

УДК 69.05:699.8

к.т.н., доцент Чернишев Д.О.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ІСТОТНИХ РЕСУРСНО-КАЛЕНДАРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВЕЛЬНОГО КОНТРАКТУ В КОНТЕКСТІ «ПОВНОГО РЕСУРСНОГО ЦИКЛУ» БУДІВНИЦТВА

Розглянуто наукові основи та організаційно-технологічне забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд, а також теоретичні методи розрахунку істотних ресурсно-календарних характеристик будівельного контракту на основі критеріального базису екологічної безпеки в контексті «повного ресурсного циклу» будівництва відповідно до нормативно-технічних вимог, за умови виконання яких відходи, що утворюються протягом життєвого циклу об'єкта, придатні до подальшого ресурсному або енергетичному використанню при мінімальних витратах ресурсів.

Ключові слова: будівельний контракт, ресурсно-календарні характеристики, проект, повний ресурсний цикл будівництва

Вступ. Здатність побудови ефективних планів, що ґрунтуються на раціональній участі і виконанні запланованих будівельних проектів є однією зі складових успішного розвитку будівельної організації. А модель оптимального розподілу БМР між підрозділами будівельної організації забезпечує максимально рівномірне завантаження всіх її підрозділів і впливає на надійність організаційної системи будівельного підприємства.

Це зумовлено тим, що надійність організаційної системи визначається ймовірністю того, що в довільний момент часу значення контрольованих параметрів (наприклад, обсяг виконаних робіт у натуральних одиницях) не виходять за межі допустимих відхилень. Відповідно до положень теорії надійності, виробничі системи у процесі цілеспрямованого функціонування можуть перебувати у двох станах: працездатному (що відповідає визначенню надійності) та непрацездатному (що відповідає визначенню ризику). Перехід системи з працездатного стану в непрацездатний характеризується відмовою. На відміну від технічних систем, в організаційних системах цей перехід є не миттєвим (раптовим), а плавним «параметричним». За параметричних відмов поступово накопичуються негативні тенденції в системі, і завдання управління полягає у виявленні стійких негативних тенденцій на ранній стадії їх появи, в результаті чого збільшується час для їх компенсації ще до досягнення межі

допустимих відхилень. Отже, управління виключає або зменшує ймовірність появи відмови, підвищуючи загалом надійність функціонування системи.

Постановка проблеми досліджень

Відомо, що будівельні системи значно складніші за технічні системи. Головна відмінна особливість будівельних систем – їх організаційний характер, об'єднання у виробничому процесі не лише технічних систем (конструкцій, будівель, машин), але і соціологічних систем (робітників, бригад). Взаємодія цих систем між собою і із зовнішнім середовищем носить імовірнісний характер [1-4; 7-8], який, проте, до останнього часу не враховувався організаційно-технологічною документацією по зведенню будівель і комплексів, заснованою на детермінованій нормативній базі (ДБН, СНіП, ЄНіР, ГНч та ін.).

Основною принциповою відмінністю організаційно-технологічної надійності у будівництві від надійності інших складних технічних систем є те, що надійність будівельного виробництва характеризується в першу чергу, як надійність результатів діяльності, коли надійність технічних систем розглядається, як надійність функціонування технічних елементів та складових цих систем. Саме тому, на відміну від більшості складних технічних систем, які розглядаються загальною теорією надійності, системи будівельного виробництва характеризуються не повними, а частковими відмовами (збоями у будівельних та пов'язаних із ними процесах, зазвичай із порушенням календарних строків та вартості будівництва), які усуваються в процесі функціонування системи. Як показує досвід роботи і відповідні розрахунки, простої менше як 2 години на добу несуттєво впливають на роботу монтажного потоку, тому що таке відставання може бути ліквідовано за рахунок періодичного зростання продуктивності праці і використання резервів робочого часу.

Але складність такої природи та типу відмов полягає у тому, що параметри системи істотно відхиляються від проектних, але для визначення величини цих відхилень математичні методи згаданої теорії надійності неприйнятні. А кількість та різноманітність характеристик, параметрів, елементів і складових будівельного проекту, які потребують врахування на стадії обґрунтування та розробки проектною документації і проектних пропозицій пояснює те, що будівельні системи значно складніше технічних систем, а, таким чином, потребують спеціалізованих методів та моделей аналізу, оцінки і забезпечення організаційно-технологічної надійності (ОТН) будівельних проектів на основі істотних ресурсно-календарних характеристик будівельного контракту.

