

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»



ТКАЧ ТАЇСІЯ ВЯЧЕСЛАВІВНА

УДК 658.513.2/5:69

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ УПРАВЛІНСЬКОЇ
РЕАЛІЗОВАНОСТІ КАЛЕНДАРНИХ ПЛАНІВ ЗВЕДЕННЯ ОБ'ЄКТІВ
БУДІВНИЦТВА**

05.23.08 – технологія та організація
промислового та цивільного будівництва

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпро – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Державному вищому навчальному закладі «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Млодецький Віктор Ростиславович,
Державний вищий навчальний заклад
«Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури»,
професор кафедри менеджменту,
управління проектами і логістики.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор **Поколенко Вадим Олегович**, Київський національний університет будівництва і архітектури, професор кафедри менеджменту в будівництві;

кандидат технічних наук **Доненко Ірина Володимирівна**, Запорізький національний технічний університет, доцент кафедри будівельного виробництва та управління проектами.

Захист відбудеться 03 липня 2018 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.085.01 при Державному вищому навчальному закладі «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» за адресою: 49600, м. Дніпро, вул. Чернишевського, 24а, ауд. 202.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (49600, м. Дніпро, вул. Чернишевського, 24а) та на сайті: <http://pgasa.dp.ua/dissertation/>.

Автореферат розісланий 29 травня 2018 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



Т.С. Кравчуновська

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Протягом останніх декількох десятиків років дослідники звертали увагу на системне порушення термінів будівництва, перевершення вартості, виникнення непередбачених планами кризових ситуацій, вирішення яких потребувало додаткових витрат часу та коштів. У сукупності вплив цих факторів призводить до погіршення техніко-економічних показників будівництва об'єктів. Для виправлення цієї ситуації пропонувались та впроваджувались нові методи аналізу і коригування календарних планів з урахуванням системного підходу до вирішення проблеми.

Попередніми дослідженнями доведено, що існуюча методологія планування зведення об'єктів будівництва не дозволяє належною мірою розкрити взаємозв'язок параметрів зведення об'єктів (ресурси – тривалість – вартість) і оцінити вплив на них організаційно-технологічних параметрів і чинників стохастичних процесів. Сучасні дослідження у цій галузі базуються на оцінках реалізованості планів (ресурсній, фінансовій), що дозволяють збалансувати потреби проекту та можливості виконавців, досягти запланованих результатів. Але при цьому залишається поза увагою такий важливий процес, як оцінка особливостей управління на етапах реалізації плану. Реалізація планових завдань супроводжується наростанням невизначеності стану виробничої системи, яка в значній мірі залежить від організаційно-технологічних рішень, закладених у календарний план на стадії його розробки.

У відповідності до цього, дослідження у галузі удосконалення методології розробки календарних планів у напрямку розширення переліку факторів, за якими здійснюється оцінка їх ресурсної і управлінської реалізованості є актуальними.

Отже, сутність науково-прикладної задачі, яка розглядається в роботі, полягає в підвищенні рівня реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва на базі удосконалення методів їх оцінки та коригування, які забезпечують зменшення рівня невизначеності станів виконання робіт з урахуванням їх організаційно-технологічного взаємозв'язку, що дозволяє підвищити надійність досягнення запланованих показників ефективності будівництва об'єкту.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження, викладені в дисертації, виконані згідно з напрямом наукової роботи кафедри планування і організації виробництва та кафедри менеджменту, управління проектами і логістики Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», відповідно до програм науково-дослідних робіт: «Вплив процесу управління на підвищення рівня надійності реалізації будівельних проектів. Визначення факторів, які є притаманними інвестиційним та інноваційним проектам» (№ держреєстрації 0111U010431), «Розробка методології створення інтегрованих систем контролю економічних показників будівельних проектів на стадії реалізації» (№ держреєстрації 0104U000231), «Розробка теоретичних положень і практичних методик обґрунтування техніко-економічних показників проектів комплексної реконструкції житлових будівель» (№ держреєстрації

0105U000226), «Удосконалення організації проектування комплексної реконструкції житлової забудови в повному життєвому циклі інвестиційно-будівельної діяльності з урахуванням енерготехнічної модернізації та методів управління людськими ресурсами» (№ держреєстрації 0111U006485), «Удосконалення методів обґрунтування тривалості і вартості реконструкції та вторинної забудови житлових мікрорайонів на основі оптимізації послідовності освоєння об'єктів (№ держреєстрації 0116U004536). В усіх роботах рівень участі автора – виконавець.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка нових та удосконалення існуючих методів оцінки управлінської реалізованості календарних планів у будівництві із забезпеченням заданого рівня організаційно-технологічної надійності досягнення кінцевого результату.

Для досягнення мети в дисертаційній роботі були поставлені і вирішені наступні завдання:

- аналіз раніше виконаних робіт за темою дослідження і визначення методів та напрямків розв'язання поставленої науково-прикладної задачі;

- обґрунтування методів удосконалення організаційно-технологічного проектування будівництва на основі аналізу: нормативних документів, методів визначення основних показників виконання плану з урахуванням ймовірнісного характеру впливу зовнішнього та внутрішнього середовища;

- визначення і систематизація організаційно-технологічних параметрів, чинників невизначеності та ризику, дослідження їхнього впливу на тривалість зведення об'єктів будівництва;

- розробка математичної моделі, яка дозволяє дати кількісну оцінку рівня реалізованості календарного плану будівництва об'єкту;

- створення методики оцінки роботоспроможності окремої роботи і визначення терміну напрацювання до появи відмов, із урахуванням організаційно-технологічного взаємозв'язку системи робіт у складі календарного плану;

- розробка методики розрахунку поточної різноманітності станів у процесі виконання календарного плану робіт із зведення об'єкта будівництва та заходів щодо коригування (мінімізації) амплітуд різноманітності за окремими етапами календарного плану, у межах яких вона перевищує допустимий рівень;

- апробація запропонованих методів на прикладі реального календарного плану будівництва об'єкту.

Об'єкт дослідження: організаційно-технологічні процеси зведення об'єктів будівництва, які впливають на рівень управлінської реалізованості календарних планів.

Предмет дослідження: календарні плани зведення об'єктів будівництва з урахуванням ймовірнісної природи факторів впливу.

Методи дослідження:

- методи системного аналізу, абстрагування, формалізація, аналіз та синтез (для формування передумов, обмежень, припущень і гіпотез, прийнятих при розробці методів та методик);

– методи теорії ймовірності, математичного моделювання, прогнозування (при розробці математичної моделі управлінської реалізованості календарного плану і визначенні значення цільової функції);

– прикладні методи теорії надійності, аналогій та прогнозів (при розробці методики кількісної оцінки терміну напрацювання до параметричних відмов виконавцями робіт календарного плану зведення об'єктів будівництва);

– методи теорії інформації (при розробці підходів до розрахунку рівня невизначеності поточного стану виконання як окремої роботи, так і системи робіт).

Наукова новизна отриманих результатів:

вперше:

– розроблено метод розрахунку поточної різноманітності станів системи робіт у складі календарного плану зведення об'єкту будівництва з урахуванням ймовірнісної природи факторів внутрішнього та зовнішнього середовища, що дозволило оцінювати рівень управлінської реалізованості за етапами виконання плану і плану в цілому;

– запропоновано математичну модель оцінки управлінської реалізованості системи робіт календарного плану у складі цільової функції і системи обмежень, у якій цільова функція визначає максимально допустимий рівень різноманітності можливих поточних станів робіт;

удосконалено:

– методи організаційно-технологічного проектування будівництва, які засновано на інтегрованій оцінці основних параметрів зведення об'єктів і врахуванні впливу організаційно-технологічних факторів та чинників ризику, що дозволило більш повно врахувати вплив організаційно-технологічних рішень на кінцеві показники ефективності плану;

– метод оцінки роботоспроможного стану робіт на основі розрахунку терміну напрацювання до появи масових відмов, на підставі якого стає можливим провести обґрунтований розподіл виконавців за роботами у відповідності до напруженості роботи і періоду напрацювання до відмови;

дістали подальший розвиток:

– процеси оцінки впливу ймовірнісних параметрів виконання окремих робіт на рівень організаційно-технологічної надійності виконання планових завдань;

– методи коригування календарних планів за критерієм мінімізації рівня різноманітності стану системи, що дозволяє підвищити рівень реалізованості плану.

