

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**ТКАЧ ТАЇСІЯ ВЯЧЕСЛАВІВНА**

УДК 658.513.2/5:69

**ДИСЕРТАЦІЯ**

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

05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва  
19 - Архітектура та будівництво

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



Т.В. Ткач

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник: Млодецький Віктор Ростиславович, доктор технічних наук,  
професор

Дніпро – 2018

## АНОТАЦІЯ

*Ткач Т.В.* Удосконалення методів оцінки управлінської реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» (19 – Архітектура та будівництво). – 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.

Протягом останніх декількох десятиків років дослідники звертали увагу на системне порушення термінів будівництва, перевершення вартості, виникнення непередбачених планами кризових ситуацій, вирішення яких потребує додаткових витрат часу та коштів, що призводить до погіршення техніко-економічних показників будівництва об'єктів. Для виправлення цієї ситуації запропоновані та впроваджені нові методи аналізу і коригування календарних планів з урахуванням системного підходу до вирішення проблеми.

Сучасні дослідження у цій області базуються на оцінках реалізованості планів (ресурсній, фінансовій), що дозволяє 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. Виявлення критичних зон – це наростання рівня невизначеності системи робіт за етапами виконання календарного плану, що дозволить виділити ймовірні кризові періоди і завчасно до них підготуватись для нейтралізації можливих негативних подій.

Необхідність врахування організаційно-технологічних особливостей та невизначеності й ризику при оцінці реалізованості, роз'єднаність планування і контролю, обумовлюють актуальність даної роботи, присвяченої оцінці рівня управлінської реалізованості плану, ще на етапі його розробки, яка у системному поєднанні з фінансовими та ресурсними факторами забезпечує високу ймовірність досягнення запланованих результатів.

Наукова гіпотеза роботи полягає у 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.

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. Мета досягається шляхом розрахунку динаміки нарощування невизначеності стану будівельної системи за етапами реалізації завдань календарного плану і встановлення допустимого її рівня, а також застосування заходів коригування календарного плану з метою забезпечення умов управлінської реалізованості.

На базі основних теоретичних положень було розроблено методика дослідження, де метою будь-якого управлінського впливу на контрольований процес є компенсація можливих негативних відхилень значень контрольованих параметрів від запланованих. 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. Чим

більша кількість можливих станів системи, тим складніше процес управління нею, тому необхідно визначити також і максимально допустиму межу різноманітності станів, при якій система управління здатна ефективно реагувати на можливі відхилення режимів функціонування системи.

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

У випадку, коли розглядається тільки кількість можливих станів системи, то коректніше вживати термін «різноманітність системи». Один із засновників кібернетики розглядав множину можливих станів системи, як міру «різноманітності», яка складається з числа можливих станів системи, а також як логарифм цього числа при основі “2”. Відповідно до цього, одиницею виміру різноманітності є «біт».

Кількість можливих станів системи визначається заданим рівнем точності розрахунку значення контрольованого параметру. При цьому не враховується ймовірність знаходження системи у кожному з можливих станів.

В роботі наведена графічна інтерпретація динаміки рівня різноманітності часу виконання окремої роботи об'ємом  $v_n$ . 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. У межах цього часового діапазону можна визначити для кожного моменту часу відповідний оптимістичний та песимістичний обсяг виконаних робіт.

Діапазон можливих станів системи виконання робіт у довільний час  $t_i$  визначається різницею можливих станів системи. Кількість таких станів можна буде розрахувати тільки після встановлення точності визначення контрольованого параметру.

При розрахунку значення підсумкової різноманітності станів системи паралельних робіт застосовано правило додатку з теорії комбінаторики.

На підставі таких розрахунків по кожному перетину часу впродовж календарного плану ми маємо можливість побудувати гістограму різноманітності станів за етапами виконання робіт календарного плану. Аналіз такої гістограми дозволяє визначити періоди часу, коли поточне значення різноманітності є максимальним, що є свідченням підвищеної ймовірності виникнення відмови технологічного процесу. Також за даними цієї гістограми можемо визначити, чи задовольняється умова управлінської реалізованості і відповідним чином провести коригування плану.

У подальшому розглядався фрагмент календарного плану, який вміщує роботи надземної частини будівлі. При аналізі календарного плану будівництва об'єкту було встановлено, що в якості організаційно-технологічної моделі вибраний лінійний графік (графік Ганта). Графік у такому вигляді не встановлює пріоритетів робіт щодо їх критичності і ступеня напруженості, що важливо для застосування розроблених методів коригування, тому дані графіка були відображені із застосуванням можливостей програмного комплексу Microsoft Project, де червоним коліром виділені роботи, які розташовані на критичному шляху. Аналіз графіку показує, що роботи виконуються потоковим методом із взаємоув'язкою по поверхах будівлі.

З наведених даних випливає, що критичний шлях проходить по всім поверхах виконання робіт, по монтажу перекриття і також вміщує роботи по монтажу сходових маршей, пілонів, діафрагм. Роботи по кладці стін і перегородок відкривають фронт робіт критичним роботам, вони також виконуються потоковим методом, але на відміну від критичних мають певний резерв часу. Ці особливості враховувались при виконанні процедур із коригування календарного плану, а саме: пріоритет мали роботи критичного шляху, роботи підкритичних шляхів не коригувались, бо можливі зриви графіку їх виконання компенсуються резервами часу.

Аналіз даних показує, що вихідний варіант календарного плану не відповідає критерію управлінської реалізованості.

При коригуванні був застосований метод включення управлінського резерву.

Слід зауважити, що використання так званого управлінського резерву не обов'язково супроводжується затримкою виконання робіт чи зменшенням інтенсивності її виконання. В управлінському резерві більш важливим за його термін є визначений період його застосування, впродовж якого здійснюється нейтралізація накопиченої за попередні періоди невизначеності у стані виконання як окремої роботи, так і системи робіт у складі календарного плану.

Застосуванню управлінського резерву передуює етап реалізації плану, який супроводжується значним зростанням станів невизначеності. Реалізація цього резерву вносить суттєві зміни у динаміку станів різноманітності у наступні періоди, у перші з них різноманітність станів дорівнює нулю, це є наслідком того, що стан системи у цей період стає деремінованим (чітко визначені параметри функціонування системи), а у наступні періоди стан неузгодження ще не досягає значення точності визначення відхилень.

Після коригування дещо збільшився мінімальний можливий термін завершення даного комплексу робіт, але значно скоротився діапазон можливих термінів завершення робіт – на 40%.

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

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 є вищою, ніж первісна, передбачена планом.

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

## SUMMARY

*Tkach T.V.* Improvement of methods for assessing the managerial feasibility of calendar plans for the construction of building objects. – Qualified scientific work 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 (19 – Architecture 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 construction projects on the basis of improving the methods of their development and adjustment, which ensure a reduction in the level of uncertainty in the status of work performance, taking into account their organizational and technological relationship.

Over the past few decades, researchers have drawn attention to the systemic violation of construction dates, exceeding costs, emergence of unforeseen crisis situations, the solution of which requires additional time and money, which leads to a deterioration in the technical and economic indicators of construction of facilities. To remedy this situation, new methods for analyzing and adjusting calendar plans have been proposed and introduced, taking into account the system approach to solving the problem.

Modern research in this area is based on assessments of the feasibility of plans (resource, financial), which allows balancing the needs of the project and the ability of performers to achieve the planned results. But at the same time, such an important process as the evaluation of management features at the stages of plan implementation is left without attention. The implementation of the planned tasks is

accompanied by an increase in the uncertainty of the state of the production system, which largely depends on the organizational and technological decisions that are incorporated in the calendar plan at the stage of its development.

Modern research in this area is based on assessments of the feasibility of plans (resource, financial), which allows balancing the needs of the project and the ability of performers to achieve the planned results. But at the same time, such an important process as the evaluation of management features at the stages of plan implementation is left without attention. The implementation of planned tasks is accompanied by an increase in the uncertainty of the state of the production system, which depends to a large extent on the organizational and technological decisions put in the calendar plan at the stage of its development.

The scientific hypothesis of the work consists in the assumption that the managerial feasibility of calendar plans in construction is determined by the level of diversity of states (level of deregulation) of the work system, which is affected by the organizational and technological relationship between the work and the achieved intensity of performance of these works by specific performers, while the level of diversity should not exceed of a certain acceptable level.

The purpose of the study is to develop new and improve existing methods for assessing the managerial feasibility of calendar plans in construction with the provision of a given level of organizational and technological reliability to achieve the final result. The goal is achieved by calculating the dynamics of increasing the uncertainty of the state of the construction system by the stages of implementing the tasks of the calendar plan and establishing its permissible level, as well as applying measures to adjust the calendar plan to ensure the conditions for managerial feasibility.

On the basis of the main theoretical provisions, a research methodology was developed where the objective of any managerial impact on the controlled process is to compensate for possible negative deviations of the values of the controlled parameters from the planned ones. As such a unit of measurement and the object of evaluation of managerial feasibility can serve as a measure of the diversity of the



current state of both the individual work and the system of work performed simultaneously. The greater the number of possible states of the system, the more difficult the process of controlling it, so it is also necessary to determine the maximum permissible limit of the variety of states, therefore, it is also necessary to determine the maximum permissible limit of the diversity of states under which the control system is able to respond effectively to possible deviations in the modes of operation of the system. 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.

In the case when only the number of possible states of the system is considered, it is more correct to use the term "system diversity". One of the founders of cybernetics considered the set of possible states of the system as the degree of "diversity", which consists of the number of possible states of the system, and also as the logarithm of this number at the base of "2". In accordance with this, the unit of measurement of diversity is the "bit". The number of possible states of the system is determined by the specified level of accuracy in calculating the value of the monitored parameter. It does not take into account the probability of finding a system in each of the possible states.

The work presents a graphical interpretation of the dynamics of the level of the diversity of the time for executing a particular work by volume  $V_{pl}$ . The range of possible (random) trajectories of the implementation of this work is limited by optimistic  $I_o$  and pessimistic  $I_p$  intensities, which determine in accordance with the optimistic  $t_o$  and pessimistic  $t_p$  deadlines for the completion of work. Within this time range, you can determine for each time point the corresponding optimistic and pessimistic amount of work performed.

The range of possible states of the system for performing work at an arbitrary time is determined by the difference in possible states of the system. The number of such states can be calculated only after establishing the accuracy of determining the

monitored parameter. When calculating the value of the resulting variety of states of the system of parallel works, the application rule for combinatorial theory is applied.

On the basis of such calculations, for each pleasant time during the calendar plan, we have the opportunity to construct a histogram of the variety of states in the stages of the work of the calendar plan. Analysis of such a histogram allows you to determine the time periods when the current value of the diversity is maximum, indicates an increased probability of failure of the process. Also, according to this histogram, we can determine whether the managerial feasibility condition is met and adjust the plan accordingly.

In the future, a fragment of the calendar plan that accommodates the work of the above-ground part of the building was considered. When analyzing the calendar plan for the construction of the facility, it was established that a linear schedule (Gantt chart) was chosen as the organizational and technological model. The schedule in this form does not set priorities for works on their criticality and the degree of tension, which is important for the application of the developed correction methods, so the graphics were reflected using the capabilities of the Microsoft Project software complex, where red works are identified that are located on the critical path.

The analysis of the graph shows that the work is done by the flow method with the interconnection of the floors of the building. From the data given, it follows that the critical path passes through all floors of the work, the installation of the floor and also contains works for the installation of stair flights, pylons, diaphragms. Works on the laying of walls and partitions open the front of works to critical works, they are also performed by a flow method, but unlike critical ones, they have a definite time reserve. These features were taken into account in the implementation of procedures for adjusting the calendar plan, namely: the priority had work critical path, the work of subcritical ways was not corrected, therefore possible disruptions in their execution schedule are compensated by time reserves.

Analysis of the data shows that the original version of the calendar plan does not meet the criterion of managerial implementation. When adjusting, the method of including the management reserve was applied. It should be noted that the use of the

so called managerial reserve is not necessarily accompanied by a delay in the performance of work or a decrease in the intensity of its implementation. In the management reserve more important than its term is a certain period of its application, during which neutralization of the uncertainty accumulated during previous periods in the state of fulfillment of both the individual work and the system of work as part of the calendar plan is carried out.

The implementation of the management plan is preceded by the implementation phase of the plan, which is accompanied by a significant increase in the state of uncertainty. The implementation of this reserve introduces significant changes in the dynamics of states of diversity in subsequent periods, in the first of them the variety of states is zero, this is a consequence of the fact that the state of the system in this period becomes dereeminized (the parameters of the system functioning are clearly defined) and in subsequent periods the state of discrepancy does not yet reach the value of the accuracy of determining deviations.

After the adjustment, the minimum possible deadline for completing this set of work has slightly increased, but the range of possible completion dates has been significantly reduced by 40%.

Data analysis for two variants of the calendar plan shows a significant difference between them, which confirms the expediency of applying the developed methodology for the purpose of improving the managerial feasibility of the calendar plans for the construction of facilities.

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 change in reliability and disruption 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 for 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.

## 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. Млодецький, 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. Млодецький, 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. Млодецький, 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 // Найновітє постиження на європейската 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., Млодецький 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*. – Днепр: PSACEA, 2017. – Vol. 24. – P. 91-96.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	17
РОЗДІЛ 1      АНАЛІЗ      ОСОБЛИВОСТЕЙ      ОРГАНІЗАЦІЙНО- ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБГРУНТУВАННЯ ПЛАНУВАННЯ ПРОЦЕСІВ БУДІВНИЦТВА .....	24
1.1 Роль організаційно-технологічного планування в будівництві.....	24
1.2 Особливості діючої системи календарного планування будівельного виробництва .....	34
1.3 Аналіз сучасних підходів до організаційно-технологічного проектування будівництва та основних напрямків розвитку організаційних форм будівельних організацій.....	45
1.4 Аналіз факторів реалізованості плану.....	50
Висновки до розділу 1 .....	57
РОЗДІЛ 2      ОЦІНКА      РОБОТОСПРОМОЖНОСТІ      ОРГАНІЗАЦІЙНО- ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ.....	61
2.1 Визначення ризиків, що впливають на своєчасну реалізацію проектів організації будівництва .....	61
2.2 Модель оцінки управлінської реалізованості.....	76
2.3 Аналіз вірогідних станів роботи у процесі її виконання.....	81
2.4 Кількісна оцінка параметричної надійності окремої роботи.....	86
2.5 Розрахунок роботоспроможності системи робіт у складі календарного плану .....	97
Висновки до розділу 2 .....	103
РОЗДІЛ 3      ВИЗНАЧЕННЯ      ПОТОЧНОЇ      РІЗНОМАНІТНОСТІ      СТАНІВ СИСТЕМИ РОБІТ У СКЛАДІ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУ .....	105
3.1 Визначення поточної різноманітності станів у процесі виконання окремої роботи.....	105
3.2 Визначення поточної різноманітності станів виконання системи робіт .....	116

	16
3.3 Розрахунок рівня різноманітності станів для циклограмних моделей та лінійних графіків .....	119
Висновки до розділу 3 .....	125
РОЗДІЛ 4 ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДИКИ У ПРАКТИКУ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУВАННЯ ЗВЕДЕННЯ ОБ'ЄКТУ БУДІВНИЦТВА .....	127
4.1 «Дерево відмов» у системі факторів оцінки реалізованості календарного плану .....	127
4.2 Методи мінімізації амплітуд різноманітності станів робіт календарного плану .....	136
4.3 Забезпечення управлінської реалізованості календарного плану будівництва багатоповерхового житлового комплексу .....	147
Висновки до розділу 4 .....	155
ВИСНОВКИ.....	157
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	159
ДОДАТОК А Помісячні об'єми робіт за окремими виробничими підрозділами підприємства .....	177
ДОДАТОК Б Розрахунок рівня невизначеності виконання робіт .....	178
ДОДАТОК В Розрахунок динаміки різноманітності виконання роботи .....	179
ДОДАТОК Д Параметри робіт календарного плану .....	182
ДОДАТОК Е Розрахунок станів різноманітності критичних робіт.....	183
ДОДАТОК Ж Період вірогідних параметричних відмов у виконанні робіт календарного плану.....	184
ДОДАТОК З Показники продуктивності будівельного управління за 2016-2017 рр.....	185
ДОДАТОК И Список публікацій здобувача за темою дисертації .....	186
ДОДАТОК К Акти впровадження результатів дослідження .....	189



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Протягом останніх декількох десятиріч 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 «Строїтель-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 [44, 113];

– отриманні залежностей, що визначають динаміку зміни рівня надійності за окремими етапами виконання плану до появи масових параметричних відмов [42, 65];

– 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 [119, 130];

– 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, запропонуванні заходів щодо зниження

амплітуди різноманітності станів в календарному плануванні за рахунок коригування з використанням управлінських резервів часу [101, 114].

**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.

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБГРУНТУВАННЯ ПЛАНУВАННЯ ПРОЦЕСІВ БУДІВНИЦТВА

### 1.1 Роль організаційно-технологічного планування в будівництві

На сьогодні в Україні будівельна організація вже не має жорстко регламентованих планових завдань, регламентованої системи забезпечення ресурсами і системи замовників. Тепер ці проблеми будівельна організація повинна вирішувати самостійно.

Таким чином, у сфері планування будівельна організація повинна вирішувати такі проблеми [71, 76, 129, 136]:

- визначати параметри системи планування, плани, які складають цю систему, та рівень їх розробки, виконавців, нормативно-методологічну базу, форму затвердження та рівень реалізації;
- узгоджувати параметри системи організаційно-технологічного процесу з організаційною структурою підприємства;
- розподіляти функцію планування будівельного виробництва між системою техніко-економічного планування і рештою структурних управлінських підрозділів.

У нових умовах кардинально змінилися і завдання планування будівельного виробництва, які направлені на забезпечення успіху будівельної організації. Їх розділяють на дві групи:

- завдання, пов'язані з визначенням напрямів і сфер діяльності будівельної організації;
- завдання, пов'язані із забезпеченням ефективної діяльності будівельного підприємства у вибраних напрямках.



Перша група завдань переважно належить до сфери діяльності вищого рівня управління, а друга – до середнього і нижнього рівнів.

