частин; – «слово», «думка», «сенс», «поняття») – це теорія складних систем; фундаментальна інженерна наука, що встановлює загальні закони потенційної ефективності складних матеріальних систем як технічної, так і біологічної природи (Гусаков, 1983; Гусаков, (Ред.), 1999; Пшінько, Радкевич, & М'якенька, 2012; Данкевич, 2019).

У контексті гармонізації системологічного управління виробничими системами та вдосконаленні перспективних стратегій застосуємо методіку керування організаційно-технологічною надійністю. Надійність виробничої системи – це комплексна властивість виробничої системи функціонувати на задовільному рівні впродовж заданого часового терміну, з надбанням кількісних часових характеристик, таких як вірогідність, функціональність, безвідмовність, довговічність, стійкість, живучість, безпека та інше.

Організаційно-технологічна надійність виробничої системи (в будівництві) – це здатність виробничої системи, використовуючи організаційні рішення, регулювати внутрішні технологічні процеси зі збереженням технічних параметрів з заданою вірогідністю за конкретних умов будівельного виробництва, а також у заданих розрахункових межах задля отримання запланованого результату – безперебійного функціонування виробництва.

Встановлена надійність має бути забезпечена на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, а саме: вишукування і проектування; виготовлення, транспортування та зберігання будівельних виробів; освоєння будівельного майданчика та зведення об'єкта, приймання об'єкта в експлуатацію; використання об'єкта за призначенням протягом встановленого терміну експлуатації.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

платуації, оцінка технічного стану, ремонт; реконструкція й подальше використання у нових умовах; ліквідація об'єкта.

Внутрішня архітектоніка виробничих систем складається з неоднорідних елементів, де кожен несе своє функціональне і специфічне навантаження в досягнення результату. Тому до складу функціональних систем слід включити такі неоднорідні підсистеми, як інженерні дослідження, техніко-економічне обґрунтування, проектування, об'ємно-планувальні і конструктивні рішення проектів, методи їх зведення, управління зведенням, експлуатація. Ці підсистеми діляться на низку неоднорідних складових (елементів), які розглядаються розрізнено і поза єдиною функціональною системою, що призводить до проблем у досягненні спільного корисного результату.

В оцінці результату стала можлива розробка теорії організаційно-технологічної надійності будівельного виробництва. Структура систем, склад елементів, якісні і кількісні зв'язки між елементами, необхідні вхідні і вихідні дані є атрибутами системотехніки. Підхід не має бути жорстко детермінованим, а повинен володіти гнучкістю перебудови задля досягнення основної мети (Менейлюк, Ершов, & Никифоров, 2016).

Визначення надійності в оцінці результату передбачає в необхідних випадках для забезпечення заданого результату структурну перебудову системи і функціональну підміну одних елементів (ненадійних, таких, що відмовили) іншими елементами, що виконували раніше інші функції (Мартиш, О. О., Мартиш, О. П., Павлов, Ринкевич, & Михайлова, 2017).

Послідовність дій перспективного розвитку в управлінні виробничими системами відображається через перелік повних функцій управління, які є системою стереотипів (тобто трафаретних, звичних дій) стосунків і перетворень між інформаційним модулями цієї системи.

Інформаційний модуль управління – це інформаційний стан, який в ту або іншу сторону змінює міру цього елемента, що призводить до нового матеріального змісту цього елемента. Будь-яка передача інформації від одного елемента до іншого є впливом, що управляє. Розглянемо сім інформаційних модулів управління виробничими системами: перший інформаційний модуль (ψ_1) – оцінка стану управління

об'єктом; другий інформаційний модуль (ψ_2) – визначення власного стану суб'єкту управління; третій інформаційний модуль (ψ_3) – визначення стану сусідніх об'єктів, з якими виконується взаємодія; четвертий інформаційний модуль (ψ_4) – стан довкілля, в якому виконується взаємодія елементів системи; п'ятий інформаційний модуль (ψ_5) – стан структури, яка здійснює управління (суб'єкт управління); шостий інформаційний модуль (ψ_6) – вказівки та обмеження від більш вищих структур управління; сьомий інформаційний модуль (ψ_7) – розрізнення-методологія (усвідомлення процесу управління системою через поєднання всіх сімох інформаційних модулів).