Практичне значення отриманих результатів:

– удосконалені методи організаційно-технологічного проектування будівництва можуть бути використані будівельними організаціями при розробці проекту організації будівництва та генпідрядними організаціями при розробці проекту виконання робіт для обґрунтування термінів проведення оперативного контролю за ходом виконання планових завдань;

– одержані результати надають можливість визначити за окремими виконавцями, які залучаються до виконання робіт, їх терміни напрацювання до

появи масових відмов, що дозволяє співвідносити індивідуальні можливості кожного виконавця з вимогами календарного плану до режиму виконання роботи;

– запропоновані розробки застосовувались Приватним акціонерним товариством «Науково-виробниче об'єднання «Созидатель» при оцінці календарних планів та реалізації проекту організації будівництва, на підставі яких було визначено періоди підвищеного рівня ймовірності появи непередбачених ситуацій за етапами реалізації, що забезпечило більшу надійність досягнення кінцевих планових показників;

– результати роботи були схвалені і використані Приватним будівельно-монтажним підприємством «Строитель-П» при коригуванні календарного плану з метою зменшення вірогідності появи параметричних відмов у процесі будівництва об'єктів, що дозволило забезпечити заплановані показники ефективності проекту зведення об'єктів будівництва;

– товариством з обмеженою відповідальністю «Архітектурне бюро «Алюр» впроваджено в процесі організаційно-технологічного проектування при коригуванні календарного плану зведення об'єкта будівництва, внаслідок чого отриманий раціональний режим виконання будівельних робіт із підвищеним рівнем надійності проекту;

– впроваджені в навчальний процес Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» при викладанні навчальної дисципліни «Організація будівництва» для студентів напряму підготовки 6.060101 – Будівництво;

– використані в навчальному процесі Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна при викладанні дисципліни «Управління будівництвом» для студентів спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Особистий внесок здобувача в наукових працях, опублікованих у співавторстві, полягає в:

– розробці математичної моделі оцінки управлінської реалізованості календарного плану з урахуванням планованої надійності виконання робіт і виробничих можливостей виконавців [2, 8];

– отриманні залежностей, що визначають динаміку зміни рівня надійності за окремими етапами виконання плану до появи масових параметричних відмов [1, 6];

– встановленні функціонального взаємозв'язку між заданим рівнем надійності плану, організаційно-технологічним зв'язком між роботами календарного плану і інтенсивністю накопичування неузгодженості за етапами його виконання [5, 10];

– аналізі ймовірнісної природи часових параметрів виконання будівельно-монтажних робіт в календарному плануванні та розробці методики розрахунку поточної різноманітності станів у процесі виконання календарного плану робіт із зведення об'єктів будівництва, запропонованні заходів щодо зниження амплітуди різноманітності станів в календарному плануванні за рахунок коригування з використанням управлінських резервів часу [7, 11].

Апробація матеріалів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідались і одержали позитивні оцінки на наукових конференціях і семінарах: Міжнародній науково-практичній конференції «Організаційно-технологічні і економічні аспекти управління в сучасних умовах» (м. Дніпропетровськ, 2014 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту» (м. Дніпропетровськ, 2014 р.), X Міжнародній науково-практичній конференції «Найновітніші досягнення європейської науки» (м. Софія, 2015 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Інженерні рішення та інновації в будівництві та архітектурі» (м. Одеса, 2016 р.), Міжнародних науково-практичних конференціях «Стародубовські читання» (м. Дніпро, 2014-2017 рр.), а також наукових семінарах Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури (м. Дніпро, 2014-2018 рр.).

Публікації. Основні положення, результати та висновки дисертаційної роботи відображені в 12 друкованих працях, а саме: 9 статтях, з яких 7 – у наукових фахових виданнях України (з них 2 – у виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus), 1 – в зарубіжному науковому періодичному виданні; 3 працях апробаційного характеру.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, дев'яти додатків. Загальний обсяг дисертації – 194 сторінки. Робота містить 40 рисунків, 19 таблиць. Дев'ять додатків викладено на 18 сторінках. Список використаних джерел включає 155 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** розкривається сутність науково-прикладної задачі підвищення рівня реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва з обґрунтуванням необхідності проведення подальших досліджень. Сформульовано мету та завдання дослідження, визначено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, зазначено особистий внесок здобувача в наукові праці, опубліковані у співавторстві, наведено відомості про апробацію матеріалів дисертації та публікації.

В **першому розділі** проаналізовано раніше проведені дослідження в галузі управлінської реалізованості та забезпечення організаційно-технологічної надійності досягнення кінцевого результату в будівництві, намічено основні проблеми та напрямки подальших вишукувань.

Основні положення з питань проектування, підготовки та організації будівельного виробництва викладені в працях багатьох вітчизняних і зарубіжних учених, а саме: А.І. Білоконя, Д.Ф. Гончаренка, О.А. Гусакова, В.І. Доненка, В.Ф. Залуніна, В.М. Кірноса, Т.С. Кравчуновської, Г.І. Лагутіна, О.М. Лівінського, О.О. Мартиша, О.І. Менейлюка, В.Р. Млодецького, В.М. Осіпова, П.П. Олійника, І.Д. Павлова, В.О. Поколенка, О.М. Пшінька, А.В. Радкевича, В.В. Савйовського, В.І. Торкатюка, О.А. Тугая, Р.Б. Тяна, Є.П. Уварова, С.А. Ушацького, І.В. Шумакова, А.К. Шрейбера, О. Kaplinski,

L. Richard, D. Skorupka, F.B. Talbot, P. Zadożyński, K.K. Yang та інших, аналіз яких дозволив встановити, що починаючи з 70-х років минулого століття питанням управлінської реалізованості та забезпечення організаційно-технологічної надійності будівництва приділяється значна увага, визначені загальні підходи до вирішення проблеми і до теперішнього часу ведуться дослідження з удосконалення теорії та практики їх застосування в будівництві, проте надійність планів залишається низькою.

На основі вищевикладеного розроблено структурно-логічну схему дослідження (рис. 1).