Метою статті є формування методологічних та аналітичних вимог щодо запровадження та побудови інструментарію організації будівництва та організаційно-технологічного супроводу вибору інституційними учасниками проекту (замовник, співінвестор, девелопер) раціональних ресурсних моделей та виконавчих рішень впровадження будівельних проектів.

Виклад основного матеріалу. Методи підвищення організаційно-технологічної надійності розробки і реалізації календарних планів у будівництві завжди викликали інтерес у науковців. Так [6] досліджував підвищення організаційно-технологічної надійності будівництва методом прогнозування відмов, [3] досліджували надійність реалізації будівельних програм, [8] на основі вдосконалення методів планування і вибору раціональних режимів управління вирішував науково-прикладні задачі підвищення надійності календарних планів будівництва, [1] у своїх роботах обґрунтував раціональний рівень ОТН у будівельних проектах.

Управлінські рішення в підвищенні надійності в будівництві спрямовані переважно на оптимізацію ресурсів під час освоєння об'єкта. А за умови, що об'єктів може бути кілька, науковцями [5-8] розроблено алгоритм оптимізації черговості освоєння об'єктів з урахуванням обмежень на порядок їх освоєння та моделі розподілу організаційно-технологічного навантаження між підрозділами будівельної організації.

Розроблена методика комбінаторної оптимізації містить в собі 11 функціональних етапів:

1. Формування матриці тривалостей БМР кожного об'єкту.
2. Формування матриці абсолютних обмежень.
3. Формування матриці відносних обмежень.
4. Формування загального масиву перестановок.
5. Ітераційний підпроцес вилучення альтернатив із загального масиву перестановок, які не задовольняють абсолютним обмеженням.
6. Ітераційний підпроцес вилучення альтернатив із загального масиву перестановок, які не задовольняють відносним обмеженням.
7. Формування матриць-альтернатив допустимих перестановок.
8. Розрахунок матриць-варіантів за заданим методом організації БМР.
9. Розрахунок базисних оціночних критеріїв для матриць-варіантів організації БМР об'єктів.
10. Визначення масивів, що відповідають екстремальній черговості робіт.
11. Формування остаточного ресурсно-календарного плану освоєння будівельних об'єктів з урахуванням організаційно-технологічного навантаження між підрозділами будівельної організації.

На першому етапі дуже важливим завданням є створення точної організаційно-технічної моделі будівництва і відповідної їй математичної моделі. Причому точну відповідність моделі в дійсності багато в чому визначається точністю і достовірністю вихідних даних, тобто інформації на основі якої здійснюються управлінські дії, а рівень ОТН залежить від кількості та точності потрібної для цього інформації.

За результатами досліджень Млодецького В.Р. [3] надійність досягнення кінцевого результату, передбаченого плановим завданням, визначається пасивною та активною складовою. Де пасивна складова – це діапазон сприятливих значень параметрів, визначених на етапі планування, а активна складова – це діапазон якого реально можливо досягнути в реальних умовах виконання робіт. Тобто забезпечення резервів матеріальних та фінансових ресурсів в обґрунтованому розмірі, оснащення робочих місць сучасними знаряддями праці, забезпечення робіт засобами механізації, підвищення кваліфікаційного рівня робітників – все це сприяє, за інших рівних умов, зростанню рівня надійності. Відповідно, організаційно-технологічна надійність у будівництві визначається рівнем ефективності роботи системи управління, яка забезпечує виконання робіт, дає можливість певною мірою компенсувати негативні наслідки на результати виконання робіт.

Крім цього, Млодецький В.Р. виділяє об'єктивну та суб'єктивну складові надійності. Об'єктивна складова, зумовлена переважно впливом випадкових факторів зовнішнього і внутрішнього середовища, оскільки особливістю будівельних проектів є досить тривалий проміжок часу, за який відбувається освоєння інвестованих коштів. Чим більший період перебігу процесу, тим вища вірогідність впливу на нього негативних факторів внутрішнього і зовнішнього середовища. Суб'єктивна складова полягає у виборі рівня надійності досягнення кінцевого результату. А цей рівень визначається залежно від індивідуальних умов прийняття рішення, як на передінвестиційному етапі, так і в процесі реалізації будівельного проекту.