Повні функції управління означають циркуляцію інформації і перетворення інформації в процесі управління виробничою системою. При розгляді будь-якого виробничого процесу використана методика комплексного уявлення системи управління.

Повні функції управління виробничої системи – це послідовність дій суб'єкту управління у межах перспективної стратегії розвитку: дія перша (X_1) – розпізнавання фактора середовища, тобто фактора, який впливає на систему, з якою стикається інтелект; дія друга (X_2) – формування стереотипу розпізнавання, тобто розпізнавання чинника середовища на майбутнє; дія третя (X_3) – формування вектору цілей відносно кожного чинника середовища і внесення часткового вектора до загального вектора; дія четверта (X_4) – формування цільової функції (концепції), управління на основі рішення задачі стійкості за передбаченістю; дія п'ята (X_5) – організація структури, яка управляє та несе в собі цільову функцію управління; шоста дія (X_6) – контроль, спостереження за діяльністю структури системи в процесі управління; сьома дія (X_7) – підтримання працездатності або ліквідація – підтримка працездатності структури в процесі управління або її ліквідація (при необхідності).

Повні функції управління виробничої системи можуть бути реалізовані тільки в інтелектуальній схемі управління, яка припускає творчість системи управління, наявність інтелекту керівника, який зобов'язаний вирішити наступні завдання: завдання перше (χ_1) – виявлення чинників середовища, які впливають на виробничу систему (без творчого підходу це зробити

неможливо); завдання друге (χ_2) – формування векторів цілей (це також творчий процес); завдання третє (χ_3) – формування нових концепцій управління (як усе це зробити, якими новітніми засобами користуватися, якими перспективними силами?); завдання четверте (χ_4) – вдосконалення методології прогнозу та корекції при вирішенні завдань стійкості по передбаченості за схемою «предиктор – коректор»; завдання п'яте (χ_5) – здатність керуючої системи самотужки виробляти новий інформаційний модуль на основі системології управління.

Результати

Управління виробничими системами може вдало виконуватись за допомогою структурно-логічної комплексної моделі управління виробничою системою (рис. 1).

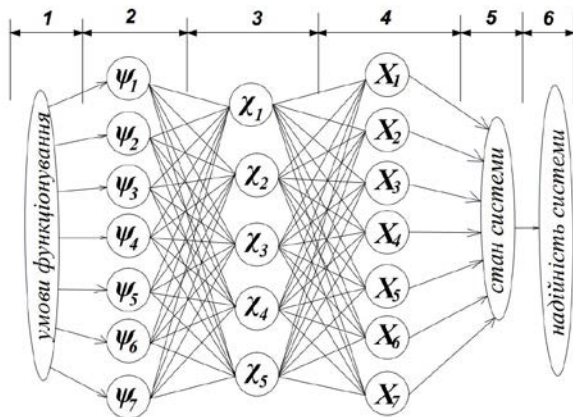


Рис. 1. Структурно-логічна комплексна модель управління виробничою системою

Структурно-логічна комплексна модель на рис. 1 відображає взаємозв'язок інформаційних модулів, повних функцій управління виробничими системами та поєднує стани перспективного розвитку системи шляхом наступних фаз перетворення (Йенсен, & Барнес, 1984): перша фаза – фаза умов навколишнього середовища системи (вихідні дані); друга фаза – фаза інформаційних можливостей функціональних потоків; третя фаза – фаза інтелектуальної схеми управління; четверта фаза – фаза здійснення функціональних процесів управління системою; п'ята фаза – фаза формування стану системи; шоста фаза – фаза цільових можливостей системи або надійності системи (результат функціонування).