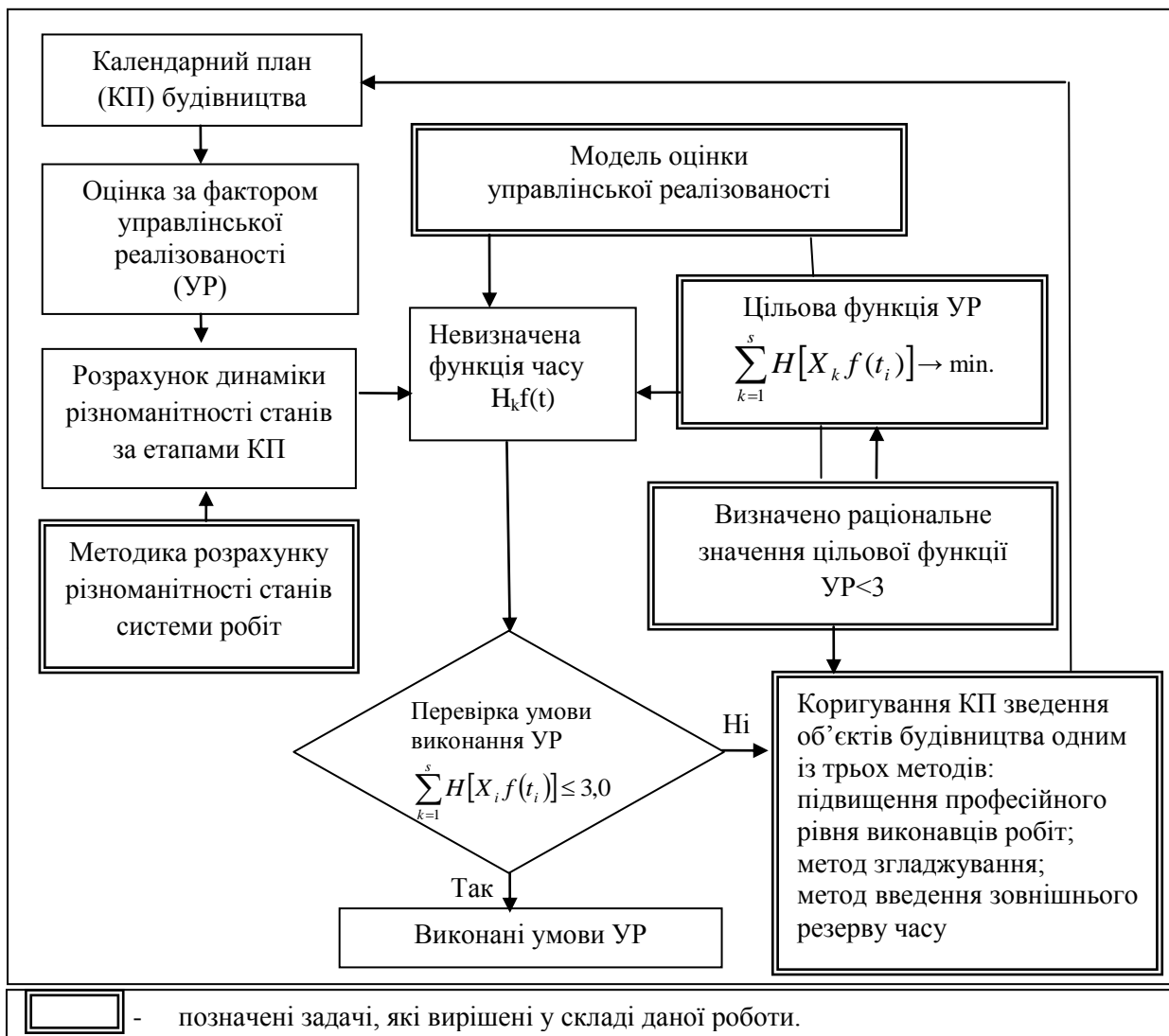


Рисунок 1 – Структурно-логічна схема дослідження

В переважній більшості проаналізованих робіт звертається увага на низьку надійність планів. При цьому проблему вбачали або в недосконалому застосовуванні методик, за якими розроблялися плани, і обґрунтовували необхідність їх вдосконалення, або звертали увагу на роль процесу управління в забезпеченні надійності досягнення кінцевого результату.

Слід очікувати, що ці процеси не можуть розглядатися у відриві один від іншого, надійність кінцевого результату визначається як ефективним плануванням, так і ефективним управлінням реалізацією плану.

Реалізованість із забезпечення організаційно-технологічної надійності досягнення кінцевого результату передбачає оцінку можливості досягнення кінцевого результату проекту з заданим рівнем надійності, це стає можливим коли увесь процес розробки календарних планів базується не на детермінованому підході, а враховує ймовірнісну природу усіх впливаючих факторів. Ігнорування цього підходу приводить до системних порушень планових очікувань по відношенню до реально отриманих показників.

На основі виконаного аналізу сформульовано наукову гіпотезу, яка базується на припущенні, що управлінська реалізованість календарних планів у будівництві визначається рівнем різноманітності станів (рівнем розрегулювання) системи робіт, на який впливає організаційно-технологічний взаємозв'язок між роботами і досягнуті інтенсивності виконання цих робіт конкретними виконавцями, при цьому рівень різноманітності не повинен перевищувати певного допустимого рівня.

Другий розділ присвячено оцінці роботоспроможності організаційно-технологічних систем.

При оперативному контролі за ходом виконання плану за різними роботами у складі календарного плану, оцінка їх стану здійснюється за різними показниками (фізичними, вартісними, відносними тощо), що робить неможливим проведення їх адитивного аналізу, повинен бути один спільний показник, який характеризує поточний стан виконання кожної роботи, це дозволить визначати їх суму за кожним часовим перетином і оцінювати накопичення невизначеності стану системи робіт на поточний момент.

В якості такої одиниці виміру і об'єктом оцінки управлінської реалізованості може слугувати міра різноманітності поточного стану як окремої роботи, так і системи робіт, які виконуються одночасно. Ця міра є основою розрахунку ентропії системи. В календарному плані при аналізі поточного стану робіт, які виконуються одночасно, можна приймати, що вони є незалежними, тому застосування правила додавання ентропії у даному випадку є обґрунтованим.

У вихідному стані контрольовані параметри чітко визначені і є детермінованими, але з часом, під впливом випадкових дестабілізуючих факторів, стан робіт стає ймовірнісним і для кожної роботи інтенсивність такого розрегулювання є індивідуальною. У відповідності до цього формулу додавання ентропії запишемо у вигляді:

$$H(X_1 f(t), X_2 f(t), \dots, X_s f(t)) = \sum_{k=1}^s H(X_k f(t)), \quad (1)$$

де $H(X_i f(t))$ – міра різноманітності стану i -ої роботи в залежності від часу t (ентропія окремої роботи);

$$\sum_{k=1}^s H[X_k f(t_i)] – \text{міра різноманітності стану системи } k \text{ робіт.}$$

Коригування календарного плану за рахунок організаційно-технологічних заходів за цим критерієм повинне забезпечувати виконання наступної умови:

$$\sum_{k=1}^s H[X_k f(t_i)] \rightarrow \min. \quad (2)$$

Обмежувальна умова управлінської реалізованості:

$$\sum_{k=1}^s H[X_i f(t_i)] \leq H(Y), \quad (3)$$

де $H(Y)$ – граничний рівень різноманітності системи, який може ідентифікувати і компенсувати система управління.

Попередніми дослідженнями було отримано залежність рівня ентропії системи від рівня надійності (N) досягнення кінцевого результату. Встановлено, що до $N < 0,75$ залежність прямопропорційна, при $N > 0,85$ інтенсивність зростання ентропії стає прогресуючою. Визначеному перехідному періоду відповідає рівень ентропії $\leq 3,0$.

У відповідності до цього цільову функцію моделі управлінської реалізованості представимо в наступному вигляді: $\sum_{k=1}^s H[X_i f(t_i)] \leq 3,0$.

Оцінювання виконання окремої роботи здійснювалось на базі аналізу «параметричної відмови», яка має місце у випадку, коли робота виконується, але її режими нижчі запланованого рівня (на відміну від миттєвої відмови, коли виконання роботи припиняється).

Для обґрунтування можливості застосування терміну «параметрична відмова» для умов виконання будівельної роботи розглянемо графік її виконання у координатах $Vf(T)$, де V – об'єм роботи, T – час її виконання (рис. 2). При виконанні роботи встановлюється межа допустимого негативного відхилення параметра Δ_{don} , при менших відхиленнях система ще має можливість відновитись і відмова не стає критичною.