Серед основних підходів, що забезпечують надійність будівельних процесів Т. Кравчуновська [4] виділяє такі:

- формування та реалізація методів організації робіт, найбільш доцільних для показників надійності;
- розробка способів створення резервів часу і ресурсів у складі планових та управляючих рішень, що сприяють підвищенню рівня надійності;
- формування у складі планових та управляючих рішень дублюючих методів організації та технології виконання окремих комплексів робіт, що забезпечують дотримання прийнятих показників надійності;

- розробка планових та управляючих рішень з урахуванням компенсації можливих зовнішніх впливів для підвищення рівня надійності.

З огляду на те, що організація будівництва включає цілий цикл різноманітних процесів, то забезпечення організаційно-технологічної безпеки та надійності будівництва залежатиме від спрямування організаційних, технічних, технологічних рішень і заходів суб'єктів будівельного виробництва на дотримання вимог щодо:

- раціональної організації виробничого процесу та управління будівництвом;
- узгодженої діяльності виконавців робіт із будівництва, врахування їх виробничо-господарських та економічних можливостей і інтересів;
- виконання робіт із врахування індивідуальних характеристик проекту (архітектурно-планувальні та конструктивні рішення), умов його будівництва (особливі умови будівельного майданчика та умов виконання робіт), складу та обсягів робіт, виділення в будові черг будівництва або пускових комплексів тощо;
- раціональної технології виконання БМР (технологічна послідовність, правила виконання, енергоефективність, підбір виконавців, матеріалів, технічних засобів);
- виконання робіт сезонного характеру, включаючи окремі види підготовчих робіт, у найбільш сприятливу пору року (якщо вимогами замовника не передбачено інше);
- забезпечення якості будівельної продукції;
- строків та вартості будівництва об'єктів (з урахуванням умов фінансування);
- забезпечення комплексної безпеки будівництва;
- приймання виконаних робіт і закінчених будівництвом об'єктів.

Якість організаційно-технологічних рішень забезпеченні надійності та безпеки будівництва залежить від готовності команди до управління проектом до його успішного втілення. З наукової точки зору основні процедури організаційних рішень побудови та розрахунку моделей організації будівництва будівництва, можна розглядати на основі опису зовнішніх та внутрішніх умов впровадження будівельного проекту, які створені за схемою сітьових моделей та залучають ряд семантичних параметрів.

При побудові моделей будівельного проекту широке розповсюдження отримали графічні методи, як найбільш універсальні, що дають доступну для огляду інформацію про хід роботи. До таких організаційно-технологічних моделей відносяться: лінійні графіки (діаграми) Ганта; циклограми; сітьові моделі.

Інформаційною основою управління є результати прояву різних імовірнісних процесів як у виробничій сфері, так і в управлінні. Очевидно, це приводить до необхідності переходу від переважно детермінованих оцінок досліджуваних процесів до імовірнісного. У прикладному плані для цих цілей найбільшою мірою підходять методи теорії надійності технічних систем. Однак у роботі [9] відзначається, що «.. ці методи не враховують механічних, фізичних, організаційних, технологічних, економічних і інших явищ, що визначають причини відмов і надійність систем, а також не враховують важливу в економічному й технічному змісті диференціацію таких, безумовно, різних відмов, як відхилення параметрів системи від проектних значень, тимчасові і порушення, що самоусуваються, роботи системи («збої»). Всі відмови носять випадковий характер, оскільки викликаються впливом випадкових факторів. Для систем будівельного виробництва характерними є часткові збої, які самоусуваються в процесі безперервного функціонування системи. Природно, при цьому параметри системи істотно відхиляються від передбачених, але для визначення величини цих відхилень методи математичної теорії надійності неприйнятні».

У рамках концепції ОТН запропонована концептуальна модель «повного ресурсного циклу» цивільного будинку, в якому відходи, що утворюються протягом життєвого циклу об'єкта, придатні до подальшого ресурсному або енергетичному використанню, заснована на таких показниках:

1. Показник безвідходності BB_1 характеризує ступінь використання ресурсів протягом життєвого циклу будівельної продукції та визначається за формулою:

$$BB_1 = \sum \left(1 - \frac{V_{ij}}{V_i} \right), \quad (1)$$

де V_{ij} – об'єм корисно використаного i -го ресурсу в j -му технологічному матеріалі, виробі, процесі (грн., т, м³ та ін.);

V_i – об'єм введеного в технологічний матеріал, виріб, процес i -го ресурсу (грн., т, м³ та ін.).