Процедури будівельної експертизи в області визначення організаційно-технологічної надійності будівельного проекту містять ряд основних завдань, серед яких є: оцінка надійності розроблених календарних планів та графіків з визначенням вірогідності зриву термінів робіт; розроблення комплексу організаційно-технологічних заходів з метою підвищення організаційно-технологічної надійності.

Одним з параметрів календарного плану будівництва, який безпосередньо стосується надійності організаційно-технологічного проектування, є коефіцієнт напруженості K_H роботи.

Коефіцієнтом напруженості K_H роботи $P_{i,j}$ називається відношення тривалості неспівпадаючих (укладених між одними і тими ж подіями) відрізків шляху, одним з яких є шлях максимальної тривалості, що проходить через цю роботу, а іншим – критичний шлях (Гусаков, 1974):

$$K_H = \frac{t(L_{max}) - t1_{кр}}{t_{кр} - t1_{кр}}$$

де $t(L_{max})$ – тривалість максимального шляху, що проходить через роботу $P_{i,j}$ від початку до кінця сільового графіка; $t_{кр}$ – тривалість (довжина) критичного шляху; $t1_{кр}$ – тривалість відрізка розглянутого максимального шляху, що збігається з критичним шляхом.

Коефіцієнт напруженості K_H роботи $P_{i,j}$ може змінюватися в межах від 0 (для робіт, у яких відрізки максимального із шляхів, які не збігаються з критичним шляхом, складаються з фіктивних робіт нульової тривалості) до 1 (для робіт критичного шляху). Чим ближче до 1 коефіцієнт напруженості K_H роботи $P_{i,j}$, тим складніше виконати дану роботу у встановлені терміни. Чим ближче K_H роботи $P_{i,j}$ до нуля, тим більшим відносним резервом володіє максимальний шлях, що проходить через дану роботу.

Значення коефіцієнту K_H перебуває у межах $0 < K_H < 1$. Прямо пропорційне зростанню коефіцієнта збільшується складність своєчасного виконання робіт, а отже, зменшується вірогідність досягнення кінцевого результату – введення в дію об'єктів з необхідною якістю, у встановлені терміни з максимальним прибутком підрядника.

Обчислені коефіцієнти напруженості дозволяють додатково класифікувати роботи по зо-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

нам. Залежно від величини K_n виділяють три зони: 1) критичну ($K_n > 0,8$); 2) підкритичну ($0,6 < K_n < 0,8$); 3) резервну ($K_n < 0,6$).

Аналіз коефіцієнту K_n дозволяє виявити основні залежності, які впливають на надійність зведення будівлі у заданий термін.

Для зручності проведення дослідження прийемо в якості вихідних даних результати розрахунків організаційно-технологічної моделі зведення шістнадцятиповерхового житлового будинку. Екстраполяційними методами отримані значення для всього проміжку значень $0 < K_n < 1$.

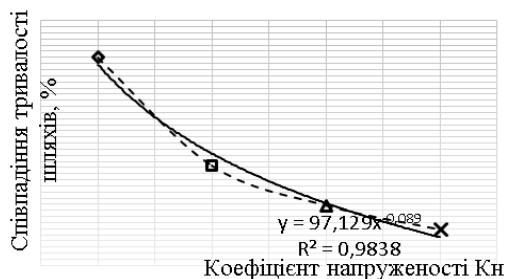
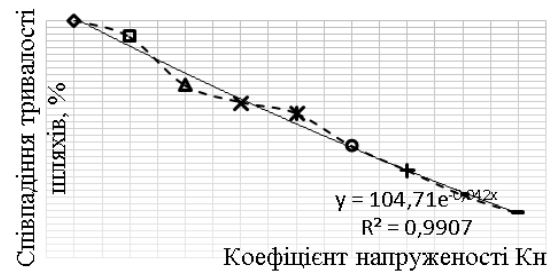
До резервної зони входять всі значення, які відповідають ($K_n < 0,6$). Із рисунків 2 та 3 видно, що в резервну зону входять роботи, у яких тривалість шляхів, які проходять через них, збігається з тривалістю критичного шляху на більш ніж 83,3 %.