Перелік планів конкретної будівельної організації, їх види, форми і методи планування, нормативна база значною мірою залежить від галузевої специфіки, розміру будівельного підприємства і його цілей, характеристик елементів навколишнього середовища.

Суть галузевої специфіки будівництва щодо планування полягає в наступному:

- велика кількість і різноманітність учасників процесу будівництва та інвестування;
- різноманітність, розбіжності, а іноді і протилежність цілей та інтересів цих учасників;
- ймовірнісний характер і високий рівень невизначеності процесів управлінської та виробничої діяльності;
- різноманіття і невизначеність чинників, що впливають на процеси будівництва;
- високий рівень організаційно-управлінських систем.

В умовах цієї специфіки планування грає, з одного боку, роль інструменту інтеграції і координації дій учасників будівництва, а з іншого боку, є методологією прогнозування і обґрунтування доцільності та ефективності тих або інших організаційно-управлінських рішень, заходів і ідей.

Планування в будівельній галузі є найважливішою складовою діяльності існуючих будівельних організацій. Багаторічний аналіз діяльності українських і зарубіжних підприємств будівельної галузі свідчить про те, що недооцінка планування будівельного виробництва в умовах ринку приводить до значних економічних втрат.

Останніми роками рівень планування на підприємствах будівельної галузі знизився. Такий стан зумовлений низкою об'єктивних та суб'єктивних причин. Об'єктивні причини полягають в недоліках централізованої системи організаційно-технологічного планування, створеної в період планової

економіки, яка виявилася неадекватною сучасним умовам економічних відносин підприємств будівельного комплексу. Суб'єктивні причини зумовлені недостатньою кваліфікацією керівників і фахівців будівельних підприємств.

Аналіз зарубіжної і вітчизняної практики управління будівельними підприємствами показує, що ринкові механізми регулювання економіки не відкидають ідею планування будівельного виробництва. Скоріше навпаки, в умовах нестабільності ринкової кон'юнктури, обумовленої динамізмом зовнішнього середовища, в якому працюють будівельні організації, місце і роль планування зростають. Будь-яке виробниче рішення, що приймається в умовах ризику, потребує ретельного техніко-економічного обґрунтування, прогнозування, як майбутнього результату, так і умов його реалізації, що можна здійснити тільки за допомогою засобів і методів планування будівельного виробництва.

Будівельний проект і процес його реалізації, здійснення є складною системою, в якій виробнича діяльність являється керованою підсистемою.

Отже, першою і основоположною стадією організації будь-якого виду доцільної діяльності завжди є процес постановки мети і знаходження способів її виконання. Саме до стадії визначення мети можна віднести передбачення, прогнозування, планування. Завершенням цієї стадії є побудова моделі ходу виробничого процесу, направленою на досягнення головної мети будівельного підприємства – отримання запланованих результатів діяльності будівельного виробництва.

Виробництво ґрунтується на тому, що витрати і результати діяльності будівельного підприємства будуть цілком і повністю визначатися ступенем ефективності організації роботи кожного підрозділу і кожного члена трудового колективу. Для об'єктивної оцінки цих параметрів необхідно змінити, перебудувати існуючу систему планування будівельної організації, нормування, контролю, обліку і звітності, націлити її, перш за все, на задоволення потреб внутрішньоорганізаційного управління [24, 32, 39, 124].

Планування є передбаченням майбутніх подій за допомогою цілеспрямованого пошуку, оцінки та відбору альтернатив і базується на фактичній та прогнозній інформації про стан зовнішнього і внутрішнього середовища. Планування в широкому сенсі означає ухвалення на основі систематичної підготовки управлінських рішень, пов'язаних із майбутніми подіями. У цьому сенсі планування – це систематичне формування майбутнього стану підприємства.

Одним із видів системи планування є організаційно-технологічне планування, яке проводиться в рамках розробки проекту організації будівництва та проекту виконання робіт. Метою цього планування є визначення термінів будівництва, або будівельної програми, дотримання яких забезпечує позитивний економічний стан, конкурентоспроможність та подальший розвиток підприємства.

Отже, організаційно-технологічне планування – це типово підприємницьке завдання, вирішувати яке необхідно для активного розвитку будівельного підприємства. У цьому сенсі планування – фундамент управління.

Процес управління будівельним підприємством складається з багатьох функцій. До їх числа входять планування і прогнозування, організація виробництва, координація і регулювання, облік, контроль і аналіз, активізація і стимулювання (рис. 1.1) [10, 72, 95, 100, 124, 134, 148].

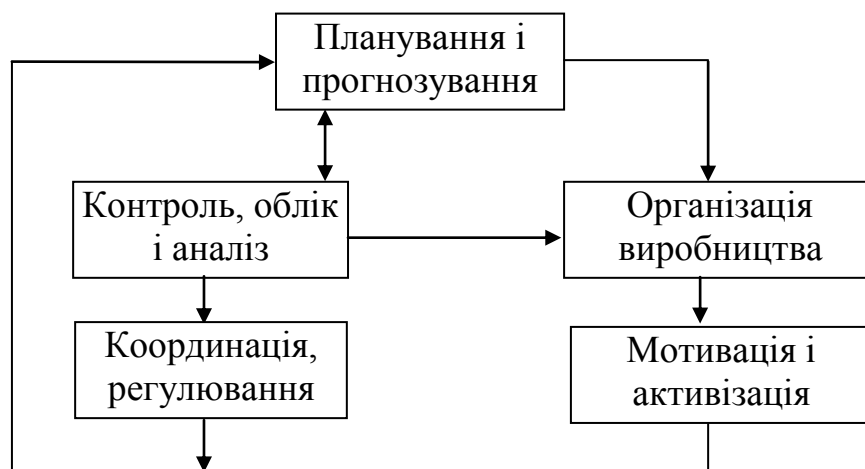


Рис. 1.1. Взаємозв'язки планування і управління

Кожна функція характеризується властивим їй технологічним процесом обробки інформації і способом дії на керований об'єкт.

Мета управління формується в рамках функції «планування-прогнозування», можна сказати, що дана функція в системі функцій управління підприємством є центральною.

Функції управління в своїй основі об'єктивні і є формами реалізації управлінських відносин, через які, у свою чергу, реалізуються вимоги організаційно-технологічних законів розвитку виробництва.

Тому процес управління виступає як об'єктивно зумовлена система функцій, яка носить назву управлінського циклу, а самі функції називаються стадіями управлінського циклу.

Планування служить основною функцією для ухвалення управлінських рішень і є управлінською діяльністю, яка передбачає вироблення цілей і завдань управління виробництвом, а також визначення шляхів реалізації планів для досягнення поставленої мети.

Прогнозування в управлінському циклі є базою для планування і ставить своїм завданням наукове передбачення розвитку виробництва, а також пошук рішень, які забезпечують розвиток виробництва в оптимальному режимі. Оскільки прогнозування завжди попереду планування, його можна розглядати як підфункцію планування.

Організація – це діяльність, направлена на створення або розвиток структури виробничої системи. Залежно від об'єкту розрізняють організацію виробництва, праці і управління. Організація управління включає регламентацію окремих елементів процесу управління (стадій управлінського циклу, процедур і операцій управління), встановлення часу виконання робіт, складу виконавців, відповідальності, технічного і інформаційного забезпечення тощо [19, 71].

Координація полягає в забезпеченні необхідної узгодженості дій працівників. Мета координації – усунути паралелізм і подвійність в роботі.

Регулювання полягає в збереженні режиму функціонування господарської системи. Через різні причини виробництво може відхилитися від заданих параметрів. У цих умовах шляхом регулювання усуваються відхилення і забезпечується нормальне протікання виробничих процесів.

За допомогою обліку здійснюється збір інформації про економічний та фінансовий стан системи. Облік служить базою для аналізу – комплексного вивчення виробничої діяльності з метою контролю і підвищення ефективності функціонування виробництва шляхом виявлення і мобілізації наявних резервів. Роль контролю як функції управління обумовлена тим, що він є засобом здійснення зворотних зв'язків в системі управління. За допомогою контролю перевіряється виконання ухвалених планових рішень і оцінюються їх наслідки.

Активізація – це інтенсифікація трудової і суспільної діяльності працівників на основі підвищення творчого потенціалу особи і колективу. Активізація досягається комплексним застосуванням методів морального і матеріального стимулювання. В основі матеріального стимулювання лежать матеріальні, а в основі морального – соціальні потреби особи.

Перераховані функції управління носять назву загальних. Також в системі управління виділяються локальні функції, які враховують вплив на них об'єкту управління, що знаходить своє віддзеркалення в об'єкті і предметі планування.

Сам процес організаційно-технологічного планування проходить чотири етапи [103, 123, 124]:

- розробку загальних цілей;
- визначення конкретних, деталізованих цілей на заданий період;
- визначення шляхів і засобів їх досягнення;
- контроль за досягненням поставлених цілей шляхом зіставлення планових показників з фактичними і коректування цілей.

Планування завжди спирається на дані минулих періодів діяльності підприємства. Воно здійснюється для того, щоб визначати і контролювати розвиток підприємства в перспективі. Тому надійність плану залежить від точності фактичних показників минулих періодів.

Проте планування на будівельному підприємстві базується на неповних даних, навіть якщо є добре налагоджена система прогнозування і статистичного обліку. Проблема полягає в тому, що деякі аспекти функціонування економічної системи, які носять ймовірнісний характер, не піддаються оцінці, наприклад, дії конкурентів, економічний стан, соціальна та політична обстановка тощо. Показники кон'юнктури ринку є результативними для складання плану підприємства. Тому організаційно-технологічне планування, як правило, значно легше, чим більше підприємство (хоча на невеликих підприємствах деякі чинники виробництва виявляються більш досяжними для керівництва, чим на великих). Дані обставини додають плануванню ймовірнісний характер.

Оскільки підприємство не тільки не може мати в своєму розпорядженні всю необхідну інформацію для складання надійного плану, а часто і не знає про існування яких-небудь базових даних, якість планових рішень істотно залежить від компетентності та фахового рівня розробників планів. Звідси витікає, що систему організаційно-технологічного планування на підприємстві необхідно структурувати так, щоб використовувалися всі наявні чинники.

З погляду формалізації процедури планування є алгоритмізований процес підготовки рішень в протилежність спонтанному, ситуаційному ухваленню управлінських рішень. Протилежністю планування є імпровізація, коли рішення ухвалюється на основі ситуації, що склалася, і досвіду планувальника. Чіткий алгоритм ухвалення імпровізованих рішень відсутній. Організаційно-технологічне планування ефективно там, де однієї інтуїції недостатньо для того, щоб ухвалити рішення, де потрібно поліпшити якість схвалюваних рішень шляхом подолання складності проблемних ситуацій, обумовленої великою кількістю взаємодіючих чинників і причинно-наслідкових зв'язків, а також неузгодженістю структурних підрозділів будівельних організацій, що ухвалюють рішення щодо сценарію розвитку планованих процесів і подій [75, 110, 124].

Не дивлячись на важливість і очевидні переваги планування, воно не може замінити собою імпровізацію. У практиці управління будівельним підприємством спланувати всі випадки ухвалення рішень неможливо, та і недоцільно. Причиною тому можуть бути два чинники: не співмірність витрат на планування з результатами реалізації плану; відсутність об'єктивної, достовірної і достатньої для розробки плану інформації. У цих випадках доводиться вступати на шлях імпровізації і таким чином реагувати на виниклу ситуацію. Співвідношення між запланованими і імпровізованими рішеннями на конкретному підприємстві залежить від багатьох чинників, серед яких можна виділити:

- повноту і достовірність інформації про зовнішнє середовище та внутрішню структуру підприємства;
- особові якості, спеціальні знання, схильність до ризику і гнучкість планових працівників;
- мотивацію (гармонізацію бажань і інтересів виконавців з цілями планових рішень);
- правомірність (власні можливості і надані плановому працівникові спеціальні засоби повинні дозволити здійснити всі заходи, пов'язані з підготовкою та реалізацією планового рішення);
- інформованість (особи, яким доручена підготовка плану, повинні знати ціль і особливості ухвалення та реалізації планового рішення);
- допустимість (заходи, передбачені плановим рішенням, не повинні порушувати норм права і моралі);
- наявність формалізованого інструментарію планування: економіко-математичних моделей, лінійного програмування, ЕОМ, технічних засобів тощо.

Процес організаційно-технологічного планування характеризується рядом специфічних рис.

По-перше, планування має дві сторони: організаційно-технологічну і соціально-економічну.

Організаційно-технологічна сторона зумовлюється кооперацією праці і залежить від рівня розвитку засобів і методів планування. Соціально-економічна сторона визначається соціально-економічними умовами суспільства. Тому процес планування виробництва необхідно оцінювати з двох позицій: його організаційно-технічних характеристик і соціально-економічних умов. Інакше не можна розкрити багато причинно-наслідкових зв'язків і залежностей, що визначають цілі, форми і методи планування.

З погляду організаційно-технологічної сторони планування, країни з розвинутою ринковою економікою мають більше досвіду. Прийнятий там арсенал технічних засобів і методів значно багатший. Тому рівень організації виробництва і управління в рамках окремих підприємств, там вище, ніж в країнах з плановою економікою. Значить, є велика можливість у використанні організаційно-технічного досвіду планування розвинутих зарубіжних країн і обмежена можливість застосування соціально-економічного досвіду планування. Ще один важливий висновок з цього аналізу: соціально-економічна сторона планування повинна бути провідною в постановці цілей планування і виборі засобів їх реалізації.

По-друге, планування як елемент управління носить інформаційний характер. Інформаційну суть процесу організаційно-технологічного планування добре видно на прикладі стадій циклу планування (рис. 1.2) [73, 82, 109, 120, 131, 141, 151].

В процесі виробництва перед органами планування безперервно виникають проблеми. Тому першою стадією в плановому циклі є виявлення і формулювання проблем (включає збір і обробку інформації, а також оцінку наслідків можливих варіантів планових рішень).

Інформація про отримані результати за системою зворотного зв'язку передається в плановий орган. Останній на її основі оцінює те, що відбувається, формулює нові проблеми, і весь цикл планування повторюється.



Формулювання проблем, ухвалення планових рішень, оцінка результатів завжди підпорядковані досягненню певної мети. Тому організаційно-технологічне планування завжди строго цілеспрямоване.



Рис. 1.2. Інформаційні потоки при плануванні

По-третє, планування на підприємстві виступає як один із найважливіших організаційних чинників інтенсифікації будівельного виробництва. Ефект сумісних дій групи людей, організованих в колектив, більше суми ефектів їх одиночних дій. Цей додатковий ефект пояснено наступним: зростанням уміння кожного працівника; економією часу на перехід від одного виду діяльності до іншого; спеціалізацією і можливістю автоматизації процесу будівельного виробництва.

Джерелом додаткового ефекту в процесах спеціалізації і інтеграції праці є планомірність. Саме властива інтеграції планомірність (свідомо встановлюваний планом зв'язок) породжує нову продуктивну силу (синергетичний ефект). Сучасне будівельне виробництво, що характеризується

колосальним динамізмом, великою змінюваністю моделей організації, складністю технологічних процесів висуває особливі вимоги до внутрішньо-організаційного планування як засобу, покликаного визначати і підтримувати внутрішньовиробничі пропорції. При створенні складних об'єктів внутрішньо-організаційне планування (розробка проекту виконання будівельно-монтажних робіт) дозволяє скоординувати різні науково-дослідні, дослідно-конструкторські, технологічні, виробничі, будівельні, монтажні, налагоджувальні та інші роботи, виконувані в порядку інтеграції багатьма будівельними підприємствами, науково-дослідними і конструкторськими організаціями різних галузей. При цьому плани встановлюють не тільки загальну тривалість всього організаційно-технологічного процесу, але і тривалість, послідовність всіх робіт та їх етапів, зводячи до мінімуму нераціональні витрати різних ресурсів.

Створення системи організаційно-технологічного планування на будівельному підприємстві вимагає витрат, але ефект від раціональної організації виробництва завжди перевищує ці витрати. Тому трактування внутрішньоорганізаційного планування як сфери непродуктивних витрат глибоко помилкове і суперечливе. При такому трактуванні виходить, що організаційно-технологічне планування підвищує продуктивність праці, а саме воно засноване на непродуктивній праці.

## **1.2 Особливості діючої системи календарного планування будівельного виробництва**

В сучасних умовах розвитку будівельна галузь характеризується удосконаленням виробничо-економічних відносин у капітальному будівництві. За таких умов своєчасне, надійне та гнучке проектування будівництва набуває вирішального значення.

В Україні проектування організації будівельного виробництва регламентується рядом нормативних документів. Згідно з ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва», проектування будівельного виробництва слід організувати як регулярно діючу систему, що включає загальне організаційно-технологічне планування, календарне планування, проектування будівництва об'єкта, підготовку будівельної організації та планування до проведення будівельно-монтажних робіт [3, 4, 72, 124, 128].

Сучасне підприємство будівельного комплексу є надскладною системою, якою доводиться управляти в умовах ринку. Надскладна природа будівельної організації вимагає попереднього аналізу як її самої, так і зовнішнього середовища, і вироблення детальної послідовності дій з постановки цілей і їх реалізації, тобто надскладна природа будівельного підприємства спонукає формувати організаційно-технологічне планування будівельного виробництва. Одночасно динамічне і нестабільне зовнішнє середовище робить так, що не працюють жорсткі і детерміновані плани. При цьому проаналізувавши вітчизняний [8, 9, 16, 17, 31, 34, 40, 41, 44, 89, 94, 100, 142, 146] та зарубіжний досвід [140-144, 147, 152-155], можна виокремити, що план діяльності будівельного підприємства повинен бути:

- достатньо детальним, щоб вчасно передбачати і вирішувати виникаючі проблеми, а також щоб координувати зусилля різних підрозділів і фахівців;

- календарний план повинен бути достатньо гнучким для того, щоб дозволяти фахівцям реагувати на небажані збурення з боку зовнішнього середовища і щоб з вигодою використовувати можливості, що випадково з'являються.

Методологічна база календарного планування будівельного виробництва в своїй основі будується на системному, ситуаційному та процесному підходах.