При виконанні окремої будівельної роботи за календарним планом встановлюється плановий обсяг виконання робіт (V_{nl}), а також плановий строк її виконання (T_{nl}). Між поточним станом роботи ($V_o; T_o$) і кінцевим ($V_{nl}; T_{nl}$) існують безліч випадкових траєкторій виконання робіт, але вони знаходяться в межах оптимістичної (I_o) і песимістичної (I_n) інтенсивностей виконання робіт, ці межі визначаються: у першому випадку – найбільш сприятливими можливими умовами виконання робіт, у другому випадку – навпаки, несприятливими умовами, які можуть мати місце. Графік функції надійності для діапазону термінів ймовірного завершення робіт наведений у верхній частині рис. 2.

Встановлюючи потрібний рівень надійності, визначаємо відповідний строк закінчення робіт, по відношенню до якого встановлюється межа появи відмов (рис. 2) і рівень допустимих відхилень стану системи Δ_{don} .

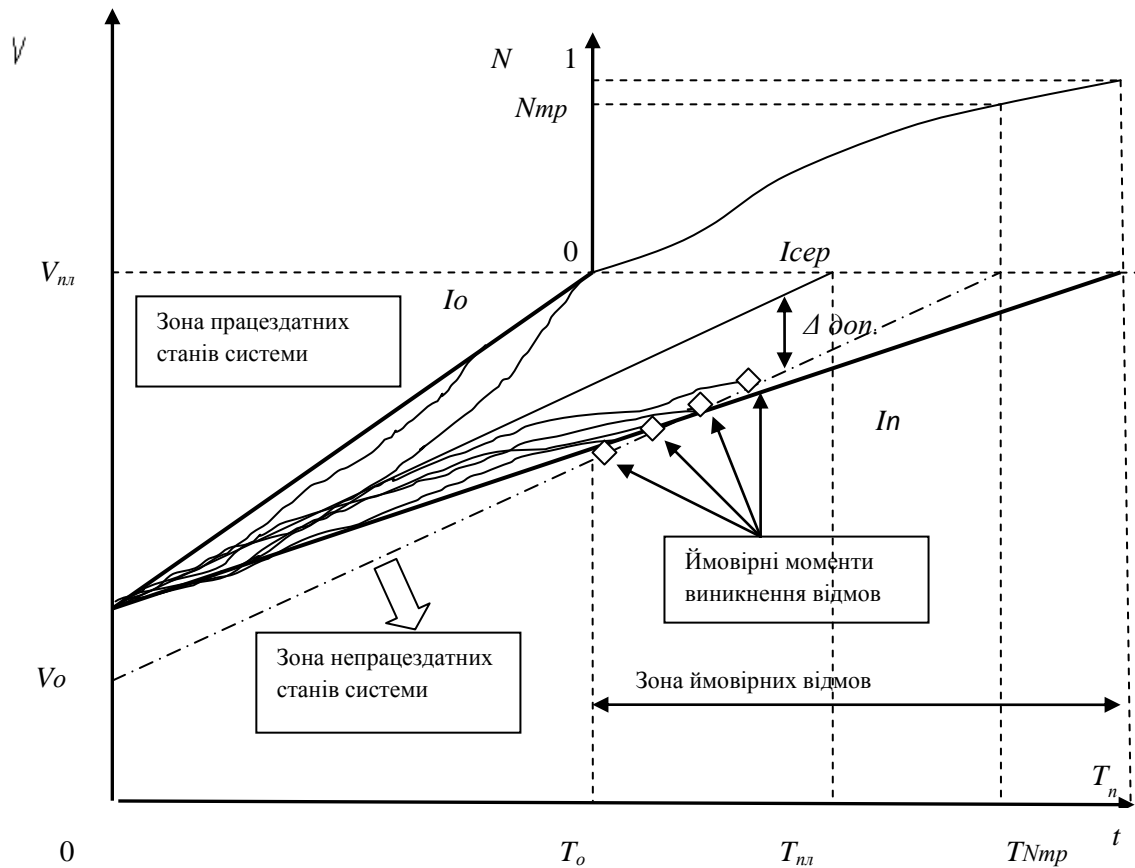


Рисунок 2 – Визначення відмов при одній не випадковій межі поля допустимого відхилення (I_{cep} – середньорічна інтенсивність; Nmp – рівень заданої надійності досягнення кінцевого результату; $TNmp$ – термін виконання об’єму робіт при заданому рівні надійності)

Реальна траєкторія виконання робіт є випадковою і знаходиться у цих межах. При виході реальної траєкторії виконання робіт $V_f(T)$ за межі області допустимих відхилень $[V_{nл}(T) + \Delta_{доп}]$ настає параметрична відмова. Система зберігає свою працездатність, але параметри її функціонування погіршуються. Точки перетину випадкових реалізацій траєкторій з граничною лінією відповідають моментам настання відмови системи.

Попереднє визначення таких періодів в процесі виконання робіт дозволить системі керування заздалегідь підготуватись до можливої появи цих негативних явищ і скоротити період відновлення системи, що в цілому буде сприяти підвищенню надійності досягнення кінцевого результату. На базі виконаних досліджень отримана формула, яка дозволяє визначити термін напрацювання роботи до появи масових параметричних відмов:

$$t_n = \frac{(I_{cep} - I_N)}{\sigma_w} \cdot 0,4489 \left(\frac{m_w}{\sigma_w} \right)^{-0,78}, \quad (4)$$

де I_N – рівень надійності досягнення кінцевого результату виконання роботи;

σ_w – середнє квадратичне відхилення;

m_w – математичне очікування.

За даними конкретного підприємства був виконаний розрахунок терміну напрацювання до появи відмов для групи бригад, які виконували однотипні роботи. Аналіз показав, що продуктивність праці по групі коливалась у межах 20%, а різниця у термінах напрацювання до відмов – у 2,5 рази. Це свідчить, що даний показник дозволяє більш детально оцінити різницю в особливостях роботи виконавців і їх відповідність напруженості робіт у складі календарного плану.

Отримані результати дозволяють вирішувати три задачі:

1. Перевірити, чи розрахунковий термін напрацювання до появи масових параметричних відмов не менший за плановий термін виконання робіт;

2. Розрахувати, який потрібний резерв часу для даної роботи R_i , щоб виконувалась умова: термін напрацювання t_n дорівнював чи перевищував плановий термін виконання робіт:

$$R_i = \frac{V_{nl}}{I_{cep} - \frac{t_n \sigma_w}{K}} - T_{nl}, \quad (5)$$

$$\text{де } K = 0,4489 \left(\frac{m_w}{\sigma_w} \right)^{-0,78};$$

3. Визначити, які статистичні параметри виконання робіт повинен мати виконавець, щоб задовольнити необхідний термін напрацювання до відмов.

В такій постановці ми маємо можливість не тільки вносити певні коригуючі зміни у графік виконання робіт, але і визначати виконавця, який у найбільшій мірі задовольняє вимогам календарного плану.

В **третьому розділі** визначено поточну різноманітність станів системи робіт у складі календарного плану. Для цілей управління необхідно знати динаміку їх нарощування за етапами виконання плану, що дозволяє виділити етапи пікового зростання і своєчасно підготувати заходи щодо недопущення негативних наслідків.

На рис. 3 наведено графічну інтерпретацію динаміки рівня різноманітності станів часу виконання окремої роботи об'ємом V_{nl} . Діапазон можливих (випадкових) траєкторій реалізації даної роботи обмежений оптимістичною I_o і песимістичною I_n інтенсивностями, які визначають відповідно оптимістичний t_o та песимістичний t_n строки закінчення роботи.

Діапазон можливих станів системи виконання робіт у довільний час t_i визначається різницею $(V_o^i - V_n^i)$. Кількість таких станів можна буде розрахувати тільки після встановлення точності визначення контрольованого параметру ΔV . Визначення точності розрахунків є суб'єктивним процесом. У нашому випадку будемо розраховувати ΔV через значення середньоквадратичного відхилення часу виконання планового обсягу робіт.