Таблиця 1

Вихідні дані до розрахунків

Робота $P_{i,j}$	$t(L_{max})$, днів	$t_{1_{кр}}$, днів	Збігання тривалості шляхів $t(L_{max})$ і $t_{кр}$, %	K_n
(1,2)	433	433	100,0	0
(2,3)	365	321	87,90	0,39
(5,6)	378	342	90,50	0,40
(7,8)	337	329	97,60	0,077
(7,9)	381	329	86,35	0,50

Під визначення підкритичної зони підпадають роботи з ($0,6 < K_n < 0,8$). Виходячи з графіку, підкритичними є роботи, у яких співпадіння тривалості шляху, який проходить через них, збігається з тривалістю критичного шляху у межах 73,3...83,3 %.

Рис. 2. Графічне зображення залежності K_n від величини співпадіння тривалості шляхів $t(L_{max})$ і $t_{кр}$ у %Рис. 3. Графічне зображення залежності K_n від величини співпадіння тривалості шляхів $t(L_{max})$ і $t_{кр}$ у % для значень K_n від 0 до 1

Роботи, у яких $t_{1_{кр}}$ складає менш ніж на 73,3 % від $t(L_{max})$, є критичними, коефіцієнт напруженості перевищує 0,8.

Проаналізувавши рисунки 2 та 3 можна побачити, що: роботи, через які проходять критичний шлях, мають нульовий коефіцієнт напруженості; чим більша тривалість співпадаючих робіт критичного шляху та шляху максимальної довжини, що проходить через задану роботу, тим менший коефіцієнт напруженості цієї роботи; якщо співпадіння дорівнює менше 70 % роботу вкрай складно виконати вчасно.

Надійність зведення житлових будівель істотно впливає на ефективність капітальних вкладень. Підвищення рівня якості організаційно-технологічного проектування – основний метод отримання максимального прибутку (Гусаков, 1983; Миротин, & Ташбаев, 2004; Млодецький, & Цецаревич, 2015).

Серед великої кількості факторів впливу на будівельне виробництво найбільш значимими є організаційно-технологічні. Такі чинники, як тип виробництва, рівень механізації робіт, характер і особливості процесу, природні і метеорологічні умови, призводять до явних і прихованих втрат часу, які часом перевищують 30 % від запланованого.

Критерії надійності організаційно-технологічного проектування тісно пов'язані з вірогідністю виникнення відмов під час будівельного процесу. Найбільш ефективним шляхом підвищення організаційно-технологічної надійності є усунення причин виникнення відмов. На основі аналізу факторів, які спричиняють виникнення відмов при виконанні будівельно-монтажних робіт, розроблені рекомендації, дотримання яких дозволить вдосконалити організаційно-технологічне проектування і підвищити надійність зведення житлових будівель.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

За результатами проведеного дослідження з системного управління виробничими процесами будівництва запропонуємо напрями з оптимізаційних заходів щодо підвищення організаційно-технологічної надійності виробничих систем в будівництві: оперативне управління і планування; якісна організація диспетчерської служби, своєчасне забезпечення об'єктів будівельними конструкціями, матеріалами і виробами, створення страхових запасів виробів і

матеріалів, організаційно-технологічна підготовка будівельного виробництва.

Використання оптимізаційних заходів з підвищення організаційно-технологічної надійності реалізується за структурно-логічною схемою, яка визначає пріоритетні напрямки перспективної стратегії управлінської діяльності у контексті системологічного розуміння (рис. 4).