Календарне планування будівельного виробництва на підприємстві пов'язане з об'єктивними причинами, зокрема із зростанням невизначеності і динамічності зовнішнього середовища, і базується на наступних основних положеннях [59, 130, 132, 142]:

– будівельне підприємство – це складна соціально-економічна система, яка гармонічно втілена в економіку України з метою досягнення певної мети – зведення будівель та споруд;

– будівельне підприємство характеризується: наявністю певних ресурсів і їх перетворенням в матеріальні блага (будівельну продукцію, послуги); порівнянням витрат на виробництво і реалізацію будівельної продукції (надання послуг) з результатами діяльності; складністю і динамічністю внутрішнього середовища; обов'язковістю розвитку і зміною критеріїв розвитку;

– будівельне підприємство – це відкрита система, на яку впливають численні чинники зовнішнього середовища. Тому результат діяльності підприємства в значній мірі визначатиметься її адаптивними можливостями і здібностями;

– будівельне підприємство унікальне в тому сенсі, що має особливості, обумовлені існуючою матеріально-технічною базою, кадровим потенціалом та іншим, тому при календарному плануванні виробничої діяльності необхідне врахування цих особливостей, що виключає універсальні рішення поставлених задач.

Будучи основним документом проекту організації будівництва і проекту виконання робіт, календарний план охоплює весь комплекс робіт зі зведення будинків або споруд, починаючи від підготовчих робіт і закінчуючи пусконаладжувальними роботами, і випробуванням гарячого та холодного водопостачання, каналізації, опалення, благоустроєм прилеглої до об'єкта території.

Календарні плани розробляються згідно з принципами потокової організації робіт, із урахуванням вимог техніки безпеки будівництва, технології робіт.

Обов'язковою умовою організаційно-технологічного планування виробничої діяльності є:

– постійний моніторинг зовнішнього середовища;

- виявлення і врахування ризику;
- можливості розвитку бізнесу при визначенні і коректуванні цілей діяльності підприємства і способів їх реалізації;
- прогнозування тенденцій зміни ринкової ситуації.

Оскільки організаційно-технологічне планування виробництва є однією з основних функцій управління, воно, з одного боку, існує в організаційній діяльності будівельного виробництва як один із етапів, а з іншого боку, представляє самостійний вид управлінської діяльності, сконцентрованої в підсистемі організаційно-технологічного та економічного планування. Різноманітність видів організаційно-управлінської діяльності і об'єктів її спрямованості породжує безліч видів планування виробництва. Вибираючи класифікаційні ознаки, можна прийти до певних видів, груп і конкретних планів.

Як класифікаційні ознаки для класифікації планів застосовують:

- елементи організаційних структур – система організацій, організація, підрозділ організації;
- термін охоплення або плановий період (перспективні – 10 років і більше; середньострокові – 5 років, 2 роки, 1 рік; оперативні – квартал, місяць, декада, доба);
- об'єкт планування – будівельно-монтажні роботи, науково-технічний розвиток, техніко-економічна ефективність, розвиток виробничо-технічної бази, матеріально-технічне постачання, розвиток товарної номенклатури, освоєння ринків тощо;
- предмет планування – окремий вид товару або робіт, окремий будівельний об'єкт, група об'єктів, діяльність організації або її підрозділу тощо [148].

Конкретне будівельне підприємство для врахування своєї специфіки і специфіки умов діяльності може використовувати й інші класифікаційні ознаки та сформулювати свої специфічні види організаційно-технологічних планів. Ці

ознаки можна сформулювати або за рахунок подальшої деталізації приведених вище ознак, або за рахунок введення принципово нових ознак.

В систему планів органічно входить організаційно-технологічне планування.

Організаційно-технологічне (календарне) планування – це система робіт і заходів з відповідним ресурсним забезпеченням, які слід виконувати у встановлені терміни і у встановленій послідовності, для вирішення конкретного завдання зведення будівель або споруд.

Таким чином, планування будівельного виробництва починається з визначення цілей і формулювання завдань будівельної організації. З метою забезпечення інтеграції в діяльності підприємства, при обробці цілей застосовують підхід, при якому будують «дерево» цілей.

Створюють систему цілей – від глобальних цілей верхнього рівня до оперативних цілей нижніх рівнів.

Відповідно до цілей будівельної організації розробляється система планів виробничої програми, які можна розділити на стратегічні, тактичні, оперативні.

Як правило, систему планів будівельної організації складають:

- план підрядних робіт;
- план розвитку організації;
- план підвищення ефективності виробництва;
- план розвитку виробничо-технічної бази;
- план власного інвестування і фінансування заходів;
- план матеріально-технічного постачання;
- план забезпечення трудовими ресурсами;
- план підвищення ефективності управління.

З метою підвищення ефективності управління будівельною організацією, додання управлінській діяльності більшої цілеспрямованості, створення в системах управління інтеграційних тенденцій, в плануванні будівельного виробництва застосовують підхід, який отримав назву стратегічного планування.

Стратегічне планування – це процес обґрунтування і ухвалення комплексу управлінських рішень будівельної організації для розробки специфічних стратегій, направлених на досягнення мети організації [33].

У свою чергу, стратегія – це комплексний детальний план, розроблений керівництвом будівельного підприємства і направлений на реалізацію місії організації і досягнення її мети [33].

Як організаційні передумови стратегічного планування діяльності будівельного підприємства виступають [71, 81, 88]:

- сегментація ринку;
- виділення у складі оточення будівельного підприємства стратегічних зон виробництва (СЗВ);
- формування відповідно до цього в структурі підприємства стратегічних виробничих підрозділів (СВП).

Стратегічна зона (або область) економічної діяльності – це певний сегмент оточення, на який будівельне підприємство має вихід або припускає його мати. Виділення такої зони пов'язане з певними складнощами:

- по-перше, при вирішенні даної задачі необхідно оцінювати зовнішнє середовище як сферу народження нових потреб, які можуть привернути будь-якого достатньо досвідченого конкурента;
- по-друге, необхідна об'єктивна оцінка темпів зростання та розвитку галузей.

Стратегічна зона виробництва описується цілою сукупністю чинників:

- перспективи зростання, визначальними чинниками для яких є фаза розвитку попиту, розміри ринку, купівельна спроможність і відповідні бар'єри;
- перспективи рентабельності, що визначаються складом конкурентів, інтенсивністю конкуренції, звичками покупців, використовуваними каналами реалізації, рівнем державного регулювання;
- рівень нестабільності в суспільстві (економічної, соціально-політичної і технологічної);
- головних чинників, що визначають успіх роботи в даній СЗВ.

Стратегічний виробничий підрозділ – це самостійний підрозділ будівельного підприємства, що орієнтується на зведення будівель, працює на певному сегменті ринку і очолюється керівником, наділеним повною відповідальністю за вироблення і реалізацію стратегії.

Критеріями виділення стратегічних виробничих підрозділів є:

- точний цільовий ринок. Стратегічний виробничий підрозділ повинен: по-перше, обслуговувати зовнішній ринок, а не суміжні виробництва компанії; по-друге, мати хоч би декілька постійних споживачів, а не бути постачальником будівельних об'єктів на ринку лише від випадку до випадку;
- чітко позначений круг конкурентів. Для СВП існують певні конкуренти, яких він прагне наздогнати і перегнати;
- власна стратегія (обов'язковий критерій). СВП повинен володіти правом самостійно вирішувати: що і яким чином проводити; коли виходити на ринок. Стратегічний виробничий підрозділ також повинен самостійно організовувати матеріально-технічне постачання;
- контроль за ресурсами. Діяльність СВП слід оцінювати в термінах прибутків і збитків, тобто повинен бути налагоджений облік продажів, витрат, капітальних вкладень.

Загальна схема процесу стратегічного планування діяльності будівельного підприємства може бути представлена в наступному вигляді:

- передбачення, місяця, цілі будівельної організації;
- стратегічний аналіз;
- визначення стратегічних альтернатив (планування);
- вибір стратегії.

Якісне передбачення стратегічного планування виробничої діяльності будівельної організації може використовувати наступне формулювання: з готовими будівельними об'єктами.

Місія будівельного підприємства – основна мета, яка повинна бути виконана в плановий період. Експерти вважають, що для формулювання місії необхідно враховувати наступні основні чинники:



- обсяги будівельних робіт в натуральних величинах;
- трудомісткість робіт з дотриманням нормативних чинників;
- дотримання тривалості окремих робіт та програм виробництва;
- залучення інноваційних ресурсозберігаючих технологій;
- високоякісне ресурсне забезпечення за відповідними напрямками;
- система контролю якості виконання будівельно-монтажних робіт.

Значення місії визначається наступним:

- є основою подальшого визначення цілей будівельної організації, що, у свою чергу, служить критерієм для всього подальшого процесу ухвалення управлінських рішень;

- деталізує статус будівельної організації і дозволяє зосередити зусилля колективу в потрібному напрямі;

- сприяє поліпшенню комунікації як усередині будівельної організації, допомагаючи співробітникам краще зрозуміти цілі напряму, так і поза нею, створюючи розуміння і підтримку із боку акціонерів, фінансових організацій, постачальників, споживачів.

Цілі, на відміну від місії, виражають окремі, конкретні напрями виробничої діяльності будівельного підприємства і повинні задовольняти наступним вимогам:

- конкретність – визначення мети з необхідною точністю віддзеркалення її змісту, об'єму і часу;

- вимірюваність – кількісне представлення мети для оцінки ступеня її досягнення;

- досяжність – реальність цілей, досягнення яких не виходить за рамки можливостей будівельної організації;

- узгодженість – розгляд цілей не ізольовано, а взаємоув'язано.

Оцінка і аналіз стану середовища будівельного підприємства припускає вивчення макросередовища і мікросередовища.

Чинники зовнішнього середовища можна розділити на дві групи: непрямой дії і прямої дії.

Аналіз макрооточення припускає аналіз впливу:

– чинників непрямої дії зовнішнього середовища, внаслідок чого визначається склад найбільш важливих чинників, тенденції їх розвитку, характер впливу на організаційно-технологічну діяльність будівельного комплексу, проводиться оцінка цього впливу і виробляються можливі у відповідь дії;

– чинників прямої дії, що відносяться до тієї частини зовнішнього середовища, з яким будівельна організація безпосередньо взаємодіє, а саме: споживачів, конкурентів і постачальників (завдання полягає в оцінці стану і розвитку ситуації на ринку і визначенні конкурентних позицій будівельного підприємства на ньому).

Управлінське обстеження елементів будівельного підприємства проводять з метою визначення і оцінки сильних і слабких сторін підприємства на вибраних напрямках виробничої діяльності і в конкретних умовах навколишнього середовища. Це обстеження доцільно виконувати за функціональними сферами виробничої діяльності будівництва, виділивши такі сфери: виробництво, ресурсне забезпечення, соціальна сфера будівельного підприємства [11, 14, 38, 55, 75, 78, 80, 87, 108, 111, 125, 153].

В узагальненому вигляді склад і призначення основних розділів річного плану можуть бути представлені наступним чином (табл. 1.1).

*Таблиця 1.1*

**Основні напрями планування діяльності будівельних підприємств**

№ з/п	Напрями	Призначення
1	2	3
1.	Виробнича програма	Планування введення об'єктів в експлуатацію і виконання будівельно-монтажних робіт

## Заверш. табл. 1.1

1	2	3
2.	План розвитку і використання виробничої потужності	Досягнення збалансованості наявних ресурсів із запланованими об'ємами робіт
3.	План технічного розвитку і підвищення економічної ефективності роботи будівельної організації	Підвищення технічного рівня і економічної ефективності
4.	План власних капітальних вкладень	План забезпечення засобами будівництва виробничих, житлових і інших об'єктів для потреб будівельної організації
5.	План матеріально-технічного постачання і комплектації	Забезпечення об'єктів будівельними матеріалами, конструкціями, виробами
6.	План виробництва	Забезпечення виконання виробничої програми трудовими ресурсами
7.	Фінансовий план	Фінансове забезпечення діяльності підприємства
8.	План роботи підсобних виробництв	Розрахунок об'ємів випуску продукції і послуг підсобними виробництвами
9.	План соціального розвитку	Планування підвищення кваліфікації співробітників, поліпшення умов праці, житлових умов тощо
10.	План заходів щодо охорони навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів	Забезпечення усунення причин забруднення навколишнього середовища під час будівництва

Розробка стратегічних альтернатив здійснюється за вибраними цілями і з урахуванням стану навколишнього середовища та потенціалу самого будівельного підприємства. У загальному вигляді існують чотири групи стратегічних альтернатив: стратегії зростання, стратегії обмеженого зростання, стратегії скорочення, змішані стратегії.

У зв'язку з тим, що аналіз результатів роботи будівельної організації (встановлення терміну виконання будівельно-монтажних робіт, капітальних вкладень, календарного плану, сплати податків і тощо) здійснюється за підсумками річної роботи, річний план виробничо-економічної діяльності будівельного підприємства є одним з основних видів організаційно-технологічного проектування будівельного виробництва, що розробляються в будівельній організації.

Річний план – це система документів, що визначають цілі діяльності будівельної організації в плановому році, а також ресурси і заходи, необхідні для досягнення цієї мети.

При складанні річного плану використовують такі початкові дані:

- перелік об'єктів будівництва відповідно до контрактів, укладених із замовниками і генеральною підрядною організацією;
- терміни початку і закінчення будівництва об'єкту;
- проектно-кошторисна документація на об'єкти (види, об'єми і кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт; календарні або сітьові графіки будівництва; графіки потреби в будівельних кадрах, машинах, матеріалах, конструкціях, виробках);
- наявні потужності генеральних і субпідрядних будівельних організацій, які братимуть участь в будівництві;
- схеми фінансування будівництва, порядок оплати виконаних об'ємів робіт.

### **1.3 Аналіз сучасних підходів до організаційно-технологічного проектування будівництва та основних напрямків розвитку організаційних форм будівельних організацій**

Проблемою удосконалення проектування на будівельних підприємствах, зокрема питаннями організаційно-технологічного (календарного) планування об'єктів будівництва і їх окремими аспектами, широко займалися і займаються провідні науково-дослідні і проектно-технологічні організації, а також відповідні підрозділи вищих навчальних закладів будівельного профілю.

Основні положення з питань проектування, підготовки та організації 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. Менеїлюка, В.Р. Млодецького, 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.V. Talbot, P. Zadożyński, К.К. Yang та інших провідних вчених і фахівців [21, 33, 41, 50, 53, 54, 56, 59, 61, 72, 73, 74, 78, 79, 84, 87, 90-92, 96-99, 104, 122-126, 135, 136, 144, 149, 150, 151, 153, 154].

Проведений аналіз робіт вищеперелічених авторів і інших робіт дозволяє дати наступне визначення поняття проекту.

Проект – обмежене в часі та відносно складне завдання (наприклад, зведення будівлі «під ключ»).

Слід виділити основні керовані параметри проекту [135, 148].

Проект за своєю суттю є кінцевим процесом, що має чітко визначені початкові параметри (ресурси, початковий стан об'єкту) і кінцеву мету. Він не може характеризуватися такими параметрами, як тривалість виробничого циклу, термін оборотності тощо, властивими потенційно нескінченним

циклічним процесам. Таким чином, часовою характеристикою проекту є термін його виконання.

Під терміном виконання проекту розуміється часовий інтервал, передбачений умовами і параметрами проекту, необхідний для досягнення поставленої мети з урахуванням закладеного в проект ступеня ризику.

Приведене вище визначення характеризує нормативний термін проекту, що розглядається як термін, визначений проектною документацією. Ресурси проекту є сукупністю фінансових і матеріальних коштів, організаційних, кадрових, технологічних, технічних і інших можливостей, необхідних для здійснення даного проекту.

Як показали проведені дослідження, ресурсна база проекту (на відміну від цілей) схильна до впливу невизначеності. У цьому сенсі доцільно говорити лише про деякий набір можливих станів ресурсної бази в цілому і її окремих елементів, кожний з яких має свою ймовірність реалізації. Це визначає необхідність розробки багатоваріантних проектів, що передбачають допустимість коригуючих дій.

Із вищеприведеного виходить, що проект не є статичним явищем, раз і назавжди визначеним і обумовленим ресурсною базою. Разом з тим, наразі зміни ресурсної бази і провокують коректуючі дії, суть проекту залишається незмінною. Виняток можуть становити ті випадки, коли глибина змін ресурсної бази робить принципово неможливим подальше здійснення проекту без значного коригування його ключових параметрів.

Координація проекту - це узгодження і супідрядність ресурсів, цілей і дій, здійснюваних в рамках проекту. Організація і координація проекту мають на своїй меті забезпечення виконання поставлених завдань і використання наявних обмежених ресурсів в передбачені терміни найбільш раціональним і ефективним способом.

З викладеного вище виходить, що специфіка організації і координації у багато чому визначає унікальність здійснюваного проекту. Проект не є розрізною сукупністю різних складових (цілей, ресурсів, заходів тощо).

Залежно від вибраного способу організації проект може характеризуватися різними властивостями, зокрема істотними. Так, наприклад, неефективна послідовність здійснюваних заходів може привести до збільшення терміну виконання проекту, тобто до зміни однієї з найважливіших його характеристик [93, 124, 127, 128].

До категорії організаційно-технологічних проектів відносяться проекти, направлені на технологічне і матеріально-технічне оновлення виробництва.

За ступенем складності виділяють прості, складні і надскладні проекти.

Критеріями складності проекту можуть бути такі показники, як трудомісткість, різноманіття внутрішніх взаємозв'язків тощо.

Проектування полягає в обґрунтуванні цілей і засобів їх досягнення на основі визначення ресурсів, комплексу робіт, ефективних методів і засобів, необхідних для їх виконання, і взаємодію організацій – учасників проекту. Процес розробки планів охоплює всі етапи організаційно-технологічного циклу будівельного виробництва.