Поточний рівень різноманітності станів для окремої роботи розраховується за формулами:

$$V_{ii}^O = \sum_{j=1}^{j=(n-1)} V_j^O + I_j^O \left(t_i - \sum_{j=1}^{j=(n-1)} t_j^O \right), \quad (6)$$

$$V_{ii}^{\Pi} = \sum_{j=1}^{j=(n-1)} V_j^{\Pi} + I_j^{\Pi} \left(t_i - \sum_{j=1}^{j=(n-1)} t_j^{\Pi} \right), \quad (7)$$

$$H_i = (V_{ii}^O - V_{ii}^{\Pi}) / \Delta V, \quad (8)$$

де ΔV – точність визначення контрольованого параметру.

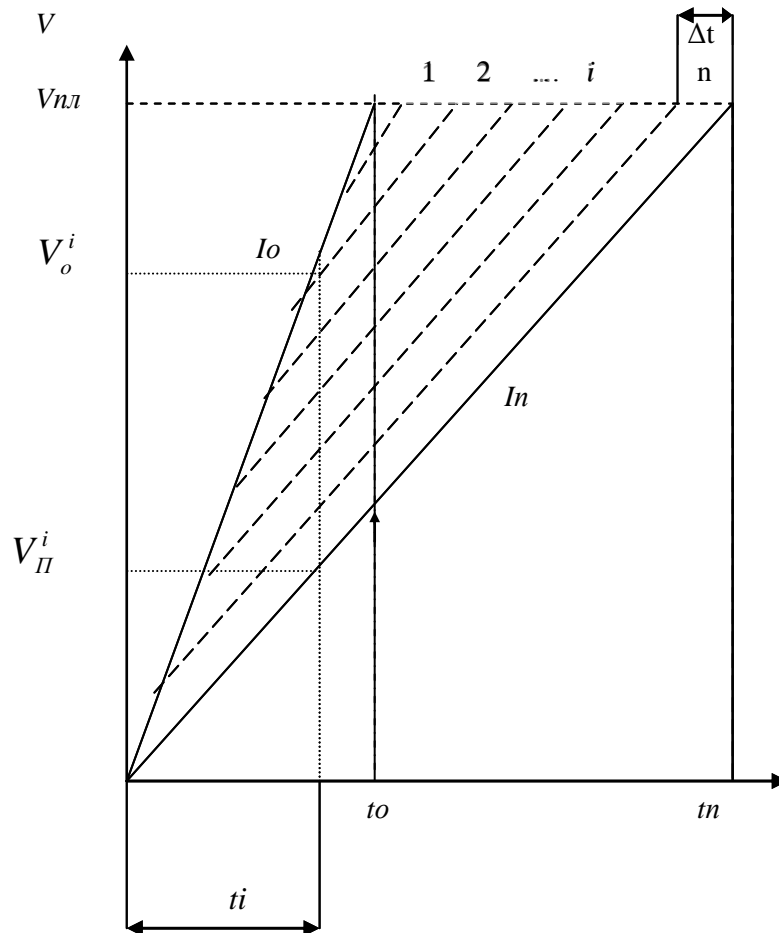


Рисунок 3 – Розрахункова схема визначення поточної різноманітності станів в процесі виконання окремої роботи (V_o^i – оптимістичний обсяг виконання робіт; V_{Π}^i – песимістичний обсяг виконання робіт; Δt_n – контрольований параметр від бажаного рівня надійності його досягнення)

Послідовність виконання розрахунків представлена на рис. 4.

У даній методиці враховані особливості визначення станів різноманітності для системи робіт, які в календарному плані знаходяться у організаційно-технологічному зв'язку. Для забезпечення порівняння

результатів розрахунку різноманітності за різними роботами параметр точності ΔV приймається однаковим для всіх робіт календарного плану.

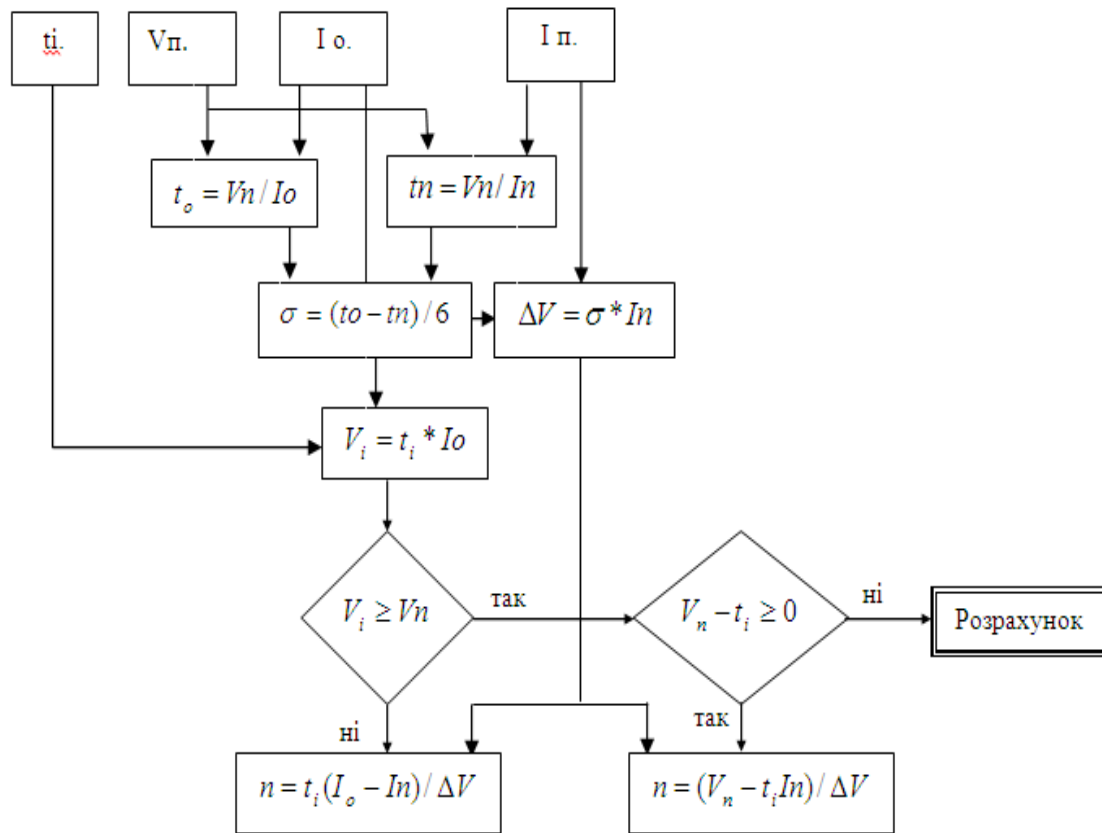


Рисунок 4 – Блок-схема розрахунку різноманітності станів за етапами виконання окремої роботи фіксованого об'єму

Встановлено, що показник міри різноманітності станів системи паралельних робіт зростає більш інтенсивно, чим проста сума їх станів. Сума станів системи більша, ніж проста сума станів окремих робіт. Це обумовлено можливою комбінацією кожного окремого стану однієї роботи зі всіма станами іншої паралельної роботи.

Рівень можливих станів системи паралельних робіт календарного плану обумовлений організаційно-технологічними рішеннями, закладеними при його розробці. Таким чином, реалізуючи певні зміни у графіку виконання робіт, можемо впливати на кількість можливих станів системи, а відповідно і на міру різноманітності. Подібні коригування дозволяють зменшити у можливих межах міру різноманітності в критичні періоди виконання плану, а також наперед визначити ці періоди.

Алгоритм дозволяє побудувати гістограму, яка показує динаміку різноманітностей можливих станів за етапами виконання робіт (рис. 5).