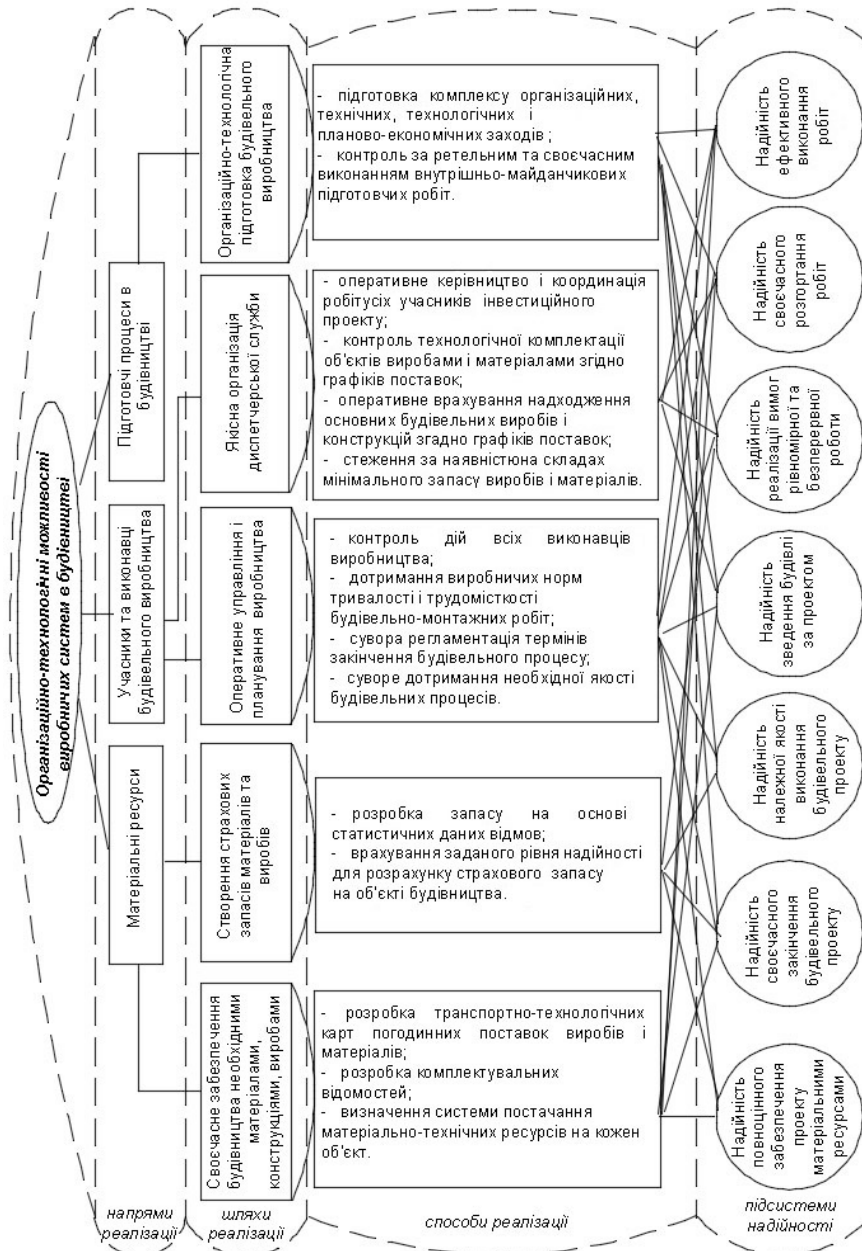


Рис. 4. Структурно-логічна оптимізаційна схема з системної реалізації організаційно-технологічних можливостей виробничих систем в будівництві

© І. Д. Павлов, М. О. Полтавець, Ф. І. Павлов, 2020

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Наукова новизна та практична значимість

Запропоновано модель управління виробничими системами будівельної галузі на основі загальних законів і принципів системології.

Структурно-логічна комплексна модель відображає взаємозв'язок інформаційних модулів, повних функцій управління та очікуваних станів системи

Визначення надійності в оцінці результату передбачає в необхідних випадках для забезпечення заданого результату структурну перебудову системи і функціональну підміну ненадійних елементів іншими елементами, що виконували раніше інші функції.