Стан розвитку будівельної галузі вимагає нових підходів до системи планування виробництва. Основним структурним елементом є будівельне підприємство, яке в умовах ринку для створення продукції капітального будівництва (будівель, споруд) і послуг вступає у взаємозв'язок з безліччю непередбачених чинників, що обумовлює необхідність відмови від жорсткої командної системи і переходу до гнучкої діяльності будівельного підприємства. Реалізація такого підходу вимагає розробки стратегії діяльності будівельного підприємства, що визначає головні складові стратегічних планів, мету і завдання, тактичні шляхи ресурсного і фінансового забезпечення, способи і методи досягнення і вирішення виникаючих проблем. Їх необхідно розглядати як системну трансформацію, що базується на фундаментальних наукових дослідженнях, направлених на організацію і забезпечення заходів із вирішення завдань переходу проектно-будівельного комплексу до ринкових відносин, де основний центр тяжіння переноситься на систему управління, враховується спеціалізація перехідного періоду, передбачається необхідність подолання

недоліків, які істотно стримують підвищення ефективності будівельного виробництва. До таких недоліків можна віднести прояви минулого в будівництві України: значні втрати внутрішньозмінного часу, низька якість будівельної продукції, недобросовісна звітність і статистичні дані, невчасна передача замовником проектно-кошторисної документації і її часте коригування, не завжди комплектне постачання матеріалів, невчасне оновлення основних фондів будівельних підприємств і підприємств будівельної індустрії, висока в деяких регіонах України (особливо в західних) плинність кадрів будівельних робочих, недосконалість інструментів, засобів малої механізації і багато що інше. Всі ці чинники помітно знижують продуктивність праці в будівництві, збільшують його тривалість, приводять до перевитрат матеріальних і фінансових коштів, ускладнюють рішення питань розвитку соціальної сфери.

У будівельній організації і управлінні вітчизняними будівельними підприємствами домінує структурний підхід, який заснований на ієрархічній структурі підприємства, де організація і управління його діяльністю здійснюються за структурними елементами, а взаємодія структурних елементів – через посадовців.

Система управління при структурному підході має яскраво виражену ієрархічну і функціональну спрямованість, тобто має місце функціонально-орієнтоване управління. Спроби впровадження автоматизованих систем управління при функціонально-орієнтованому підході в 70-х роках минулого сторіччя привели до збільшення накладних витрат на забезпечення управління підприємством без підвищення його ефективності, а у ряді випадків — до істотного зниження ефективності. Це зумовило своєрідні особливості управління підприємством, суть якого полягає в наступному:

- функціональна ієрархія уповільнює і спотворює хід бізнес-процесу;
- орієнтація керівників на збільшення чисельності персоналу і ускладнення організаційної структури (ієрархія);
- вузька спеціалізація окремих співробітників (проблеми на стиках);



- слабе делегування повноважень і відповідальності, ускладнення системи узгоджень;
- зниження ефективності орієнтації діяльності підрозділів на кінцевий результат.

Таке положення справ вимагає пошуку нових форм управління будівельними підприємствами, оскільки у зв'язку з формуванням ринкових взаємовідносин в Україні важливого значення набуває здатність підприємств будівельного комплексу пристосовуватися до сучасних умов господарювання. Це висуває на перший план вирішення задач забезпечення організаційно-економічної стійкості і конкурентоспроможності підприємств будівельного комплексу у зовнішньому середовищі, яке безперервно змінюється.

Функціонування ринкового механізму передбачає створення наступних обов'язкових умов: самостійність економічних суб'єктів; економічна відповідальність за використання ресурсів; достатня кількість продуктів і споживачів як умова для взаємного вибору і конкуренції; право контрагентів встановлювати ціни на будівельну продукцію під впливом попиту, пропозиції на основі нормальної дії закону вартості.

У процесі становлення постіндустріального суспільства виникла гостра необхідність переходу від вертикально інтегрованих структур, які здійснюють повний цикл виробництва будівельної продукції, до спеціалізованих горизонтальних структур мобільних будівельних підприємств. У ринкових умовах використання спеціалізації, підтримка високого рівня концентрації ресурсів і накопичення активів забезпечують ефективну діяльність і фінансову стійкість економічного об'єкта – будівельного підприємства [25, 27, 33, 36, 42, 43, 45-47, 50, 53, 88].

Концепція управління будівельним підприємством, заснована на оптимізації робочого часу, господарських процесів, зниження витрат часу поступово йде в минуле.

Нові виробничі умови організації будівництва обумовили появу в галузі нових форм управління, зокрема девелоперських будівельних організацій, які

можуть виступати не тільки як інвестори-замовники і продавці готового житла, але й як будівельники і експлуатаційники у випадку зведення будинків із складними системами.

Технологія і методи управління в будівництві вдосконалюються, особливо на основі комп'ютеризації процесів управління.

#### **1.4 Аналіз факторів реалізованості плану**

Метою досліджень проблеми реалізованості планів є аналіз можливостей забезпечення передбачених планом ресурсів (матеріальних, фінансових, технічних тощо) не тільки за об'ємом в цілому, але і за інтенсивністю їх споживання на окремих етапах реалізації календарного плану. Якщо у перших роботах фактори реалізованості розглядались окремо один від одного [67], то у подальших дослідженнях звертається увага на необхідність системного їх розгляду «час – вартість – ефективність – надійність», цьому сприяло, перш за все, програмне забезпечення процесу розробки календарного плану. Це такі програми, як: Project Expert, Microsoft Project та інші, що дають змогу в оперативному режимі відслідковувати зміни параметрів системи при зміні одного з них, це дозволяє у діалоговому режимі знаходити раціональні рішення при забезпеченні реалізованості плану за всіма факторами.

У вітчизняній та зарубіжній літературі поняття реалізованості і оптимізації частіше розглядаються як синоніми, вітчизняні дослідники віддають перевагу терміну «реалізованість» [7, 20, 62, 67, 107, 127], зарубіжні - «оптимізація» [140, 143, 145, 147-149, 154, 155]. Аналіз сучасних досліджень зарубіжних авторів показує, що основними критеріями оптимізації є оптимізація за часом, вартість-час, вартість. У більш широкому сенсі до аналізу можливостей реалізації долучають: часову, ресурсну, економіко-фінансову [148].

Важливою умовою, яка гарантує реалізованість плану проекту, є

наявність ресурсів, які потрібні для виконання робіт. У відповідності до цього повинна бути проведена перевірка фізичної реалізованості плану. Складовими частинами фізичної реалізованості визначають [9]:

- ресурсну реалізованість;
- економічну реалізованість;
- фінансову реалізованість.

Головне при оцінці можливості виконання проекту – наявність об’єктивних умов для отримання кінцевого результату у заплановані строки, у межах запланованого бюджету і очікуваними показниками ефективності.

За минулий період питанням дослідження реалізованості і планів були присвячені ряд досліджень [9, 17, 61, 67], які виділяють певні фактори реалізованості, нижче наведений найбільш повний їх перелік [17]:

- технічний (наскільки проект можливо реалізувати технічно);
- фінансовий (наскільки можлива реалізація фінансування проекту);
- операційний (наскільки організація має можливість повноцінно використати результати реалізації проекту);
- географічний (наскільки проект можливо реалізувати, враховуючи географічне розташування учасників проекту);
- часовий (наскільки реально виконати проект в обумовлені строки);
- ресурсний (наскільки наявні ресурси можуть задовольнити потреби проекту, як за обсягами, так і за інтенсивністю споживання);
- правовий, політичний (наскільки правові чи політичні умови сприяють чи перешкоджають реалізації проекту).

Який фактор реалізованості не був би вибраний, за етапами виконання плану ми будемо мати різні ситуації, пов’язані із рівнем напруженості задоволення вимог за цим фактором. На цей факт звертається увага у роботі [13], в якій відмічається, що у випадку виникнення проблем (обмеження грошових ресурсів, відсутність робочої сили, обладнання чи матеріалів) на певних стадіях життєвого циклу проекту можуть виникнути критичні співвідношення факторів супротиву, що, у свою чергу, викликає турбулентний

вибір і, як наслідок, затримки при реалізації проекту (рис. 1.3).

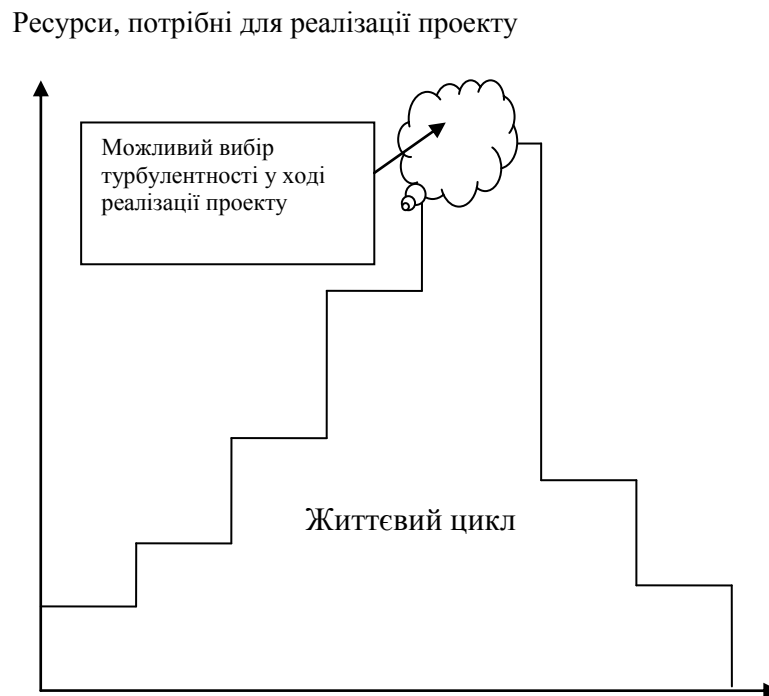


Рис. 1.3. Відображення наслідків впливу турбулентності у ході реалізації проекту [13]

У роботі висувається припущення, що наслідки впливу турбулентності на проект залежать від двох основних показників:

1. Відносна тривалість існування турбулентності – період дії цього явища по відношенню до життєвого циклу чи окремого етапу проекту;
2. Сила турбулентності – це міра дії вибору, який викликає зміни стану характеристик успіху проекту чи його деформацію.

Цей загальний підхід до аналізу планів можна застосовувати при оцінці реалізованості за усіма визначеними факторами, а саме тим, за якими маємо змогу визначити інтенсивності використання ресурсів і на цьому принципі будуються підходи до згладжування профілю ресурсів при коригуванні календарних планів за критерієм рівномірності споживання ресурсу.

В роботі [17] наведена загальна теоретична модель оцінки реалізованості інноваційно-інвестиційного проекту, яка містить методичні підходи до оцінки

реалізованості. Хоча запропонована модель не містить нічого нового по змісту самого поняття «реалізованість» від відомого з попередніх робіт, починаючи з 70-х років минулого століття, але у формальному вигляді викладає саму суть цього терміну, тому дамо її стислий виклад.

Процес реалізації проекту має  $m$  можливих етапів, для його реалізації потрібно  $k$  можливих типів ресурсів. На  $i$ -ому етапі для реалізації проекту потрібні ресурси в об'ємах, які формують  $k$  мірний вектор:

$$X(i) = [x(i,1), x(i,2), \dots, x(i,k)], \quad (1.1)$$

де  $x(i, j)$  – об'єм ресурсу типу  $j$ ,  $j = 1, 2, \dots, k$ , потрібного для виконання  $i$ -го етапу проекту.

Якщо ресурс типу  $j$  не використовується для виконання  $i$ -го етапу проекту, то  $x(i, j) = 0$ , якщо використовується, то  $x(i, j) > 0$ . Вектор  $X(i)$ , який має розмірність  $k$ , описує набір ресурсів, потрібних для виконання  $i$ -го етапу проекту. Цей вектор визначає потреби в ресурсах для даного варіанту календарного плану реалізації проекту, але ці потреби необхідно співвідносити з об'ємами ресурсів, які є в наявності. Формується система обмежень на використання кожного типу ресурсів. Нехай  $a(i, j)$  – максимальний об'єм ресурсу типу  $j$ ,  $j = 1, 2, \dots, k$ , який може бути виділений для виконання  $i$ -го етапу проекту.

Вектор описує набір ресурсів, які можуть бути виділені для реалізації проекту на  $i$ -ому етапі:

$$A(i) = [a(i,1), a(i,2), \dots, a(i,k)] \quad (1.2)$$

Проект може бути реалізований тоді і тільки тоді, коли:

$$X(i) \leq A(i), \quad (1.3)$$

при усіх  $i = 1, 2, \dots, m$ .

Якщо хоча б одна з наведених нерівностей не буде виконана, проект реалізувати не вдасться. Для того, щоб компенсувати таку невідповідність, вносяться певні зміни у графік виконання робіт, змінюється технологія, до повного виконання умов реалізованості.

Як видно з наведеного, дослідження реалізованості планів чи проектів мають давню передісторію, за цей час удосконалювались методи розробки календарних планів, програмне забезпечення, моделі аналізу реалізованості таких планів, але очікуваного адекватного покращення стану виконання проектів у більшості випадків не відбулося (табл. 1.1). Зробимо висновок про те, що щось не враховується при проведенні сучасними методами аналізу реалізованості планів. Дійсно, усі методи спрямовані на удосконалення, раціоналізацію, оптимізацію планів на етапі їх розробки чи на етапі їх коригування в процесі виконання робіт, це дозволяє збалансувати потреби в ресурсах з їх наявністю. Але немає жодного аналізу плану за його реалізованістю з точки зору системи управління, існуючі плани не дають аналізу напруженості управлінської роботи за етапами реалізації плану, тому, можливо, ми і маємо таку ситуацію, коли ресурсно-збалансований план за рахунок неефективного управління дає збої у процесі його реалізації.

При оцінці реалізованості планів будівельних проектів частіше за все оцінка здійснюється за наступними факторами: ресурсними; економічними; фінансовими. В роботах [13, 61] виділяються також додаткові фактори, такі як: реалізованість із забезпечення організаційно-технологічної надійності досягнення кінцевого результату; управлінська реалізованість. Розглянемо їх більш детально. «Управлінська реалізація проекту характеризується його внутрішніми можливостями, визначеними організаційно-технологічними, фінансовими та економічними параметрами, із забезпечення виконання управлінських рішень за окремими етапами проекту і проекту в цілому, при заданому рівні ефективності і надійності досягнення запланованого результату» [13].

Управлінську реалізованість у цій роботі пропонується визначати системою коефіцієнтів, які співвідносять за кожним управлінським етапом планову інтенсивність виконання робіт, використання ресурсів, з поточними можливостями організації, яка відповідає за реалізацію плану:

1. Коефіцієнт напруженості параметричного процесу показує, наскільки реальна середня інтенсивність розвитку процесу відрізняється від оптимістичної та песимістичної інтенсивностей реалізації процесу, які може забезпечити організація, виходячи з поточних можливостей;

2. Коефіцієнт зайнятості показує, яка частка від планового періоду припадає на період, за який реально був виконаний плановий обсяг робіт;

3. Коефіцієнт резервування. Він доповнює значення коефіцієнту зайнятості до одиниці.

У цій же роботі розроблена графо-аналітична модель оцінки управлінської реалізованості на основі переліченої вище системи відносних показників.

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 факторів впливу. Ігнорування цього підходу приводить до системних порушень планових очікувань по відношенню до реально отриманих показників. Аналіз останніх тенденцій у будівництві об'єктів у Дніпропетровській області [62] підтверджує цю тенденцію (табл. 1.2). Звертається увага, що опосередковано збільшення тривалості будівництва приводить, як наслідок, до погіршення показників ефективності, оскільки приведена вартість майбутніх вигод зменшується у відповідності до закону дисконтування.

Такий підхід до розрахунку часових та вартісних параметрів у складі календарного плану будівництва, перед усім, передбачає аналіз усіх можливих станів, які можуть виникнути під час реалізації цього плану.

Таблиця 1.2

**Зведені дані про відхилення кошторисної вартості та тривалості робіт від планових показників [56]**

Площа об'єкту, м <sup>2</sup>	Відхилення по кошторисній вартості, %	Відхилення по тривалості будівництва, %
1	2	3
2500 - 6000	5,4	16,67
6000 - 7000	5,12	25,00
7000 - 10000	12,95	100
10000 - 20000	2,74	50

Звертається увага у цих дослідженнях, що рівень невизначеності виробничої системи зростає з часом, тому пропонується перспективні плани розробляти з невисоким рівнем надійності, який повинен зростати зі скороченням терміну планування. На базі такого підходу у роботі [62] наведена формула (1.4), яка дозволяє розрахувати періодичність управлінських впливів на контрольований процес з метою забезпечення заданого рівня надійності досягнення результату:

$$t = \frac{\ln \left[ \frac{k_2(1+\rho)}{\rho} \right]}{-\mu(1+\rho)}, \quad (1.4)$$

де  $\mu$ ,  $\rho$  – параметри, які розраховуються виходячи із заданого рівня надійності досягнення результату;

$k_2$  – параметр, який відповідає рівню надійності первинного плану;

Ця залежність показує, що чим вище намагаємось забезпечити надійність результату, тим інтенсивнішим є процес управління (скорочується термін між



суміжними управлінськими впливами). В роботах [10, 62, 67] досліджується вплив процесу управління на надійність виконання плану і вводиться термін «управлінська реалізованість», що доповнює відомі фактори реалізованості до завершеного виду, бо усі інші враховують потенційну можливість плану бути реалізованим за різними факторами, які враховуються на етапах його розробки. Фактор управлінської реалізованості враховує можливість системи управління і індивідуальних особливостей виконавців робіт забезпечити реалізацію цих факторів у конкретному проекті на різних етапах його реалізації.

Аналізуючи наведені вище фактори реалізованості, можна визначити їх загальну рису, а саме: усі вони спрямовані на аналіз забезпечення планових завдань різними видами ресурсів та оптимізацію плану за різними критеріями, наприклад, рівномірністю їх споживання, термінами виконання робіт тощо, але жоден з них, окрім управлінської реалізованості, не оцінює процес майбутнього управління при реалізації такого збалансованого за усіма факторами плану. Наведена формула розрахунку періодичності управління є досить загальною, оскільки не враховує особливості організаційно-технологічних зв'язків між роботами у складі календарного плану. Крім того, вона не дає можливості визначити за етапами реалізації плану особливості управління цим планом. Якщо об'єктом оцінки реалізованості є матеріальні та фінансові ресурси, то що є об'єктом оцінки управлінської реалізованості, і це є одним із завдань досліджень в межах даної дисертаційної роботи.

## **Висновки до розділу 1**

З приведенного огляду можна зробити наступні висновки:

1. На сучасному етапі в будівельній галузі роль організаційно-технологічного планування стала прерогативою розвитку більшості підприємств будівельного комплексу.