При розробці календарних планів потрібно прагнути до задоволення критерію поточної різноманітності системи робіт:

$$\sum_{i=1}^n R(V_i) \rightarrow \min. \quad (9)$$

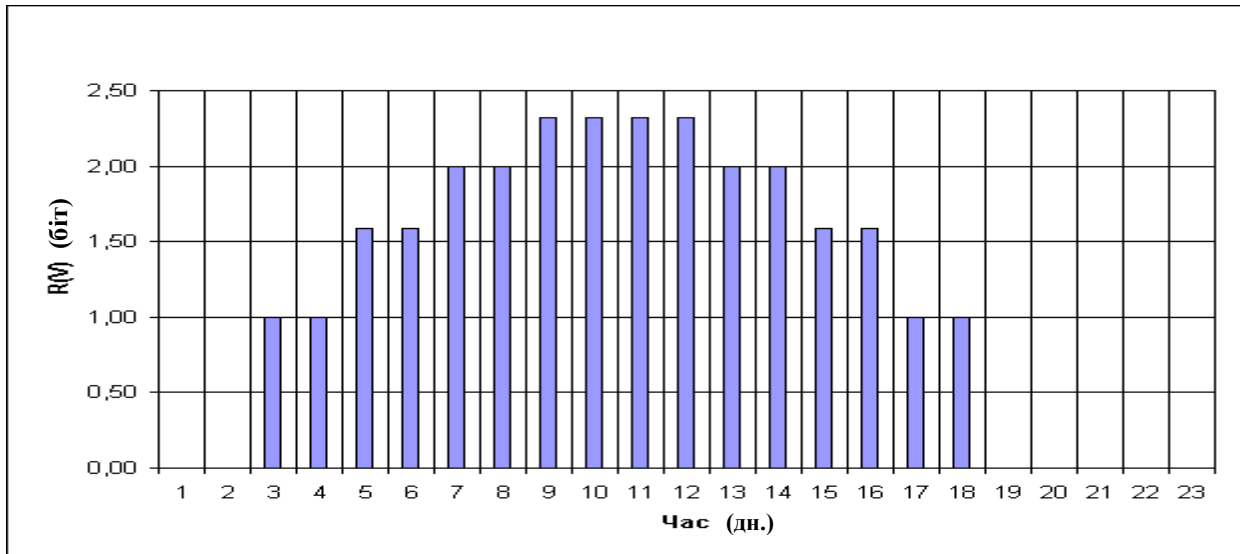


Рисунок 5 – Гістограма динаміки різноманітності станів виконання окремої роботи $R(V)$ – різноманітність станів роботи

Даний критерій може бути забезпечений при умові:

1. $n_i \rightarrow \min$ при $\Delta V \rightarrow \max$. Чим менша точність оцінки поточного стану системи, тим вочевидь і менша кількість можливих її станів;

2. $M_k = \min$. Кількість паралельних робіт, які виконуються одночасно, повинна бути мінімальною;

3. $I_o - I_{II} \rightarrow \min$. Різниця між оптимістичною і песимістичною інтенсивностями виконання робіт повинна наближатися до обґрунтованого мінімуму. Остання обставина відповідає роботі виконавців із високим рівнем організації праці з використанням сучасної високопродуктивної техніки.

Четвертий розділ присвячений аналізу результатів практичного застосування розроблених методик при оцінці управлінської реалізованості календарного плану будівництва житлового багатофункціонального комплексу.

Проведений аналіз факторів реалізованості з використанням методу «дерева відмов» показав, що найменша надійність припадає на управлінську реалізованість – 0,73, у той час як на ресурсну реалізованість – 0,98, організаційно-технологічну – 0,89.

Це у певній мірі є наслідком того, що при розробці календарного плану суб'єкт управління не має інформації про майбутні критичні зони, які потребують більш інтенсивних управлінських впливів, і не може завчасно приготуватись до них. Тому поява таких періодів у процесі реалізації плану є, певною мірою, несподіванкою, що і приводить до зниження рівня управлінської реалізованості.

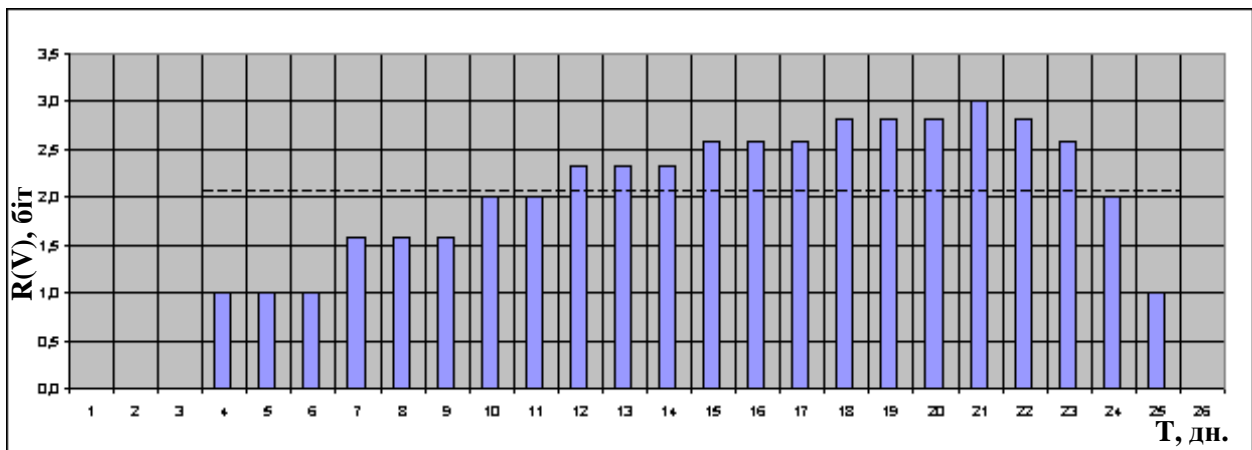
Розглянуто декілька стандартних підходів, які використовуються при коригуванні календарних планів будівництва за критерієм рівномірності

споживання ресурсів і оцінено можливість їх застосування при коригуванні за критерієм мінімізації різноманітності станів системи. Аналіз показав, що їх застосування приводить до позитивних результатів, але з різним рівнем ефективності, тому жоден із них не має пріоритету і вибір найбільш ефективного необхідно здійснювати для кожного проекту окремо, або застосовувати їх комбінацію.

Для практичної апробації був вибраний фрагмент календарного плану, який вміщує роботи надземної частини будівлі у складі ланцюга критичних робіт. Для обґрунтування діапазону інтенсивностей виконання робіт, які знаходяться на критичному шляху, був виконаний статистичний аналіз виробничих показників виконавців, задіяних на аналогічних роботах, за два попередніх роки.

Аналіз отриманої гістограми зміни різноманітності станів робіт у процесі виконання календарного плану до коригування показав, що більша частина періоду виконання робіт має наближене до критичного рівня значення різноманітності 2,5 – 3,0 біт (рис. 6).