Обґрунтовано вплив параметрів календарного графіку на надійність зведення житлових будівель, у взаємозв'язку із управлінням та реалізацією проекту. Виконані статистичні випробування дозволяють врахувати імовірнісний характер будівництва і вплив випадкових факторів на процес зведення будинків.

Виявлені та обґрунтовані чинники низького рівня організаційно-технологічної надійності проектування і вірогідності зниження планового прибутку, які криються в фінансових, часових, просторових і організаційних втратах.

Висновки

Використання оптимізаційних заходів з підвищення організаційно-технологічної надійності запропоновано реалізовувати за розробленою структурно-логічною схемою, яка визначає пріоритетні напрямки перспективної стратегії управлінської діяльності у контексті системологічного розуміння.

Запропонована ефективна реалізація організаційно-технологічних можливостей виробничих систем по забезпеченню організаційно-технологічної надійності дозволяє оптимізувати перспективну стратегію розвитку будівельного проекту та підвищити ефективність капітальних вкладень при забезпеченні договірних обов'язків по термінам введення об'єкта в експлуатацію.

Схема оптимізації організаційно-технологічної надійності виробничих систем

являє собою механізм протидії ризиковим ситуаціям та їх наслідкам і необхідна для підвищення надійності всього будівельного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Гусаков, А. А. (1974). *Организационно-технологическая надежность строительного производства*. Москва: Стройиздат.
- Гусаков, А. А. (1983). *Системотехника в строительстве*. Москва: Стройиздат.
- Гусаков, А. А. (Ред.) (1999). *Системотехника строительства. Энциклопедический словарь*. Москва: Фонд «Новое тысячелетие».
- Данкевич, Н. О. (2019). Підвищення ефективності організаційних рішень у складі проекту організації будівництва. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 16, 38-43.
- Йенсен, П., & Барнес, Д. (1984). *Потоковое программирование*. Москва: Радио и связь.
- Мартиш, О. О., Мартиш, О. П., Павлов, Ф. І., Ринкевич, Н. С., & Михайлова, І. О. (2017). Підвищення організаційно-технологічної надійності календарних планів будівництва. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 12, 51-62.
- Менейлюк, А. І., Ершов, М. Н., & Никифоров, А. Л. (2016). *Оптимизация организационно-технологических решений реконструкции высотных инженерных сооружений*. Київ: ТОВ НВП «Інтерсервіс».
- Миротин, Л. Б., & Ташбаев, Ы. Э. (2004). *Системный анализ в логистике*. Москва: Экзамен.
- Млодецкий, В. Р., Тянь, Р. Б., Попова, В. В., & Мартыш, А. А. (2013). *Организационно-технологическая и экономическая надежность в строительстве*. Днепропетровск: Наука и образование.
- Млодецкий, В. Р., & Цецаревич, Т. О. (2015). Обґрунтування раціонального рівня організаційно-технологічної надійності у будівельних проєктах. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*, 9 (210), 49-54.
- Оре, О. (1980). *Теория графов*. Москва: Наука.
- Пшійко, О. М., Радкевич, А. В., & М'якенька, І. В. (2012). Аналіз сучасних підходів до організаційно-технологічної надійності транспортних споруд. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 1, 88-92.
- Судаков, К. В. & Гусаков, А. А. (Ред.) (2004). *Информационные модели функциональных систем*. Москва: Фонд «Новое тысячелетие».