2. Показник викидів забруднюючих речовин у повітря Π_n – спрямований на оцінку екологічного стану та рівня технологій, використовуваних у виробництві, ефективності природоохоронної діяльності на підприємствах будівельної індустрії:

$$\Pi_n = \sum \left(1 - \frac{\Delta\Pi_i}{\Pi_{\Sigma i}} \right), \quad (2)$$

де $P_{\Sigma i}$ – сумарний викид забруднюючих речовин по i -ому інгредієнту на початок прогнозного періоду, тис. т/рік;

ΔP_i – зниження викидів забруднюючих речовин по i -ому інгредієнту на кінець прогнозного періоду за рахунок впровадження заходів щодо зниження негативного впливу на оточуюче природне середовище, тис. т/рік.

3. Показник скидів стічних вод у водні басейни C_n – спрямований на оцінку рівня технологій, заходів щодо зниження негативного впливу на навколишнє природне середовище, якість життя населення:

$$C_n = \sum \left(1 - \frac{\Delta C_i}{C_{\Sigma i}} \right), \quad (3)$$

де $C_{\Sigma i}$ – сумарне скидання забруднюючих речовин по i -ому інгредієнту на початок прогнозного періоду, млн. м³/рік;

ΔC_i – зниження скидів забруднюючих речовин по i -ому інгредієнту на кінець прогнозного періоду за рахунок впровадження заходів щодо зниження негативного впливу на оточуюче природне середовище, млн. м³/рік.

4. Показник забруднення ґрунтів Γ_n – спрямований на оцінку рівня технологій, якості заходів щодо зниження негативного впливу на оточуюче природне середовище, ефективність системи керування відходами на виробництві, в побуті, екологічну безпеку виробництва:

$$\Gamma_n = \sum \left(1 - \frac{\Delta \Gamma_i}{\Gamma_{\Sigma i}} \right), \quad (4)$$

де $\Gamma_{\Sigma i}$ – кількість відходів по i -ому виду на початок прогнозного періоду, тис. т/рік;

$\Delta \Gamma_i$ – зменшення кількості відходів по i -ому виду на кінець прогнозного періоду за рахунок впровадження заходів щодо зниження негативного впливу на навколишнє природне середовище, вторинного їх використання або переробки, тис. т/рік.

5. Показник землі, виведеної з природокористування поселення (землі, зайняті звалищами відходів) F_n – територія, виведена з системи природокористування поселення:

$$F_n = \sum \left(1 - \frac{\Delta F}{F_0} \right), \quad (5)$$

де F_0 – площа поселення на початок прогнозного періоду, тис. м²/рік;

ΔF – приріст площі поселення за рахунок зменшення площ, зайнятих звалищами відходів на кінець прогнозного періоду, тис. м²/рік.

Сучасними вимогами до будівельного виробництва є: системність; безпека; гнучкість ресурсозбереження; якість; ефективність. Одночасно зростання обсягів будівництва і як наслідок – збільшення будівельного фонду все наполегливіше ставить завдання необхідності підтримувати і підвищувати якість будівель та споруд з урахуванням принципів біосфери сумісності. При цьому виникають нові проблеми. У системі «проективання–виробництво–експлуатація» утворилася методична роз'єднаність, що ускладнює вибір техніко-економічних та інженерно-технологічних рішень. Практика прийняття рішень без локальної інженерної інформації ускладнює виробничу систему і є гальмом у досягненні ефективного кінцевого результату – забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель та споруд. Згідно з Міжнародними нормами (EN 1990:2001 / Eurocode – Basis of structural design) надійність будівельних конструкцій розглядається як поєднання безпеки, придатності до нормальної експлуатації і довговічності. Безпечність розглядається як властивість будівельного об'єкта зберігати придатність до експлуатації впродовж передбаченого терміну без потенційної загрози для життя і здоров'я людей.

Висновки. Будівництво як основна і необхідна частина урбанізації вимагає продуманого і обґрунтованого підходу.