2. Функціонування підприємств будівельного комплексу в сучасних умовах свідчить про те, що традиційна система календарного планування не задовольняє вимогам часу. Необхідно застосовувати такий підхід до планування, який дозволить краще адаптуватися і гнучко реагувати на динаміку змін зовнішнього середовища.

3. Найбільш доцільним є підхід, що орієнтований на гнучку систему планування результатів виробничої діяльності, адекватний стану як зовнішнього, так і внутрішнього середовища підприємства. Його основою є постановка цілей і орієнтація роботи на безпосереднє їх виконання з мінімально можливими витратами.

4. Аналіз факторів реалізованості плану і сучасних методик їх оцінки показав, що фактор управлінської реалізованості є недостатньо вивченим і потребує додаткових досліджень у напрямку визначення кількісного виміру його оцінки.

5. З урахуванням сучасних тенденцій розвитку економіки особливого значення набувають питання оперативності планування виробничої діяльності підприємств будівельного комплексу.

6. Основні результати цього розділу опубліковані в працях автора [35, 113-119, 152].

В якості наукової гіпотези виступає припущення, 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.

Враховуючи вищенаведене, сформульовано мету та завдання дослідження (рис. 1.4). 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.

**Науково-прикладна задача** – підвищення 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.

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

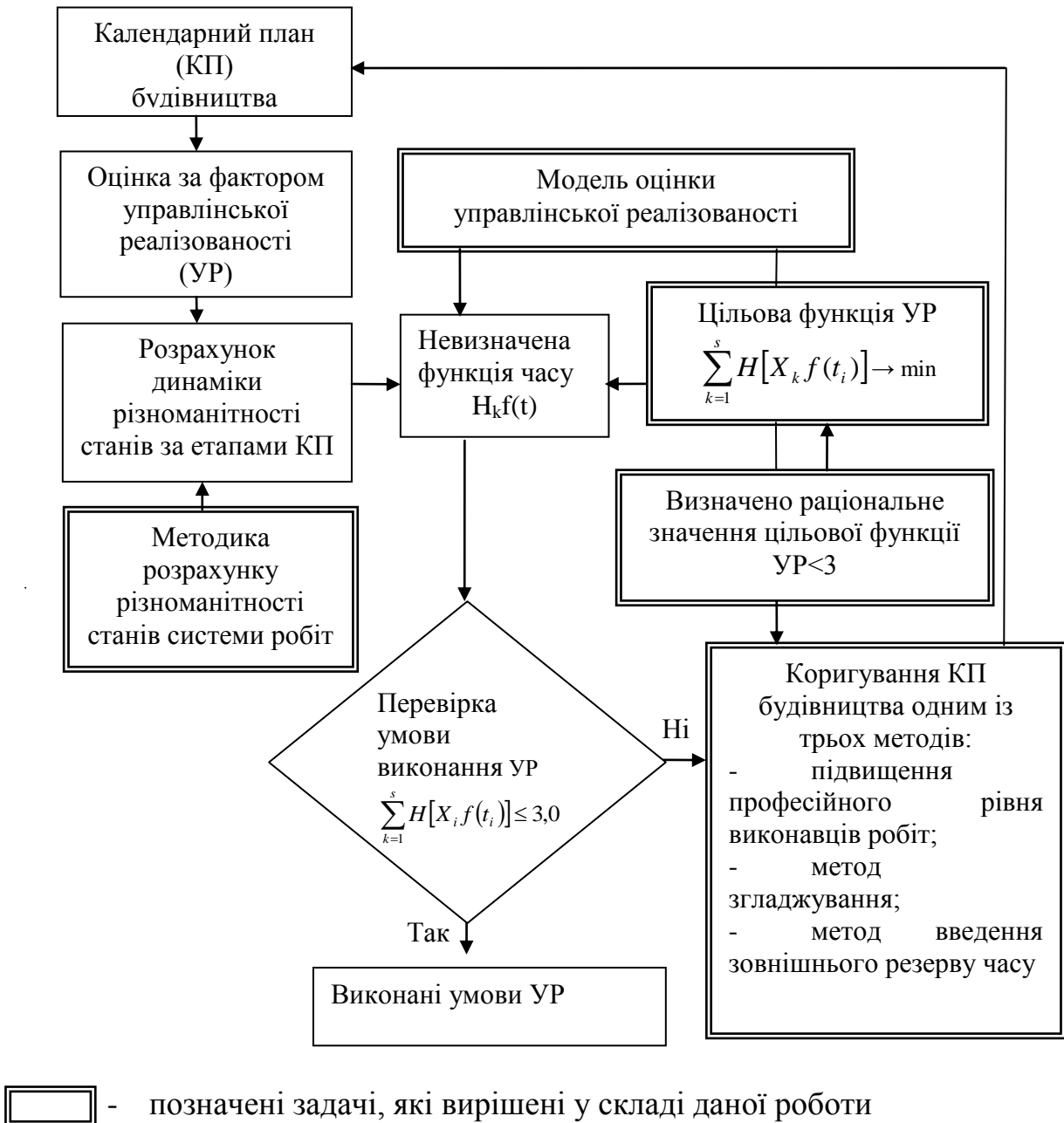


Рис. 1.4. Структурно-логічна схема дослідження

## РОЗДІЛ 2

### ОЦІНКА РОБОТОСПРОМОЖНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ

#### 2.1 Визначення ризиків, що впливають на своєчасну реалізацію проектів організації будівництва

Очевидно, що рішення про здійснення проекту організації будівництва ухвалюється в умовах невизначеності, коли неможливо передбачити і оцінити повною мірою ймовірність потенційних результатів. Це відбувається, коли неможливо одержати достатньо релевантної інформації. Серед чинників, що враховуються і що впливають на здійснення проекту організації будівництва, завжди існують чинники стохастичні і достатньо складні, які не можливо спрогнозувати. Стикаючись із невизначеністю, і замовник, і інвестор об'єктивно піддаються ризику настання якої-небудь несприятливої події, що спричиняє за собою різного роду втрати. Під невизначеністю в даному випадку розуміється неповнота або неточність інформації про умови, пов'язані з виконанням окремих планових рішень, за якими можуть бути певні втрати, а в деяких випадках навіть додаткові вигоди. Найчастіше в практиці можна спостерігати три різновиди невизначеності, це:

- незнання всього того, що може вплинути на діяльність організації після проведення проектування виробничої діяльності будівельних підприємств;

- випадковість, тобто в будь-якій прогнозованій події можуть бути відхилення в результаті якихось випадкових зовнішніх дій. Це і відмова роботи якогось технічного апарату, це і зрив в матеріально-технічному забезпеченні процесу будівельного виробництва, проекту організації будівництва, і багато що інше;

- невизначеність протидії. Для будівельної організації, в основному, це непередбачувана поведінка конкурентів і замовників. Можуть також бути: зрив

у виконанні договірних зобов'язань по постачаннях суміжників, невиконання фінансових зобов'язань банками і інше. [57, 61, 63-65, 68, 69, 77, 106, 126, 137, 138, 143, 144].

Досвід указує на особливу вагомість цього останнього різновиду невизначеності, тому при експертизі проекту організації будівництва, через недосконалість ринкових взаємозв'язків, заздалегідь точно оцінити результат планового рішення не представляється можливим. Невизначеність породжує несприятливі ситуації і наслідки, які характеризуються поняттям «ризик».

При проведенні експертизи із ризиком пов'язані два результати: це ймовірність втрати організацією частини своїх ресурсів або недоотримання прибутку.

Прийнято ризики розділяти на дві групи. До першої відносять так звані статичні ризики, тобто ризики, які можуть викликати втрати по завершенню окремого періоду роботи будівельної організації, а до другої групи відносять динамічні ризики, в групі яких оцінюються можливі втрати або витрати від діяльності будівельної організації, викликані змінами в зовнішньому для організації середовищі. Головним чином ці зміни відносяться до поправок економічного і соціально-політичного стану країни в цілому.

Крім урахування ризиків надійність діяльності організації оцінюється також рівнями її прибутковості і виробничої стійкості. Зі всього вищесказаного виходить, що принципи методології експертизи проектного ризику поєднують в собі взаємодоповнюючі один одного якісні і кількісні підходи.

Аналізуючи види і угруповання ризиків можна зробити висновок, що для замовників велике значення мають групи інвестиційних ризиків, для будівельників – підприємницькі ризики, для кредитних організацій – інвестиційні ризики.

Валютний ризик — це ризик, пов'язаний з отриманням доходів або втрат в результаті зміни курсу однієї іноземної валюти по відношенню до іншої і при проведенні зовнішньоекономічних і кредитних операцій, а особливо при роботі будівельних організацій в інших країнах.

Кредитний ризик — як ймовірність отримання деякого позитивного або негативного результату кредитором після завершення розрахунків із позичальником. Кредитний ризик може бути поділений на наступні складові ризики: депозитний, лізинговий, факторинговий. У особливу категорію кредитного ризику слід виділити ризик неповернення кредиту.

Портфельний ризик — певні можливості отримання результату по операціях, пов'язаних з випуском, розміщенням і купівлею-продажем цінних паперів. Інвестор при цьому може сформувавши певний набір цінних паперів, який прийнято називати інвестиційним портфелем. Портфельний ризик, в даному випадку, вказує на ймовірність втрати або недоотримання доходу в результаті знецінення окремих акцій або облігацій зі складу портфеля інвестора.

Валютний відсотковий ризик — це ймовірність отримання певного результату в кредитних організаціях або в інших фінансових структурах, які надають кредити, і коли може змінитися результат через зміни відсоткових ставок, що виплачуються ними по залучених кредитах, над ставками за вже наданими раніше кредитами, зафіксованими в договорі.

Маркетингові ризики необхідно розбити на окремі групи, оскільки вони порівняно численні і включають ризики, пов'язані з:

- зміною попиту на продукцію, що випускається підприємством;
- змінами вартості витрат будівельного виробництва в умовах організаційно-технологічного планування будівельних підприємств;
- втратою платоспроможності замовника;
- змінами цін продукції підприємства;
- змінами цін на технологічне устаткування і сировину.

Маркетингові ризики можуть бути самі різні, тому вони, як знижують прибутковість учасників проектів організації будівництва, так можуть її і підвищувати.

Ціновий ризик — це ризик зміни ціни продукції внаслідок впливу на нього інших чинників, від яких він залежить.

Страховий ризик — це ймовірність того, що страховий договір будівельної організації буде по окремих позиціях порушений, унаслідок чого відбудеться зміна економічних результатів її діяльності.

Організаційні і технологічні ризики — це ймовірність прояву зниження рентабельності або фінансово-економічної стійкості в результаті відхилень в організації будівництва або інвестиційній діяльності, в помилках організації будівельного виробництва. Ці ризики більшою мірою пов'язані з якістю менеджменту в самій організації. Вони характеризуються якістю планування, організації, регулювання, координації, стимулювання і контролю, тобто реалізацією в організації основних функцій управління.

Високі рівні ймовірності прояву цих ризиків вказують на низький рівень управляючої системи будівельної організації, а значить, і на нездатність апарату управління забезпечити належне управління організацією. Допустимі, критичні і катастрофічні ризики використовуються для оцінки доцільності проектів організації будівництва.

Усі економіко-математичні методи, застосовувані в теорії ризиків, доцільно класифікувати на прямі, зворотні завдання і методи дослідження чутливості. Оцінка ризику, пов'язана з визначенням його рівня, в прямих завданнях відбувається на підставі апріорі відомої інформації.

У зворотних завданнях визначаються обмеження на один або декілька варіюваних початкових параметрів з метою задоволення заданих обмежень на рівень прийняттого ризику. Основна ідея методу дослідження чутливості, необхідного у зв'язку з неминучою неточністю початкової інформації, полягає в аналізі ступеня змінності результативних, критерійних показників по відношенню до варіювання параметрів моделей [12, 13, 17, 37, 83, 133, 145].

Найбільшу застосовуваність для аналізу ризиків проекту організації будівництва в даний час мають наступні класи математичних моделей, що враховують невизначеності і що розрізняються за способами їх опису [30, 58, 85, 121, 122, 146]:

– стохастичні моделі;



- лінгвістичні моделі;
- нестохастичні (ігрові) моделі.

Досвід дослідження проектних ризиків, які впливають на планування виробничої діяльності організації, дозволяє класифікувати існуючі методи і пов'язані з ними моделі наступним чином (табл. 2.1).

Якісний аналіз проектних ризиків проводиться на стадії розробки бізнес-плану, а обов'язкова комплексна експертиза проекту організації будівництва дозволяє підготувати обширну інформацію для початку роботи над вивченням його ризиків.

Оскільки розрахунки проектної ефективності базуються на побудові його грошових потоків, величина яких може змінитися в результаті реалізації кожного з відмічених ризиків, то для проектного аналітика важлива саме ця кількісна, виражена у вартісних показниках, оцінка наслідків, здійснюваних на даному кроці, і, крім того, оцінка пропонованих на наступному кроці антиризикових заходів.

Антиризикові заходи можна назвати методами, що дозволяють управляти ризиком проекту організації будівництва. Важливо правильно вибрати способи, що дозволяють понизити проектний ризик, оскільки саме правильне управління ризиками дозволяє мінімізувати втрати, які можуть виникнути при реалізації будівельного проекту і, крім того, понизити загальну ризикованість проекту.

До методів управління ризиками відносяться:

- диверсифікація – розподіл зусиль підприємства між видами діяльності, результати яких безпосередньо не зв'язані між собою;
- ухилення від ризиків, до якого відноситься страхування ризику, яке є наступним можливим способом його зниження і полягає, по суті, в передачі певних ризиків страховій компанії. Розрізняють страхування інвестицій від політичних ризиків і страхування інвестицій від фінансових і комерційних ризиків;

**Структура завдань управління ризиками за основними фазами та етапами життєвого циклу будівельного проекту**

Фази проекту	Передпроектне обґрунтування інвестицій		Розробка проекту		Реалізація проекту		Завершення проекту	
1	2		3		4		5	
Етапи проекту	Концепція проекту	ТЕО	План проекту	Робоча документація	Контракти	Проектування виробничої діяльності	Здача-приймання	Закриття проекту
Етапи визначення і контролю ефективності	Визначення ефективності проекту		Розробка кошторису та бюджету проекту		Моніторинг ефективності реалізації проекту		Аналіз ефективності проекту	
Завдання управління ризиками	Ідентифікація та значимість ризиків. Аналіз чутливості		Дерево цілей. Перевірка стійкості. Формалізований опис		Коригування рішень. Розподіл ризиків. Розрахунок витрат на покриття втрат		Коригування параметрів проекту. Розробка кошторису проекту	
Групи ризиків	Фінансові та організаційно-комерційні ризики			Фінансові та виробничо-комерційні ризики			Фінансові	
Види ризиків	Валютні. Кредитні. Цінові. Організаційні. Страхові. Технічні. Технологічні. Маркетингові. Правові. Портфельні. Катастрофічні. Критичні. Допустимі.			Валютні. Кредитні. Процентні. Цінові. Незбалансованої ліквідності. Організаційні. Технічні. Технологічні. Страхові. Правові. Операційні. Допустимі.			Цінові. Страхові. Допустимі. Критичні.	

– компенсація ризиків – передбачає створення певних резервів: фінансових, матеріальних, інформаційних. Фінансові резерви можуть створюватися шляхом виділення додаткових засобів на покриття непередбачених витрат;

– матеріальні резерви означають створення спеціального страхового запасу, наприклад, формування запасу сировини і матеріалів для забезпечення безперебійного виробництва протягом певного часу без додаткових постачань.

Кількісний аналіз часто використовує інструментарій теорії ймовірності, математичної статистики, теорії дослідження операцій.

Проведення кількісної експертизи проектних ризиків є продовженням якісного дослідження, яке припускає: наявність проведеного базисного варіанту розрахунку проекту; проведення повноцінного якісного аналізу.

Таким чином, завдання кількісної експертизи полягає в чисельному вимірюванні ступеня впливу змін ризикових чинників проекту на поведінку критеріїв ефективності проекту.

Методи кількісного аналізу ризиків проекту, що найбільш часто зустрічаються, це – аналіз чутливості і аналіз сценаріїв.

Аналіз чутливості заснований на послідовно-одиничній зміні всіх змінних, що перевіряються на ризикованість: на кожному кроці тільки одна із змінних змінює своє значення на прогнозне число відсотків, що приводить до перерахунку значення використовуваного критерію.

У міжнародній практиці широко використовується аналіз точки безбитковості, який, з одного боку, є простим способом, що дозволяє проводити грубу оцінку ризику проекту, а з іншого – одним із елементів фінансової інформації, використовуваної при оцінці ефективності проектів організації будівництва. Головна мета аналізу безбитковості полягає в знаходженні об'єму реалізації, необхідного для відшкодування всіх витрат. Аналіз точки безбитковості може мати як графічну, так і аналітичну форму[105].

Наступний метод – власне аналіз чутливості – це найбільш простий шлях кількісного аналізу ризиків, найчастіше застосовуваний на практиці. Метою його проведення є визначення ступеня впливу кожного з варійованих чинників на результат проекту. На відміну від попереднього методу, як інформаційна основа використовуються дані потоку грошових коштів проекту організації будівництва. У якості інтегральних показників, що характеризують результати проекту, зазвичай розглядають критерії проектної ефективності. У ході класичного аналізу чутливості, застосовуваного до проекту, розглядається послідовно-одиничний вплив на кінцевий результат проекту лише одного варійованого параметру, що перевіряється на ризик, при збереженні всієї решти параметрів в незмінному вигляді. Зазвичай при проведенні аналізу чутливості виділяють дві основні категорії чинників за їх впливом: на об'єм надходжень; на розміри витрат (рис. 2.1).

В умовах високої інфляції досліджуються такі чинники, як: чинники часу; тривалість виробничо-технологічного циклу; час, що витрачається на реалізацію готової продукції; час, що витрачається на надходження грошових коштів від реалізації продукції, транспортні проблеми при оплаті за допомогою акредитиву, взаємні неплатежі, умови реалізації продукції; договірний час затримки платежів; формування і управління запасами; умови формування капіталу.