І. Д. ПАВЛОВ¹, М. А. ПОЛТАВЕЦ^{2*}, Ф. І. ПАВЛОВ³

¹ Кафедра промышленного и гражданского строительства, Запорожский национальный университет, ул. Жуковского, 66, Запорожье, Украина, 69600, ORCID 0000-0002-0412-6351

^{2*} Кафедра промислового і громадянського будівництва, Запорізький національний університет, ул. Жуковського, 66, Запоріжжя, Україна, 69600, тел. +38(050) 710 00 58, ел. пошта poltavmar@ukr.net, ORCID 0000-0003-0504-5278

³ Кафедра планування і організації виробництва, Придніпровська державна академія будівництва і архітектури, ул. Чернышевского, 24-а, Дніпр, Україна, 49600, ORCID 0000-0002-4442-9277

СИСТЕМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТЬЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Цель. Разработка модели перспективного управления производственными системами строительной отрасли на основе общих законов и принципов системологии на пути достижения системой конечного определенного результата – организационно-технологической надежности строительства. **Методика.** Использование методов системного анализа и системотехнического обоснования, использование методов теории систем, использования методов теории моделирования с целью перспективного управления производственными системами строительной отрасли на основе общих законов и принципов системологии на пути достижения системой конечного определенного результата – организационно-технологической надежности строительства. **Результаты.** Обосновано влияние параметров календарного графика на надежность возведения жилых зданий, во взаимосвязи с управлением и реализацией проекта; выполнены статистические испытания позволяют учесть вероятностный характер строительства и влияние случайных факторов на процесс возведения домов; выявлены и обоснованы факторы низкого уровня организационно-технологической надежности проектирования и достоверности снижения плановой прибыли, которые содержатся в финансовых, временных, пространственных и организационных потерях. **Научная новизна.** Предложенная оптимизационная модель совершенствования общей методики для эффективной реализации организационно-технологических возможностей производственных систем по обеспечению организационно-технологической надежности строительства. **Практическая значимость.** Использование оптимизационных мероприятий по повышению организационно-технологической надежности предложено реализовывать по разработанной структурно-логической схеме, которая определяет приоритетные направления перспективной стратегии управленческой деятельности в контексте системологического понимания. **Выводы.** Выполнено системотехническое прогнозирование сроков возведения жилых объектов на основе вероятностно-статистического подхода. Перспективность управленческой стратегии, усовершенствованная аналитическим исследованием влияния напряженности работ календарного графика на надежность выполнения строительного проекта и разработанными рекомендациями по оптимизации организационно-технологического проектирования и уменьшения степени риска подрядной организации в процессе функционирования производственных систем строительства.

Ключевые слова: строительство; системология; производственная система; информационные модули; функции управления; состояние системы; надежность системы; организационно-технологическая надежность; безотказность; моделирование

I. D. PAVLOV¹, M. O. POLTAVETS^{2*}, F. I. PAVLOV³

¹ Department: Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, Zhukovskogo str. 66, Zaporizhzhya, Ukraine, 69600, ORCID 0000-0002-0412-6351

^{2*} Department: Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, Zhukovskogo str. 66, Zaporizhzhya, Ukraine, 69600, tel. +38(050) 710 00 58, e-mail poltavmar@ukr.net, ORCID 0000-0003-0504-5278

³ Department of Planning and Organization of Production, Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture, Chernyshevsky str., 24-a, Dnipro, Ukraine, ORCID 0000-0002-4442-9277

SYSTEM MANAGEMENT OF ORGANIZATIONAL-TECHNOLOGICAL RELIABILITY OF PRODUCTION PROCESSES IN BUILDING

Purpose. Development of a model of perspective management of production systems of the construction industry on the basis of general laws and principles of systemology on the way to achieving the system of the final definite result – organizational and technological reliability of construction. **Methodology.** Use of methods of system analysis and systematic justification, use of methods of systems theory, use of methods of modeling theory with the

© I. Д. Павлов, М. О. Полтавец, Ф. І. Павлов, 2020

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

purpose of perspective management of production systems of the construction industry on the basis of general laws and principles of systemology on the way to achieving the system of final definite result – organizational and technological reliability of construction. **Findings.** The influence of the calendar schedule parameters on the reliability of construction of residential buildings in relation to the management and implementation of the project is substantiated; performed statistical tests allow to take into account the probabilistic nature of construction and the influence of random factors on the process of building houses; factors of low level of organizational and technological reliability of designing and probability of reduction of planned profit, which are hidden in financial, time, space and organizational losses, are revealed and substantiated. **Originality.** The optimization model of improvement of the general methodology for the effective realization of organizational and technological capabilities of production systems to ensure organizational and technological reliability of construction is proposed. **Practical value.** The use of optimization measures to improve organizational and technological reliability is proposed to be implemented in accordance with the developed structural and logical scheme, which determines the priority directions of the prospective strategy of management activities in the context of systematic understanding.