а) до коригування



б) після коригування

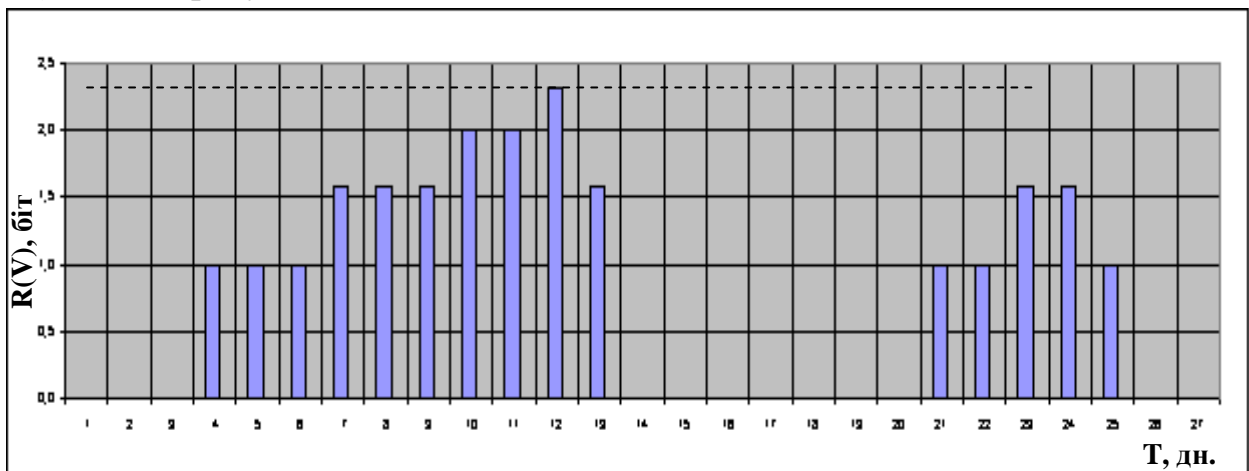


Рисунок 6 – Гістограми різноманітності станів критичних робіт до (а) і після (б) коригування

Високий рівень розрегулювання системи значно підвищує вірогідність появи параметричних відмов. Для запобігання цим негативним явищам вихідний календарний план був відкоригований з метою забезпечення визначеного цільовою функцією рівня управлінської реалізованості. Отримана аналогічна гістограма має значно нижчий середній рівень невизначеності, який має місце впродовж значно меншого періоду часу.

Часові параметри календарного плану до і після коригування наведені у табл. 1. Після коригування дещо збільшився мінімальний можливий термін завершення даного комплексу робіт, але значно скоротився діапазон можливих термінів завершення робіт – на 40%.

Таблиця 1 – Параметри розподілу можливих термінів закінчення робіт за різними варіантами календарного плану (дн.)

Варіанти	t min	t max	Δt	m	σ	(σ/m) , %
Вихідний варіант (до коригування)	435	510	75	472,5	12,5	2,65
Варіант після коригування	465	510	45	487,5	7,5	1,54

Останній стовпчик у табл. 1 показує значення коефіцієнту варіації, який враховує і ступінь ризику у випадках, коли порівнювані варіанти відрізняються значенням і стандартного відхилення, і математичного очікування.

Аналіз даних, наведених у табл. 1, для двох варіантів календарного плану показує суттєву між ними різницю, яка підтверджує доцільність застосування розробленої методики для цілей підвищення управлінської реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва.

ВИСНОВКИ

На підставі виконаних досліджень, викладених у дисертації, сформульовані та обґрунтовані наукові пропозиції, сукупність яких можна кваліфікувати як теоретичне узагальнення і нове вирішення актуальної науково-прикладної задачі підвищення рівня управлінської реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва, що знайшло відображення в наступному:

1. На основі аналізу та узагальнення вітчизняного та зарубіжного досвіду організаційно-технологічної надійності будівництва встановлено, що питанням підвищення рівня реалізованості календарних планів приділяється достатня увага, але фактор управлінської реалізованості залишається ще недостатньо дослідженим, відсутні рекомендації щодо особливостей управління процесом виконання робіт за етапами плану, визначення критичних зон підвищеного рівня ймовірності появи параметричних відмов.

2. Запропонована математична модель оцінки управлінської реалізованості, цільова функція якої передбачає мінімізацію станів різноманітності системи робіт календарного плану. Проведений аналіз і класифікація видів параметричних відмов, визначені ті ознаки, які

характеризують роботоспроможність окремих виконавців робіт у складі календарного плану, отримана формула розрахунку терміну напрацювання до появи масових відмов, на цій підставі аналіз роботи будівельних бригад дозволив провести їх ранжування при призначенні на роботи з урахуванням їх напруженості.

3. Зниження надійності виконання планових завдань при збільшенні терміну планування пов'язане з накопичуванням із часом факторів ризику, поточний стан системи характеризується таким поняттям, як «невизначеність». Мірою невизначеності пропонується прийняти різноманітність станів системи, кількісною мірою якої є логарифм по основі 2 по відношенню до числа можливих станів системи. Запропонований підхід дозволяє враховувати наростання розрегулювання процесу виконання робіт у часі на основі побудови гістограм динаміки станів різноманітності.

4. Встановлені особливості розрахунку різноманітності станів системи робіт у складі календарних планів зведення об'єктів будівництва, розроблених на базі різних типів моделей, які враховують вплив організаційно-технологічних рішень, резерви часу робіт, режимних параметрів окремих виконавців.

5. Дістали подальший розвиток методи раціоналізації будівельних календарних планів у частині згладжування епюри використання ресурсів. На цій основі розроблені методи, завдяки яким здійснюється мінімізація амплітуди різноманітності станів робіт.

6. Розроблені методи впроваджені при оцінюванні управлінської реалізованості календарного плану будівництва багатопверхового житлового комплексу в м. Дніпро. Аналіз показав, що після проведеного коригування робіт критичного шляху середня амплітуда різноманітності станів зменшилась майже у 2 рази, а максимальна – на 30%. Ці результати показують зростання рівня управлінської реалізованості плану після його аналізу і коригування із застосуванням методів побудови гістограм різноманітності станів робіт за етапами виконання плану.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Кирнос В.М. Организационно-экономическое регулирование при планировании результативности деятельности предприятий строительного комплекса / В.М. Кирнос, В.Ф. Залунин, Т.В. Ткач // Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. – Днепропетровск: ПГАСА, 2009. – Вып. 50. – С. 242-247.

2. Кирнос В.М. Особенности системы планирования деятельности предприятий строительного комплекса / В.М. Кирнос, Т.В. Ткач, Д.С. Никитин // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2010. – № 4-5. – С. 37-43.

3. Tkach T.V. Modeling of improvement processes of production activity schedulling / T.V. Tkach // Nauka i studia. Techniczne nauki. – Przemysl: Sp. z o.o. «Nauka i studia», 2013. – № 35 (103). – P. 28-34.

4. Ткач Т.В. Дослідження впливу динаміки зростання цін на розподіл капітальних вкладень при організаційно-технологічному проектуванні / Т.В. Ткач // Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. – Днепропетровск: ГВУЗ «ПГАСА», 2015. – Вып. 85. – С. 74-78.

5. Ткач Т.В. Учет вероятности при определении продолжительности работ календарного плана / Т.В. Ткач, В.Р. Млодецкий, А.А. Мартыш // Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Компьютерные системы и информационные технологии в образовании, науке и управлении. – Днепр: ГВУЗ ПГАСА, 2016. – Вып. 94. – С. 168-173.

6. Млодецкий В.Р. Параметричні відмови у процесі виконання окремої роботи / В.Р. Млодецкий, Є.І. Заяць, Т.В. Ткач // Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Компьютерные системы и информационные технологии в образовании, науке и управлении. – Днепр: ГВУЗ ПГАСА, 2017. – Вып. 101. – С. 165-171.

7. Ткач Т.В. Метод «дерева відмов» в оцінці реалізованості календарного плану / Т.В. Ткач, В.Р. Млодецкий, О.В. Кірнос // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпро: ПДАБА, 2017. – № 6. – С. 47-52. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази *Index Copernicus*).

8. Визначення різноманітності станів роботи в процесі її виконання / [Т.В. Ткач, В.Р. Млодецкий, Є.І. Заяць, О.О. Мартиш] // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпро: ПДАБА, 2018. – № 1. – С. 22-27. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази *Index Copernicus*).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

9. Ткач Т.В. Організаційно-технологічні параметри формування виробничої програми будівельних підприємств / Т.В. Ткач // Найновите постиження на европейската наука. – 2014: 10 междунар. науч. практ. конф.: материали конф. – София: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2014. – Т. 18. – С. 99-104.