У будівельній галузі зараз діють два обмеження, які необхідно враховувати: дефіцит акціонерного капіталу як наслідок низького рівня доходів населення і низької привабливості довгострокових інвестицій; висока вартість позикового капіталу, включаючи відсотки за кредитами і витрати на забезпечення гарантій.

Застосування аналізу чутливості і вибір варійованих компонентів, що впливають на стійкість проекту, безумовно, повинні визначатися для кожного конкретного проекту з урахуванням його специфіки.

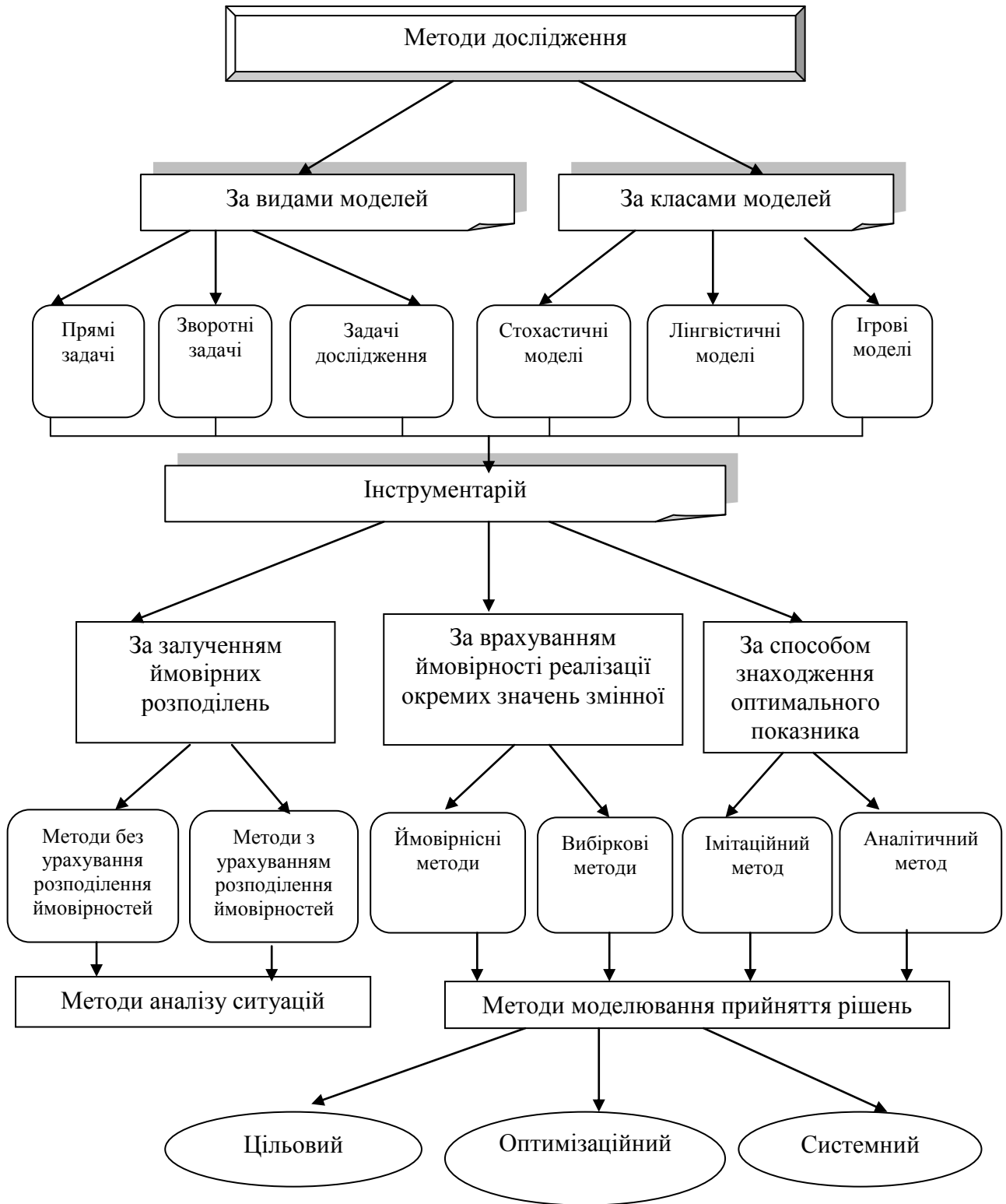


Рис. 2.1. Структурно-графічна схема систематизації методів дослідження та прийняття організаційно-технологічних рішень

Для підтвердження працездатності проектного виробництва необхідно, щоб значення точки беззбитковості було менше значень номінальних об'ємів виробництва (зведення об'єктів) і продажів. Чим далі від них значення точки беззбитковості, тим стійкіше проект.

Метод розрахунку ускладняється при експертизі проектів організаційно-технологічного планування роботи будівельних підприємств, оскільки може спостерігатися зміна об'ємів виробництва або зміна рівня використання виробничої потужності, що, в свою чергу, веде до зміни величини витрат. Проте ці зміни носять нелінійний характер і алгоритм розрахунку, в цілому, залишається тим самим.

Можлива невизначеність умов реалізації проекту організації будівництва може враховуватися також шляхом коригування параметрів проекту і застосовуваних у розрахунку економічних нормативів, заміни їх проектних значень на очікувані.

У цих цілях:

- терміни виробництва будівельно-монтажних і інших видів робіт збільшуються на середню величину можливих затримок;
- враховується середнє збільшення вартості будівельно-монтажних робіт, обумовлене помилками проектної організації, переглядом проектних рішень у ході організаційно-технологічного планування діяльності будівельних підприємств і непередбаченими витратами;
- враховуються запізнювання платежів, неритмічність постачань сировини і матеріалів, позапланові відмови або тимчасова зупинка устаткування, допустимі персоналом порушення технології, сплачувані і одержувані штрафи та інші санкції за порушення договірних зобов'язань;
- у випадку, якщо проектом не передбачено страхування учасника від певного виду інвестиційного ризику, до складу його витрат включаються очікувані втрати від цього ризику;
- може бути збільшена норма дисконту.

Найбільш точним, але і найбільш складним, з технічної точки зору, є метод формалізованого опису невизначеності. Стосовно видів невизначеності, що найбільш часто зустрічаються при оцінці проектів організації будівництва, цей метод включає наступні етапи:

- опис всієї множини можливих умов реалізації проекту у формі відповідних сценаріїв або моделей, що враховують систему обмежень на значення основних технічних параметрів проекту; витрати (включаючи можливі санкції і витрати, пов'язані із страхуванням і резервуванням), результати і показники ефективності;

- перетворення початкової інформації про чинники невизначеності в інформацію про ймовірність окремих умов реалізації і відповідних показників ефективності або про інтервали їх зміни;

- визначення показників ефективності проекту в цілому з урахуванням невизначеності умов його реалізації – показників очікуваної ефективності.

Основними показниками, використовуваними для порівняння різних проектів організації будівництва (варіантів проекту) і вибору кращого з них, є показники очікуваного інтегрального ефекту (*Еоч*).

Ці ж показники використовуються для обґрунтування раціональних розмірів і форм резервування та страхування.

Якщо ймовірність різних умов реалізації проекту відома, то очікуваний Інтегрований ефект розраховується за формулою математичного очікування:

$$E_{оч} = \sum E_i \cdot P_i, \quad (2.1)$$

де *Еоч* – очікуваний інтегральний ефект проекту;

*Е<sub>і</sub>* – інтегральний ефект при *і*-ій умові реалізації;

*Р<sub>і</sub>* – ймовірність реалізації цієї умови.

Наступний метод, застосовуваний при кількісній експертизі ризику – аналіз сценаріїв – дозволяє виправити основний недолік аналізу чутливості, оскільки включає одночасну (паралельну) зміну декількох чинників ризику і,

таким чином, являє собою розвиток методики аналізу чутливості. У результаті проведення аналізу сценаріїв визначається вплив на критерії проектної ефективності одночасної зміни всіх основних змінних проекту, що характеризують його грошові потоки [125].

Основною перевагою методу є той факт, що відхилення параметрів розраховуються з урахуванням їх взаємозалежностей (кореляції). Як можливі варіанти при проведенні «ризик–аналізу» доцільно побудувати як мінімум три сценарії: песимістичний, оптимістичний і найбільш ймовірний (реалістичний або середній).

Головною проблемою практичного використання сценарного підходу є необхідність побудови моделі проекту організації будівництва і виявлення зв'язку між змінними. Крім цього, до недоліків сценарного підходу відносять:

- необхідність значного якісного дослідження моделі проекту, тобто створення декількох моделей, відповідних кожному сценарію, що включають об'ємні підготовчі роботи по відбору і аналітичній переробці інформації;

- достатню невизначеність, «розмитість» меж сценаріїв; правильність їх побудови залежить від якості побудови моделі і початкової інформації, що значно знижує їх прогностичну цінність; при побудові оцінок значень змінних для кожного сценарію допускається якийсь волюнтаризм;

- ефект обмеженого числа можливих комбінацій змінних, який полягає в тому, що кількість сценаріїв, що підлягають детальному опрацюванню, обмежена, так само як і число змінних, що підлягають варіюванню, інакше можливо отримання надмірно великого об'єму інформації, прогностична сила і практична цінність якої сильно знижуються.

Сценарний метод експертизи проектних ризиків володіє наступними особливостями, які можна розглядати як його переваги:

- врахування взаємозв'язку між змінними і впливи цієї залежності на значення інтегрального показника;

- побудова різних варіантів здійснення проекту;



– змістовність процесу розробки сценаріїв і побудови моделей, що дозволяє експерту одержати чіткіше уявлення про проект і можливості його майбутнього здійснення, виявити як вузькі місця проекту, так і його позитивні сторони.

Таким чином, аналіз чутливості і сценарний аналіз є послідовними етапами кількісної експертизи ризиків.

У процесі оцінки за методом сценаріїв аналізуються прибутковість, фінансова стійкість, використання капіталу і інші чинники із застосуванням методів імовірнісної оцінки.

При організаційно-технологічному плануванні діяльності будівельних підприємств необхідно додатково проводити оцінку виробничих і технологічних ризиків. Експертами визначається вага кожного з включених у загальний перелік ризиків відповідно до методики оцінки виробничих ризиків і виявляються найбільш значущі для тих діючих підприємств, проекти яких включаються в інвестиційну програму [18, 21, 51, 52, 70, 76, 79, 86, 112, 123, 148].

Основна перевага такого інструменту, як експертні оцінки, полягає в можливості використання досвіду експертів у процесі аналізу проекту і врахування впливу різноманітних якісних чинників. Методика експертної оцінки включає комплекс логічних і математико-статистичних методів і процедур, пов'язаних із діяльністю експерта по переробці необхідної для аналізу і ухвалення рішень інформації. Центральною фігурою експертної процедури є сам експерт – фахівець, що використовує свої здібності (знання, уміння, досвід, інтуїцію тощо) для знаходження потрібного, найбільш ефективного рішення (табл. 2.2).

Алгоритм методу експертної оцінки ризиків будівельного проекту може включати:

1. Розробку повного переліку можливих ризиків за фазами життєвого циклу будівельного проекту;

## Існуючі підходи до експертизи ризиків

№ з/п	Назва методу	Суть методу	Сфера застосування
1	2	3	4
1.	Метод експертних оцінок	Комплекс логічних і математико-статистичних методів і процедур по переробці необхідної інформації, пов'язаних з діяльністю експерта	Ідентифікація ризиків, ранжування ризиків, якісна оцінка
2.	SWOT – аналіз	Таблиця, що дозволяє наочно протиставляти сильні і слабкі сторони проекту, його можливості й загрози	Експертна оцінка ризиків
3.	Роза, спіраль ризиків	Ілюстрована експертна оцінка ризикованих чинників	Ранжування ризиків
4.	Метод аналогій або консервативні прогнози	Дослідження накопиченого досвіду по проектах-аналогах з метою розрахунку ймовірності виникнення втрат	Оцінка ризиків проектів, що часто повторюються
5.	Метод ставки відсотка з поправкою на ризик	Збільшення безризикової ставки відсотка на величину надбавки за ризик (ризикова премія)	Додаткове врахування чинників ризику при розрахунку ефективності проекту
6.	Метод критичних значень	Знаходження тих значень змінних (чинників), що перевіряються на ризик, які приводять розрахункову величину відповідного критерію ефективності проекту до критичної межі	Моніторинг ризиків у процесі управління проектом в умовах ризику і невизначеності

2. Ранжування цих ризиків за ступенем важливості. З цією метою необхідно визначити: ймовірність даного ризику, для чого перш за все визначається частка кожного ризику зі встановленням пріоритетності  $i$ -го ризику в порівнянні з  $i + 1$  ризиком:  $d = r_i / r_{i+1}$ ; далі визначається вага групи із найменшим пріоритетом:  $r_k = 2/k(d+1)$  і розраховуються ваги по групах пріоритетів:  $r_j = r_k [(k-j)d + j - 1] / k - 1$ ; небезпека даного ризику, тобто

наскільки істотними виявляться наслідки настання несприятливої події (вимірюється в балах); важливість ризику як добуток ймовірності на небезпеку його настання;

### 3. Ранжування ризиків за ступенем важливості для проекту.

Для того, щоб запропонувати методи зниження ризику або зменшити пов'язані з ним несприятливі наслідки, спочатку потрібно виявити відповідні чинники і оцінити їх вагомість.

Цю роботу прийнято називати аналізом ризику. Призначення аналізу ризику – представити потенційним партнерам необхідні дані для ухвалення рішень про доцільність участі в проекті і вироблення заходів із захисту від можливих втрат.

Аналіз ризику повинен виконуватися всіма учасниками проекту будівельного комплексу: замовник використовує результати аналізу для планування всіх елементів проекту: мабуть, це найбільш зацікавлений учасник проекту; підрядчик прагне обмежити число і «ціну» чинників ризику, за які він повинен нести відповідальність у зв'язку з особливостями проведення робіт по удосконаленню планування роботи будівельних підприємств. Крім того, результати аналізу допоможуть йому сформулювати реалістичніший – отже, потенційно беззбитковий – план своїх дій у рамках проекту; банк використовує результати аналізу для визначення, зокрема, умов кредитування проекту; страхова компанія сформулює обґрунтовані умови майнового, часового або іншого страхування учасників проекту.

Кінцева мета аналізу полягає у виробленні заходів, що дозволяють понизити ризик проекту організації будівництва та проекту виконання робіт. Відповідно, ухваленню будь-якого «протиризикового» рішення (страхування, розподіл ризиків, резервування коштів) передують аналіз.

Інакше кажучи, йдеться про створення системи організаційно-технологічних стабілізаційних механізмів, що вимагають від учасників додаткових витрат, розмір яких залежить від умов реалізації проекту, очікувань і інтересів учасників, їх оцінок ступеня можливого ризику. Такі

витрати підлягають обов'язковому врахуванню при визначенні ефективності будівельного проекту. Що стосується невизначеності умов реалізації будівельного проекту організації будівництва, то вона не є заданою. У міру здійснення проекту учасникам поступає додаткова інформація про умови реалізації і раніше існуюча невизначеність втрачається.

З урахуванням цього система управління, як проектом організації будівництва, так і організаційно-технологічною програмою розвитку будівельних підприємств, повинна передбачати збір і обробку інформації про змінні умови його реалізації і відповідне коригування проекту, графіків сумісних дій учасників, умов договорів між ними.

## **2.2 Модель оцінки управлінської реалізованості**

Метою будь-якого управлінського впливу на контрольований процес є компенсація можливих негативних відхилень значень контрольованих параметрів від запланованих. При оперативному контролі за ходом виконання плану по різних роботах оцінка їх стану у загальному випадку 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 по кожному часовому перетину і оцінювати накопичення невизначеності стану системи робіт на поточний час.

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, яка, у відповідності до положень теорії ймовірностей, має властивість адитивності. Теорема додавання ентропії визначає, що при об'єднанні незалежних систем їх ентропії складаються [15]:

$$H(X_1, X_2, \dots, X_s) = \sum_{k=1}^s H(X_k), \quad (2.2)$$

де  $H(X_k)$  – міра різноманітності поточного стану  $k$ -ої роботи.

У 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.

При побудові моделі оцінки управлінської реалізованості треба враховувати, що кожна робота у календарному плані, міра різноманітності можливих станів по кожній роботі, зростає з часом. У вихідному стані контрольовані параметри чітко визначені і є детермінованими, різноманітність станів окремих робіт і їх системи дорівнює нулю. Але з часом, під впливом випадкових дестабілізуючих факторів, стан окремих робіт стає ймовірнісним і для кожної роботи інтенсивність такого розрегулювання стає індивідуальною. У відповідності до цього наведену вище формулу додавання ентропії запишемо у вигляді:

$$H(X_1 f(t), X_2 f(t), \dots, X_s f(t)) = \sum_{k=1}^s H(X_k f(t)), \quad (2.3)$$

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

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

Виходячи з такого підходу, маємо можливість визначити сумарний рівень розрегулювання системи робіт календарного плану на поточний період часу  $t_i$

$$\sum_{k=1}^s H[X_k f(t_i)]. \quad (2.4)$$

Коригування календарного плану за рахунок організаційно-технологічних

заходів за цим критерієм повинно забезпечувати виконання наступної умови:

$$\sum_{k=1}^s H[X_k f(t_i)] \rightarrow \min. \quad (2.5)$$

Обмежувальна умова управлінської реалізованості:

$$\sum_{k=1}^s H[X_k f(t_i)] \leq H(Y), \quad (2.6)$$

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

Задача визначення граничного рівня різноманітності станів об'єкту управління для кожного суб'єкта управління є індивідуальною і повинна враховувати його особливості, а саме: професійний та кваліфікаційний рівень апарату управління, у тому числі технічного оснащення; рівень автоматизації і комп'ютеризації процесу управління в організації; достовірність первинної інформації, яка надходить від об'єкту управління по кожній роботі; оперативність прийняття управлінських рішень; спроможність у стислі строки реалізувати прийняті рішення тощо. Але, якщо відійти від урахування індивідуальних особливостей, що ускладнює отримання рекомендацій загального характеру, а зосередитись на якісній оцінці, це дозволить визначити загальні тенденції зростання різноманітності станів у залежності від підсумкових характеристик поточного стану робіт календарного плану. У роботі [66] наведені результати досліджень із обґрунтування раціонального рівня організаційно-технологічної надійності у будівельних проектах, які базуються на аналізі кількості інформації, потрібної для забезпечення певного рівня надійності. Розрахунки спираються на відому формулу розрахунку ентропії:

$$H(X) = \text{Log} \left[ \frac{\sqrt{2\pi}}{\Delta x} \sigma \right], \quad (2.7)$$

де  $\Delta x$  – прийнята точність визначення значення контрольованого параметру  $X$ ;

$\sigma_w$  – середнє квадратичне відхилення.