Keywords: construction; systemology; production system; information modules; control functions; system state; system reliability; organizational-technological reliability; reliability; modeling

REFERENCES

- Gusakov, A. A. (1974). *Organizacionno-tehnologicheskaja nadezhnost' stroitel'nogo proizvodstva*. Moskva: Strojizdat. (in Russian)
- Gusakov, A. A. (1983). *Sistemotekhnika v stroitel'stve*. Moskva: Strojizdat. (in Russian)
- Gusakov, A. A. (Red.) (1999). *Sistemotekhnika stroitel'stva. Jenciklopedicheskij slovar'*. Moskva: Fond «Novoe tysjacheletie». (in Russian)
- Dankevych, N. O. (2019). Pidvyshhennja efektyvnosti orghanizacijnykh rishenj u skladi proektu orghanizaciji budivnyctva. *Mosty ta tuneli: teorija, doslidzhennja, praktyka*, 16, 38-43. (in Ukrainian)
- Jensen, P., & Barnes, D. (1984). *Potokovoe programmirovanie*. Moskva: Radio i svjaz'. (in Russian)
- Martysh, O. O., Martysh, O. P., Pavlov, F. I., Rynkevych, N. S., & Mykhajlova, I. O. (2017). Pidvyshhennja orghanizacijno-tehnologichichnoji nadijnosti kalendarnykh planiv budivnyctva. *Mosty ta tuneli: teorija, doslidzhennja, praktyka*, 12, 51-62. (in Ukrainian)
- Menejljuk, A. I., Ershov, M. N., & Nikiforov, A. L. (2016). Optimizacija organizacionno-tehnologicheskikh reshenij rekonstrukcii vysotnyh inzhenernykh sooruzhenij. Kyjiv: TOV NVP «Interservis». (in Russian)
- Mirotin, L. B., & Tashbaev, Y. Je. (2004). *Sistemnyj analiz v logistike*. Moskva: Jekzamen. (in Russian)
- Mlodeckij, V. R., Tjan, R. B., Popova, V. V., & Martysh, A. A. (2013). *Organizacionno-tehnologicheskaja i jekonomicheskaja nadezhnost' v stroitel'stve*. Dnepropetrovsk: Nauka i obrazovanie. (in Russian)
- Mlodeckij, V. R., & Cecarevych, T. O. (2015). Obgruntuvannja racionaljnogho rivnja orghanizacijno-tehnologichichnoji nadijnosti u budiveljnykh proektakh. *Visnyk Prydniprovsjkoji derzhavnoji akademiji budivnyctva ta arkhitektury*, 9 (210), 49-54. (in Ukrainian)
- Ore, O. (1980). *Teorija grafov*. Moskva: Nauka. (in Russian)
- Pshinjko, O. M., Radkevych, A. V., & M'jakenjka, I. V. (2012). Analiz suchasnykh pidkhodiv do orghanizacijno-tehnologichichnoji nadijnosti transportnykh sporud. *Mosty ta tuneli: teorija, doslidzhennja, praktyka*, 1, 88-92. (in Ukrainian)
- Sudakov, K. V. & Gusakov, A. A. (Red.) (2004). *Informacionnye modeli funkcional'nyh sistem*. Moskva: Fond «Novoe tysjacheletie». (in Russian)

Надійшла до редколегії 26.03.2020.

Прийнята до друку 24.04.2020.