Донедавна основним завданням будівництва було створення штучного середовища, що забезпечує умови життєдіяльності людини. Навколишнє середовище розглядалася лише з точки зору необхідності захисту від її негативних впливів на створюване штучне середовище. Зворотний процес впливу будівельної діяльності людини на навколишнє природне середовище та штучного середовища на природне повною мірою став предметом розгляду порівняно недавно. Лише окремі аспекти цієї проблеми, в міру практичної необхідності, вивчалися і вирішувалися поверхнево (наприклад, видалення та утилізація відходів життєдіяльності, турбота про чистоту повітря в населених пунктах і т.п.). Тим часом будівництво є одним з потужних антропогенних факторів впливу на навколишнє середовище. Антропогенний вплив будівництва різноманітно за своїм характером і відбувається на всіх етапах будівельної діяльності – видобуток та виробництво будівельних матеріалів,

будівництво об'єктів, їх експлуатація і закінчуючи демонтажем відпрацьованих будівель. В подальших дослідженнях біосферо сумісного будівництва для оцінки критеріїв надійності організаційно-технологічних рішень необхідно використовувати імовірнісні методи, їх створення і використання повинні базуватися на сітьових моделях, тип опису яких носить детерміновано-стохастичний характер.

Список літератури.

1. Жавнеров П.Б. Повышение организационно-технологической надёжности строительной организации за счёт структурных мероприятий: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.02.22 «Организация производства (строительство)» / П.Б. Жавнеров. – Москва, 2015. – 21 с.
2. Завадскас, Э.К. Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве [Текст] / Э.К. Завадскас. – Вильнюс : Мокслас, 1987. – 212 с.
3. Организационно-технологическая и экономическая надежность в строительстве / В.Р. Млодецкий, Р.Б. Тянь, В.В. Попова, А.А. Мартыш. – Днепропетровск : Наука и образование, 2013. – 193 с.
4. Т.С. Кравчуновська, С.П. Броневицький // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - 2016. - № 5. - С. 61-70. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vravia_2016_5_10.
5. Ильин, Н.И. Системный подход в управлении строительством [Текст] / Н.И. Ильин. – М. : Стройиздат, 2001. – 165 с.
6. Литвиненко О.В. Оцінка ризику та забезпечення організаційно-технологічної надійності реалізації будівельних проектів [Електронний ресурс] / О.В. Литвиненко // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. - 2015. - Вип. 33. - С. 184-190. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/shpebfrv_2015_33_21.
7. Поколенко ВО. Запровадження інструментарію вибору альтернатив реалізації будівельних проектів за функціонально-технічною надійністю організацій-виконавців/ Поколенко В.О., Рижаківа Г.М., Приходько Д.О // Управління розвитком складних систем. - 2014. - Вип. 19. - С.104-110.
8. Кирнос, В.М. Организация строительства [Текст] / В.М. Кирнос, В.Ф. Залуин, Л.Н. Дадиверина. – Днепропетровск : Пороги, 2005. – 309 с.
9. Мартиш О. Методи підвищення організаційно-технологічної надійності розробки і реалізації календарних планів у будівництві [Електронний ресурс] / О. Мартиш // Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія : Архітектура і сільськогосподарське

будівництво. - 2015. - № 16. - С. 109-115. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldau_2015_16_20.

Аннотация.

В статье рассмотрено научные основы и организационно-технологическое обеспечение надежности и безопасности эксплуатации зданий, сооружений, а также теоретические методы расчета существенных ресурсно-календарных характеристик строительного контракта на основе критериального базиса экологической безопасности в контексте «полного ресурсного цикла» строительства соответственно до нормативно-технических условий, при условии выполнения которых отклонения, что создаются в течение жизненного цикла объекта, пригодные для дальнейшего ресурсного или энергетического использования при минимальных затратах ресурсов.

Ключевые слова: строительный контракт, ресурсно-календарные характеристики, проект, полный ресурсный цикл строительства.

Abstract.

In the article the scientific basis of organizational and technological ensure reliability and safe operation of buildings, structures and theoretical methods of calculating significant resource calendar features a construction contract based on the criterion basis of environmental safety in the context of "full resource cycle" building according to regulatory specifications, Subject to the fulfillment of which waste generated during the life cycle of the object, are suitable for further resource or energy use at minimum internal costs of resources.

Key words: construction contract, resource-calendar characteristics, project, full life cycle of construction.