Встановлена залежність точності визначення контрольованого параметру  $\Delta x$  від бажаного рівня надійності його досягнення. Чим точніше ми бажаємо встановити стан системи, тим меншим повинно бути значення  $\Delta x$  і відповідно до цього зростає значення ентропії системи, і відповідно рівень інформації, потрібний для ідентифікації стану системи з визначеним рівнем надійності. У підсумку у цій роботі [66] отримано графічну залежність рівня ентропії системи від рівня надійності досягнення кінцевого результату (рис. 2.2). З наведеного графіку видно, що до  $N < 0,75$  залежність прямопропорційна, при  $N > 0,85$  інтенсивність зростання ентропії стає прогресуючою, що підтверджується (табл. 2.3).

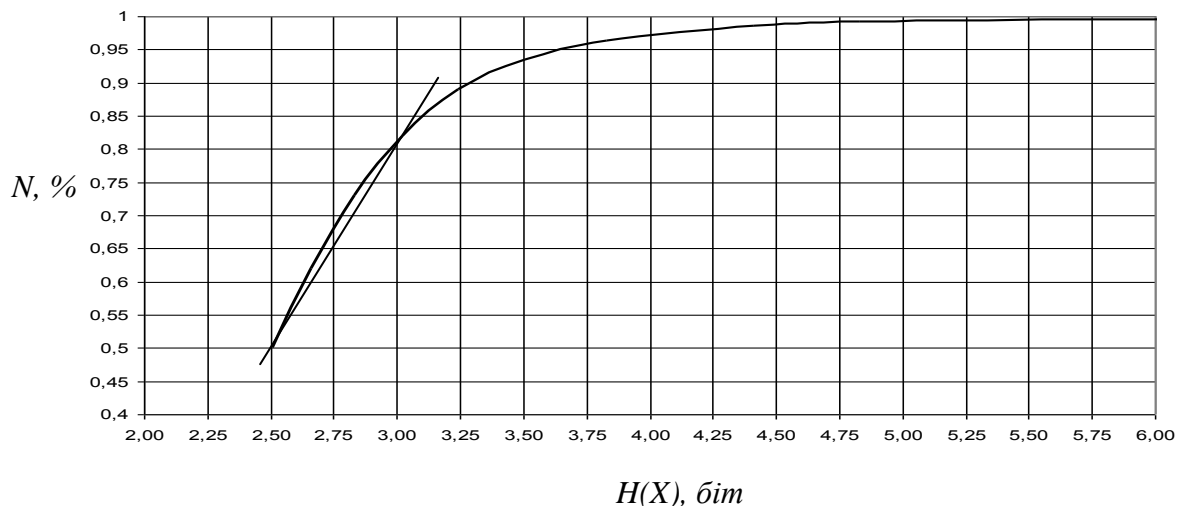


Рис. 2.2. Залежність рівня ентропії від встановленого рівня надійності досягнення кінцевого результату [66] ( $N$  – надійність;  $H(X)$  – міра різноманітності станів)

У відповідності до наведеного, умова управлінської реалізованості має наступний вигляд:

$$\sum_{k=1}^s H[X_i f(t_i)] \leq 3,0. \quad (2.8)$$

Таблиця 2.3

### Розрахунок питомої ваги ентропії [66]

Діапазон надійності, %	Приріст ентропії, біт	Питома ентропія, біт/%
1	2	3
50-75	0,35	1,4
75-85	0,35	3,5
90-95	0,45	9

На базі отриманих результатів був проведений аналіз впливу додаткової інформації на приріст рівня надійності (рис. 2.3).

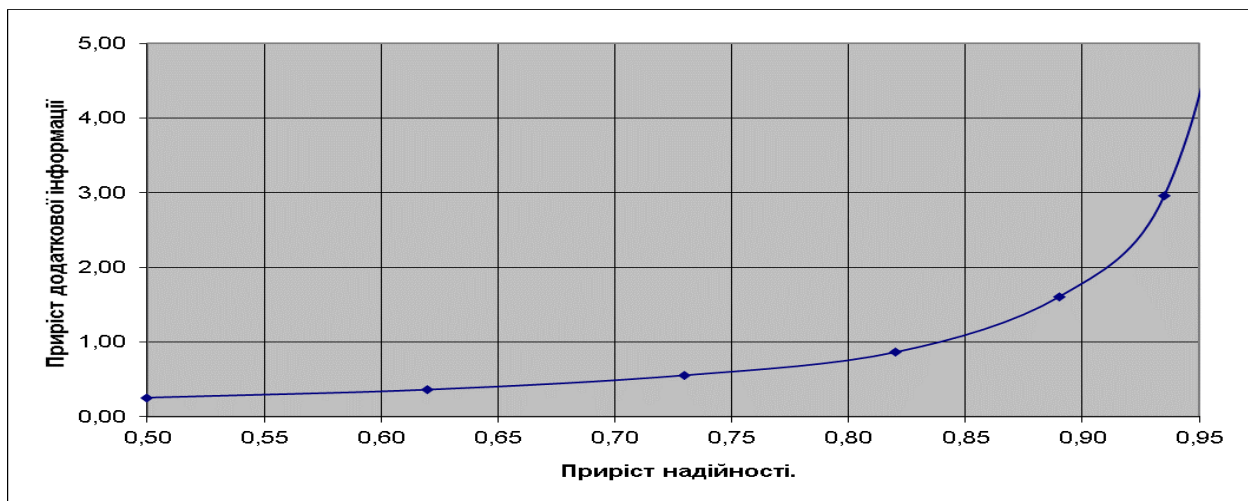


Рис. 2.3. Залежність коефіцієнта надійності від приросту додаткової інформації



Графік на рис. 2.3 показує, що намагання системи управління підвищити надійність досягнення результату до рівня 0,8 є раціональним з точки зору витрат на додаткову інформацію, тому що збільшення інформації на 1% приводить до значно більшого зростання надійності. Далі ця тенденція змінюється на протилежну, коли витрати на додаткову інформацію не компенсуються суттєвим зростанням надійності.

### **2.3 Аналіз вірогідних станів роботи у процесі її виконання**

В процесі виконання окремої роботи на неї впливає сукупність ймовірнісних за своєю природою дестабілізуючих факторів зовнішнього та внутрішнього середовища. Кваліфікаційний рівень працівників, стан трудової дисципліни, рівень внутрішньої самоорганізації та інше – то приклади внутрішніх факторів; збої у поставках ресурсів, виявлені помилки у проектно-кошторисній документації, проблеми з фінансуванням – зовнішні фактори, сукупний вплив яких призводить до порушення планового режиму виконання робіт, і якщо у майбутньому не будуть застосовані певні компенсуючі заходи, у підсумку велика ймовірність, що планові показники не будуть досягнуті.

Вплив цих факторів є об'єктивним, тому вкрай складно завчасно передбачити не тільки їх появу, але також «силу» їх дестабілізуючого впливу на режим виконання роботи. У цих умовах велика роль відводиться процесу управління цією роботою, ефективність якого залежить від можливості прогнозувати (передбачувати) появу цих факторів ризику. У відповідності до цього актуальною задачею є розробка методики виявлення можливих критичних періодів у ході виконання роботи і прогнозування їх появи ще на етапі проектування, це дозволить апарату управління заздалегідь підготуватись до появи негативних ситуацій у ході виконання роботи. Іншими словами, завдання полягає у підвищенні рівня надійності виконання роботи.

Стан системи чи окремого її елемента характеризується таким поняттям, як «роботоспроможність» – це стан, при якому елемент системи чи система у цілому спроможні виконувати певні функції при збереженні значень параметрів в межах, зазначених нормативними документами.

Близьким за змістом є такі поняття, як працездатність і безвідмовність, вони дещо інакше характеризують властивість елемента, чи системи у цілому, а саме: як здатність безперервно зберігати працездатність при певних умовах експлуатації (до настання першої відмови у роботі) [6].

Таким чином, «роботоспроможність» характеризує стан системи чи окремого її елемента, а «працездатність» і «безвідмовність» є їх властивістю.

У літературі, присвяченій питанням надійності систем, частіше вживається термін «працездатність» [6, 10].

Окрема робота у будівельній галузі потребує багато часу і ресурсів для свого виконання, і результати її виконання то є підсумкова оцінка роботи організаційної системи, яка складається з багатьох учасників задіяних у цьому процесі, завдання яких на усіх етапах забезпечувати працездатний стан цієї системи.

Протилежним «працездатному стану» є «непрацездатний», перехід з першого до другого характеризується як «відмова», протилежний перехід – «відновлення».

У відповідності до матеріалів Національного банку стандартизації науково-технічних термінів, «відмова» технічної системи, за якої зберігається її функціонування, але відбувається вихід значення одного чи декількох параметрів технологічного процесу за межі, які встановлені в нормативно-технічній чи проектній документації» [2].

«Відмова» – це подія, яка полягає у втраті об'єктом здатності виконувати потрібну функцію, тобто у порушенні працездатного стану об'єкта, що настає при досягненні граничного стану, який полягає в досягненні вектором параметрів межі області працездатних станів [10].

Характеристики відмов:

1. За типом відмови поділяються на:

- відмови функціонування (виконання основних функцій об'єктом припиняється);
- відмови параметричні (певні параметри об'єкту змінюються в недопустимих межах).

2. За своєю природою відмови можуть бути:

- випадкові, обумовлені непередбаченими перевантаженнями, дефектами матеріалу, помилками персоналу або збоями системи керування тощо;
- систематичні, обумовлені закономірними і неминучими явищами, що викликають поступове накопичення ушкоджень.

Оскільки час настання відмови  $T$  є величиною випадковою, то ймовірність відмови  $Q(t)$  – імовірність того, що випадкова величина  $T$  набуде значення, меншого або рівного  $t$ , де  $t$  – час, за який визначається показник надійності, тобто ймовірністю відмови називається ймовірність того, що за певних умов експлуатації в заданому інтервалі часу виникне хоча б одна відмова:

$$Q(t)=P(T<t).$$

3. За характером появи відмови бувають:

- раптові – відмови, які неможливо передбачити попередніми дослідженнями чи технічним оглядом (помилки проектування, брак, дефект, невірна експлуатація);
- поступові – відмови, спричинені поступовими змінами значень одного чи декількох параметрів об'єкта (наприклад, в результаті незворотних фізико-хімічних процесів в матеріалі);
- конструкційна відмова – відмова, спричинена недосконалістю чи порушенням встановлених правил і (чи) норм проектування та конструювання об'єкта;

- виробнича відмова – відмова, спричинена невідповідністю виготовлення об'єкта до його проекту чи до норм виробничого процесу;
- експлуатаційна відмова – відмова, викликана порушенням правил експлуатації (відмова через неправильне поводження, відмова через перевантаження).

### 3. За наслідками появи відмов:

- критична відмова – відмова, що за оцінками може привести до травмування людей, значних матеріальних збитків чи до інших неприйнятних наслідків [10].

Аналізуючи наведені ознаки класифікації можна визначити, що в тій чи іншій мірі вони притаманні виробничому процесу у будівельній галузі. Так, наприклад, «відмова» може бути і функціональна, і параметрична. Якщо виконується механізована робота, то відмова провідної машини приводить до зупинки усього виробничого процесу. Більш поширеною є функціональна відмова, коли під впливом певних факторів ризику погіршується продуктивність праці, але сам виробничий процес не зупиняється. Аналіз виконання будівельних робіт показав, що переважна більшість відмов (70-80%) носять функціональний характер.

Враховуючи важливе значення терміну «параметрична відмова» для подальших досліджень, проведемо аналіз визначення цього терміну по різних джерелам (табл. 2.4).

При реалізації виробничого процесу є контрольні параметри, за якими визначають поточний стан цього процесу, і вкрай важливо, для забезпечення керованості, періодично коригувати значення цих параметрів, запобігаючи суттєвим відхиленням від планового рівня. В теорії надійності при регулюванні стану системи виділяють так званий визначальний параметр, який регулюється.

При проведенні аналізу поточного стану системи, визначальний параметр системи у момент ( $T_o$ ) коригується (процес відновлення працездатності) до планового рівня ( $I_{пл}$ ) (детермінована величина). При подальшому виконанні

роботи цей параметр змінюється під впливом випадкових факторів впливу різної природи.

Таблиця 2.4

### Аналіз терміну «параметрична відмова»

Джерело	Визначення терміну «параметрична відмова»
1	2
Прогнозування параметричної надійності радіоелектронної апаратури при двосторонньому обмеженні дрейфу визначального параметра [10].	Параметрична надійність визначається імовірнісними показниками відповідності визначальних параметрів заданим значенням і прогнозуванням їх зміни.
Багаторозрядні АЦП і ЦАП із ваговою надлишковістю, стійкі до параметричних відмов [6].	Можна виділити первинні і вторинні параметричні відмови. Первинні – це ті, що з'являються відразу після виготовлення пристрою через недосконалість технології. Вторинні – це параметричні відмови, що проявляються у поступовій зміні значень одного чи декількох параметрів об'єкта в процесі експлуатації.
ДСТУ 2470-94. Надійність техніки. Технологічні системи. Терміни та визначення [1].	Параметрична відмова технологічної системи виявляється у виході параметрів функціонування окремих її елементів за допустимі межі. Наприклад: вихід значень показників якості деталей за поле допуску на оброблення, зниження ритму випуску нижче заданого рівня; нерегламентована зміна режимів оброблювання, перевищення матеріальних та вартісних витрат; неприпустиме забруднення навколишнього середовища, причиною якого є процес функціонування аналізуючої системи, тощо.

Таким чином, визначальний параметр, який регулюється, є полюсною випадковою функцією напрацювання. При наступному контролі стану системи

знову здійснюється коригування при потребі (якщо система відмовила) і встановлюється нове початкове значення контрольованого параметру (новий полюс), і процес розрегулювання повторюється знову.

## 2.4 Кількісна оцінка параметричної надійності окремої роботи

Для кількісної оцінки параметричної відмови використовують поняття ймовірність безвідмовної роботи – це ймовірність того, що в межах заданого часу не виникне відмова системи. Можливість застосування терміну «параметрична відмова» для умов виконання будівельної роботи розглянемо, аналізуючи графік її виконання у координатах  $Vf(T)$ , де  $V$  – об'єм роботи,  $T$  – час її виконання. При виконанні роботи встановлюється межа допустимого негативного відхилення параметру (*Ддон.*), при менших відхиленнях система ще має можливість відновитись і відмова не стає критичною (рис. 2.3).

У Своді знань по управлінню проектами (PMBOOK) [102] при встановленні процедур управління розкладом передбачається встановлення критеріїв та дій по розробці, моніторингу розкладу і контролю за ним. Цей план вміщує необхідність встановлення «контрольних порогів» – порогів відхилень, що дозволяє встановити заздалегідь погоджену величину варіації, при відхиленні від якої виникає потреба прийняти певні дії. «Пороги» зазвичай встановлюються у вигляді відсотка відхилення від параметрів, які встановлені у базовому плані. Цей принцип був закладений при побудові розрахункової схеми для визначення параметричної відмови окремої будівельної роботи (рис. 2.4).

При виконанні окремої будівельної роботи по календарному плану 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, а у другому навпаки – несприятливими умовами, які можуть мати місце.

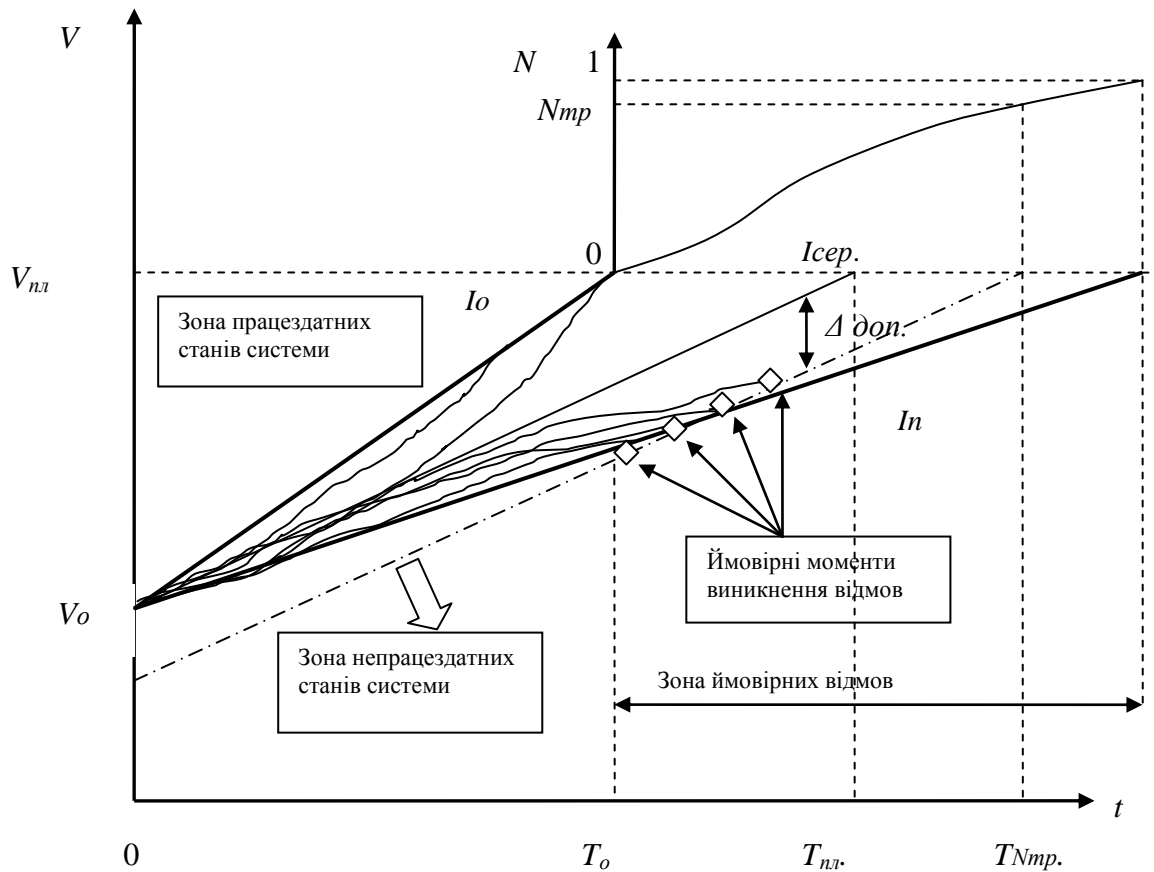


Рис. 2.4. Визначення відмов при одній невідповідній межі поля допустимого відхилення ( $I_{сер}$  – середньорічна інтенсивність;  $N_{mp}$  – рівень заданої надійності досягнення кінцевого результату;  $T_{Nmp}$  – термін виконання об'єму робіт при заданому рівні надійності)

Графік функції надійності для діапазону термінів ймовірного завершення робіт наведений у верхній частині рис. 2.4. Встановлюючи потрібний рівень надійності [26, 28, 29], визначаємо відповідний строк закінчення робіт, по відношенню до якого встановлюється межа появи відмов (рис. 2.4) і рівень допустимих відхилень стану системи  $\Delta_{доп}$ .