10. Чашин Д.Ю. Комплексное решение заданий проектирования и управления строительством с помощью комплексных информационных моделей / Д.Ю. Чашин, Т.В. Ткач // Эффективное строительство. Объекты, технологии, конструкции и материалы: науч.-практ. конф.: сб. тезисов. – Одесса: ОГАСА, 2016. – С. 44-45.

11. Розрахунок рівня різноманітності станів для лінійних графіків / [Ткач Т.В., Млодецкий В.Р., Кравчуновська Т.С., Кірнос О.В.] // Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві: VII міжнар. наук.-практ. конф.: тези доп. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2018. – С. 63-65.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

12. Ткач Т.В. Параметрична відмова системи робіт у складі календарного плану будівництва / Т.В. Ткач // *Theoretical Foundations of Civil Engineering*. – Dnepr: PSACEA, 2017. – Vol. 24. – P. 91-96.

АНОТАЦІЯ

Ткач Т.В. Удосконалення методів оцінки управлінської реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва. – Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Міністерства освіти і науки України, Дніпро, 2018.

Робота присвячена вирішенню науково-прикладної задачі підвищення рівня реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва на базі удосконалення методів їх розробки та коригування, які забезпечують зменшення рівня невизначеності станів виконання робіт з урахуванням їх організаційно-технологічного взаємозв'язку.

Метою роботи є розробка нових та удосконалення існуючих методів оцінки управлінської реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва із забезпеченням заданого рівня організаційно-технологічної надійності досягнення кінцевого результату.

Досліджується процес календарного планування будівництва об'єктів із урахуванням методів оцінки управлінської реалізованості проекту щодо забезпечення організаційно-технологічної надійності досягнення кінцевого результату реалізації календарних планів будівництва.

Отримані залежності дозволяють кількісно оцінити динаміку наростання невизначеності в термінах виконання робіт календарного плану будівельного об'єкту, що дозволяє контролювати зміну надійності та зрив робіт в процесі виконання плану. В результаті використання розробленої методики забезпечується реальна надійність досягнення кінцевого результату діяльності будівельної організації, яка вище, ніж первинна, передбачена планом.

Ключові слова: календарне планування, управлінська реалізованість, ув'язка потоків, організаційно-технологічна надійність, відмова, невизначеність, ефективність, реалізація проектів, зовнішній резерв часу.

АННОТАЦИЯ

Ткач Т.В. Совершенствование методов оценки управленческой реализуемости календарных планов возведения объектов строительства. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.08 – технология и организация промышленного и гражданского строительства. – Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» Министерства образования и науки Украины, Днепр, 2018.

Работа посвящена решению научно-прикладной задачи повышения уровня реализуемости календарных планов возведения объектов строительства на базе совершенствования методов их разработки и корректировки, которые обеспечивают снижение уровня неопределенности состояний выполнения работ с учетом их организационно-технологической взаимосвязи.

Целью работы является разработка новых и усовершенствование существующих методов оценки управленческой реализуемости календарных планов возведения объектов строительства с обеспечением заданного уровня организационно-технологической надежности достижения конечного результата. Объектом исследования является организационно-технологические процессы возведения объектов строительства, которые оказывают влияние на уровень управленческой реализуемости календарных планов возведения объектов строительства. Предмет исследований – календарные планы возведения объектов строительства с учетом вероятностной природы факторов влияния.

Для достижения цели работы выполнены: анализ, обобщение и оценка реализуемости календарных планов возведения объектов строительства, определение методов и направлений решения поставленной научно-прикладной задачи; обоснование методов совершенствования организационно-технологического проектирования строительства на основе анализа: нормативных документов, методов определения основных показателей выполнения плана с учетом вероятностного характера влияния внешней и внутренней среды; определение и систематизация организационно-технологических параметров, факторов неопределенности и риска, исследование их влияния на продолжительность возведения объектов строительства; разработка математической модели, которая позволяет дать количественную оценку уровня реализуемости календарного плана строительства объекта; создание методики оценки работоспособности отдельной работы и определение срока наработки к появлению отказов с учетом организационно-технологической взаимосвязи системы работ в составе календарного плана; разработка методики расчета текущего разнообразия состояний в процессе выполнения календарного плана работ по возведению объекта строительства мероприятий по корректировке (минимизации) амплитуд разнообразия по отдельным этапам календарного плана, в рамках которых она превышает допустимый уровень; апробация предложенных методов на примере реального календарного плана строительства объекта.

Исследуется процесс календарного планирования строительства объектов с учетом методов оценки управленческой реализуемости проекта по обеспечению организационно-технологической надежности достижения конечного результата реализации календарных планов строительства.

Полученные зависимости позволяют: количественно оценить динамику нарастания неопределенности в сроках выполнения работ календарного плана строительства объекта; контролировать надежность работ в процессе выполнения плана. В результате использования разработанной методики обеспечивается реальная надежность достижения конечного результата

деятельности строительной организации, которая выше, чем первоначальная, предусмотренная планом.

Результаты исследований создают предпосылки и научно-прикладные основы дальнейшего повышения надежности достижения запланированных показателей эффективности строительства объекта путем повышения уровня реализуемости календарных планов возведения объектов строительства на базе совершенствования методов их оценки и корректировки, которые обеспечивают снижение уровня неопределенности состояний выполнения работ с учетом их организационно-технологической взаимосвязи.

Результаты исследований могут быть использованы строительными организациями при разработке проекта организации строительства и генподрядной организацией при разработке проекта производства работ для обоснования сроков проведения оперативного контроля за ходом выполнения плановых заданий. Результаты дают возможность определить по отдельным исполнителям, которые привлекаются к выполнению работ, их сроки наработки до появления массовых отказов, соотносить индивидуальные возможности каждого исполнителя с требованиями календарного плана к режиму выполнения работы.

Результаты исследования были одобрены и внедрены в деятельность проектно-строительных организаций г. Днепр, а также использованы в учебном процессе Государственного высшего учебного заведения «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» и Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна.

Ключевые слова: календарное планирование, управленческая реализуемость, увязка потоков, организационно-технологическая надежность, отказ, неопределенность, эффективность, реализация проектов, внешний резерв времени.

SUMMARY

Tkach T.V. Improvement of methods for assessing the managerial feasibility of calendar plans for the construction of building objects. – As a manuscript.

Thesis for the degree of candidate of technical sciences in specialty 05.23.08 – technology and organization of industrial and civil engineering. – State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk state academy of civil engineering and architecture» of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro, 2018.

The work is devoted to the solution of the scientific and applied task of increasing the level of feasibility of the calendar plans for the construction of building objects on the basis of improving the methods of their development and substantiation, which ensure a reduction in the level of uncertainty in the status of work performance, taking into account their organizational and technological relationship.

The aim of the work is the development of new and improvement of existing methods for assessing the managerial feasibility of the calendar plans for the

construction of objects with the provision of a specified level of organizational and technological reliability of achieving the final result.

The process of scheduling the construction of facilities is considered, taking into account methods for assessing the managerial feasibility of the project to ensure the organizational and technological reliability of achieving the final result of the implementation of construction schedules.

The obtained dependences make it possible to quantify the dynamics of the growth of uncertainty in the terms of the works of the calendar plan of the building object allowing you to monitor the reliability of work in the process of implementing the plan. As a result of using the developed methodology, the real reliability of achieving the final result of the activity of the construction organization is provided, which is higher than the initial one provided by the plan.

Key words: calendar planning, managerial feasibility, linking of flows, organizational and technological reliability, failure, uncertainty, efficiency, realization of projects, external time reserve.