Реальна траєкторія виконання робіт є випадковою і знаходиться у цих межах. Попередніми дослідженнями встановлено, що закон розподілу

інтенсивностей виконання робіт є нормальним. При виході реальної траєкторії виконання робіт  $V_o$  за межі області допустимих відхилень  $[V_{nl}(T)+\Delta_{don}]$  наступає параметрична відмова. Система зберігає свою працездатність, але параметри її функціонування погіршуються. Точки перетину випадкових реалізацій траєкторій з граничною лінією відповідають моментам настання відмови системи (на рис. 2.4 ці точки позначені ромбиками).

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 рис. 2.5 показана зона відмов системи, починаючи з моменту  $t_0$ , де ( $t_0$  – час непрацездатності).

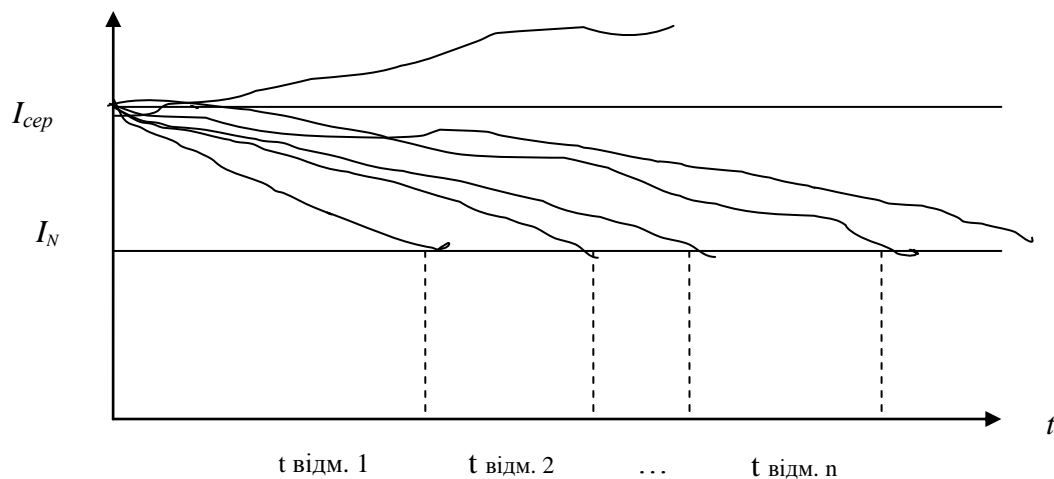


Рис. 2.5. Розрахункова схема визначення часу напрацювання до появи відмови

Параметрична відмова настає коли поточне значення контрольованого параметру роботи системи приводить до відмови. В якості такого параметру будемо розглядати інтенсивність виконання робіт, середню за період від початку етапу до поточного моменту. Система управління повинна запобігти зниженню значення середньої інтенсивності за певний час нижче встановленого критичного рівня ( $I_{кр}$ ):



$$I_{кр} = (V_{nl} - V_0) / (T_N - T_0), \quad (2.9)$$

де  $T_N$  – термін виконання робіт при заданому рівні надійності.

В такій постановці стає можливим вирішення задачі – розрахувати період напрацювання до появи відмови (рис. 2.5). Стан такої системи визначається наступним виразом (2.10):

$$T = (I_{сеп} - I_N) / W, \quad (2.10)$$

де  $W$  – є імовірнісною величиною і характеризує швидкість розрегулювання інтенсивності виконання робіт, закон розподілу якої є нормальний з параметрами:

- середнє квадратичне відхилення  $\sigma_w$ ;
- математичне очікування  $m_w$ .

Швидкість розрегулювання визначається діапазоном розбіжності між оптимістичною ( $I_o$ ) і песимістичною ( $I_n$ ) інтенсивностями виконання роботи. Виходячи з допустимої для практичних розрахунків похибки, ці параметри можемо розрахувати наступним чином:

$$\sigma_w = (I_o - I_n) / 6,$$

$$m_w = (I_o - I_n) / 2.$$

В роботі [26] наведена формула розрахунку щільності розподілу ( $T$ ) на основі альфа-розподілу:

$$f(t) = \frac{c\beta}{t^2\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\beta}{t} - \alpha\right)^2\right], \quad (2.11)$$

де  $c$  – нормувальний множник;

$\beta = |I_{cep} - I_N| / \sigma_w$  – відносний запас довговічності;

$\alpha = |m_w| / \sigma_w$  – відносна середня швидкість зміни параметру.

Форма щільності розподілу за формулою (2.10) має вигляд, представлений на рис. 2.6. Для цілей даної роботи інтерес представляє визначення напрацювання до початку масових відмов ( $t_n$ ), після чого починається швидке зростання щільності розподілу напрацювання до відмови. Виходячи з цього при плануванні процесу реалізації роботи, у відповідності до планових показників параметрів, доцільно щоб період напрацювання між вірогідними суміжними моментами відмов не перевищував кінцевий результат ( $t_k$ ). У цей момент здійснюється зняття інформації про реальні значення визначальних параметрів про стан виконання роботи на поточний час, при потребі здійснюються необхідні управлінські дії щодо компенсації негативних відхилень накопичених за попередній період напрацювання до відмови. Таким чином, формується новий детермінований «полюс», від якого виконується черговий розрахунок терміну напрацювання до відмови. Для практичного застосування цих положень необхідно визначити формулу розрахунку терміну напрацювання до початку масових відмов ( $t_n$ ) (рис. 2.6).

Для цього закону розподілу період напрацювання до початку масових відмов визначається за формулою:

$$t_n = \beta g_H(\alpha), \quad (2.12)$$

де  $g_H = t_n / \beta$ .

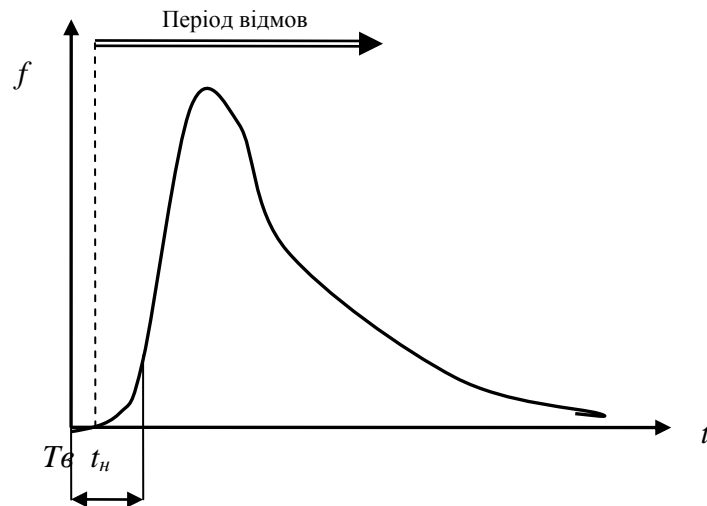
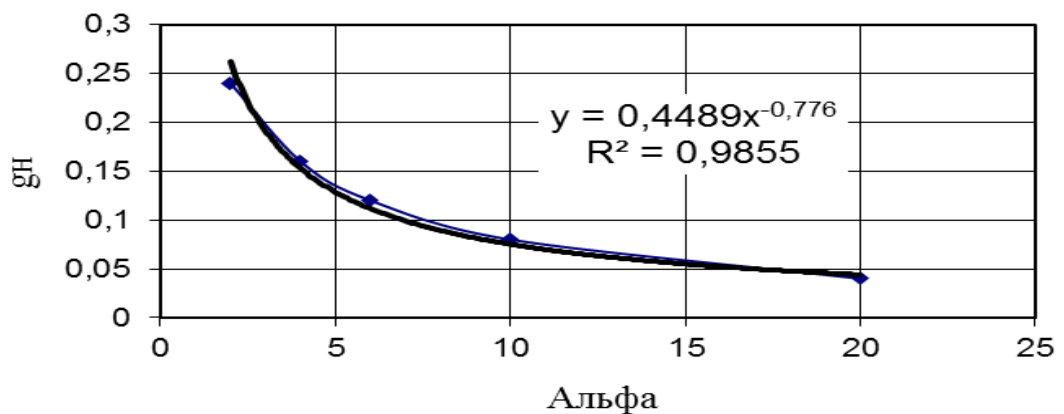


Рис. 2.6. Графік щільності альфа-розподілу

У роботі [26] наводиться зовнішній вид залежності  $g_n(\alpha)$ , для зручності подальшого використання цього виразу визначимо емпіричну формулу, яка достатньо близько відображає цю залежність (рис. 2.7).

Рис. 2.7. Графік залежності  $g_n(\alpha)$ 

Враховуючи значення параметрів  $\beta$ ,  $\alpha$ ,  $t_n$ , остаточно вираз (2.12) записується у наступному вигляді:

$$t_n = \frac{(I_{cep} - I_N)}{\sigma_w} \cdot 0,4489 \left( \frac{m_w}{\sigma_w} \right)^{-0,78} . \quad (2.13)$$

Аналіз структури формули (2.13) показує, що вона має об'єктивну і суб'єктивну складові:

- об'єктивна (А) визначається параметрами нормального розподілу середнім квадратичним відхиленням  $\sigma_w$  і математичним очікуванням  $m_w$ ;
- суб'єктивна (В) визначається бажаним рівнем надійності досягнення кінцевого результату виконання роботи  $I_N$ .

З урахуванням наведеного, даний вираз запишемо у вигляді:

$$t_u = A \cdot B \Rightarrow \max, \quad (2.14)$$

$$A = \frac{I_{cep}}{\sigma_w} \cdot 0,4489 \left( \frac{m_w}{\sigma_w} \right)^{-0,78};$$

$$B = \left( 1 - \frac{I_N}{I_{cep}} \right).$$

Перший співмножник у виразі (2.14) визначається результатами статистичної обробки даних підприємства за певний період часу. Для їх зміни в частині мінімізації  $\sigma_w$  необхідні певні організаційно-технологічні зміни в режимі реалізації роботи, наприклад, підвищення рівня технічного оснащення, підвищення професійно-кваліфікаційного рівня робітників тощо.

Другий співмножник визначається суб'єктивними факторами і коли інтенсивність виконання робіт, яка відповідає прийнятому рівню надійності, зростає, то це приводить до мінімізації складової (В) і відповідного скорочення терміну напрацювання до появи масових відмов.

Термін напрацювання до початку масових відмов скорочується при зростанні середнього квадратичного відхилення  $\sigma_w$  і зменшенні діапазону регулювання  $(I_{cep} - I_N)$ . Таким чином, при збільшенні надійності зростає діапазон допустимого регулювання і відповідним чином зростає термін напрацювання до появи масових відмов, і навпаки, при закладанні у плани більш напружених, а відповідно і більш ризикованих варіантів, цей термін скорочується.

Аналіз графіку (рис. 2.8) показує прямо пропорційну залежність цих параметрів, кутовий коефіцієнт, відповідно до цього, є постійним.

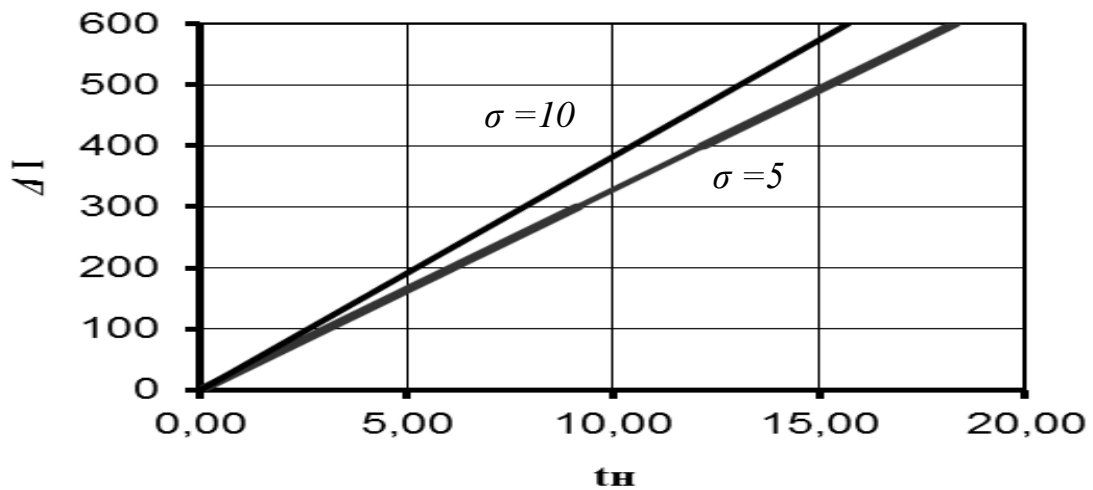


Рис. 2.8. Графік залежності терміну напрацювання до початку масових відмов ( $t_n$ ) від  $\Delta I = (I_{cep} - I_N)$

Визначимо у загальному вигляді значення цього кутового коефіцієнту:

$$k = \frac{I_{cep} - I_N}{t_n} \quad (2.15)$$

Після підстановки значення  $t_n$  із виразу (2.14) і відповідних перетворень, остаточно отримаємо:

$$k = 2.23\sigma_w \left( \frac{m_w}{\sigma_w} \right)^{-0.78} \quad (2.16)$$

Як впливає з отриманої формули, значення терміну напрацювання до початку масових відмов визначається параметрами розподілу інтенсивності роботи і для одного і того ж виконавця є постійною величиною, якщо в організацію його роботи не вносяться певні зміни.

Зі зростанням  $\sigma_w$  зростає швидкість неузгодження інтенсивності виконання робіт і відповідним чином це приводить до скорочення терміну напрацювання до появи масових відмов.

З метою апробації запропонованої методики був виконаний розрахунок періоду напрацювання до початку масових відмов для будівельного підприємства «Дніпроавтодор», у складі якого знаходяться десять виробничих підрозділів. Зведені дані місячних обсягів виконаних протягом року робіт наведені у додатку А. За цими даними розраховано:

- середній місячний об'єм робіт;
- середнє квадратичне відхилення.

Враховуючи, що місячні об'єми робіт окремих виробничих підрозділів суттєво відрізняються, з метою нейтралізації цього фактору у подальших розрахунках, був використаний для характеристики рівня розрегулювання ознаки відносний показник – це коефіцієнт варіації ( $K_v$ ):

$$K_v = \frac{\sigma}{\bar{V}},$$

де  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення;

$\bar{V}$  – середній місячний обсяг виконаних робіт.

Для подальших розрахунків приймалось, що місячний обсяг робіт розглядався як інтенсивність у вимірі тис. грн./місяць, середньорічна, місячна інтенсивність дорівнює  $I_{сер}$  у формулі (2.14). Вважаючи відомими параметри нормального розподілу, можемо визначити рівень об'єму виконання робіт  $V_N$ , потрібний для завершення роботи з заданим рівнем надійності  $N$ . Для цих цілей використовуємо теорему вірогідності випадкової величини в заданий інтервал значень параметру  $P(I_{онт} \geq I \geq I_{зад})$ .

Значення цього параметру розраховувалось при умові забезпечення надійності виконання місячного обсягу робіт з вірогідністю  $N=0,75$ .

$$N(I) = \Phi\left(\frac{(I_N - m_w)}{\sigma_w}\right). \quad (2.17)$$

Використовуючи дані таблиці нормальної функції розподілу для заданого рівня надійності, визначимо потрібний рівень надійності для виконання цих умов:

$$I_N = I_{cep} - 0,67\sigma_w. \quad (2.18)$$

На основі даних, наведених у додатку А, був виконаний розрахунок терміну напрацювання до відмов (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

#### Розрахунок терміну напрацювання до початку масових відмов

Підрозділ	Параметри розподілу		Коеф. варіації	VN	Час напрацювання до появи відмов $t_n$ , міс.
	Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення			
1	404,9	188,4	0,5	278,6	0,55
2	428,8	284,3	0,7	238,3	0,41
3	451,2	283,8	0,6	261,1	0,43
4	474,9	423,1	0,9	191,4	0,33
5	434,3	403,3	0,9	164,1	0,32
6	699,4	389,1	0,6	438,7	0,48
7	443,3	391,6	0,9	181,0	0,33
8	480,1	379,9	0,8	225,5	0,36
9	460,1	149,3	0,3	360,0	0,72
10	2374,6	1427,3	0,6	1418,3	0,45

За даними таблиці 2.5 відслідковується суттєва залежність терміну напрацювання до відмов від коефіцієнту варіації, що підтверджує правомірність попереднього припущення про його вплив на цей параметр, чим вища швидкість неузгодженості значень параметру, за яким здійснюється

контроль виконання роботи, тим більше скорочується термін напрацювання до появи відмов.

За даними, наведеними в таблиці 2.5, був побудований графік залежності терміну напрацювання до відмов від коефіцієнту варіації (рис. 2.9).

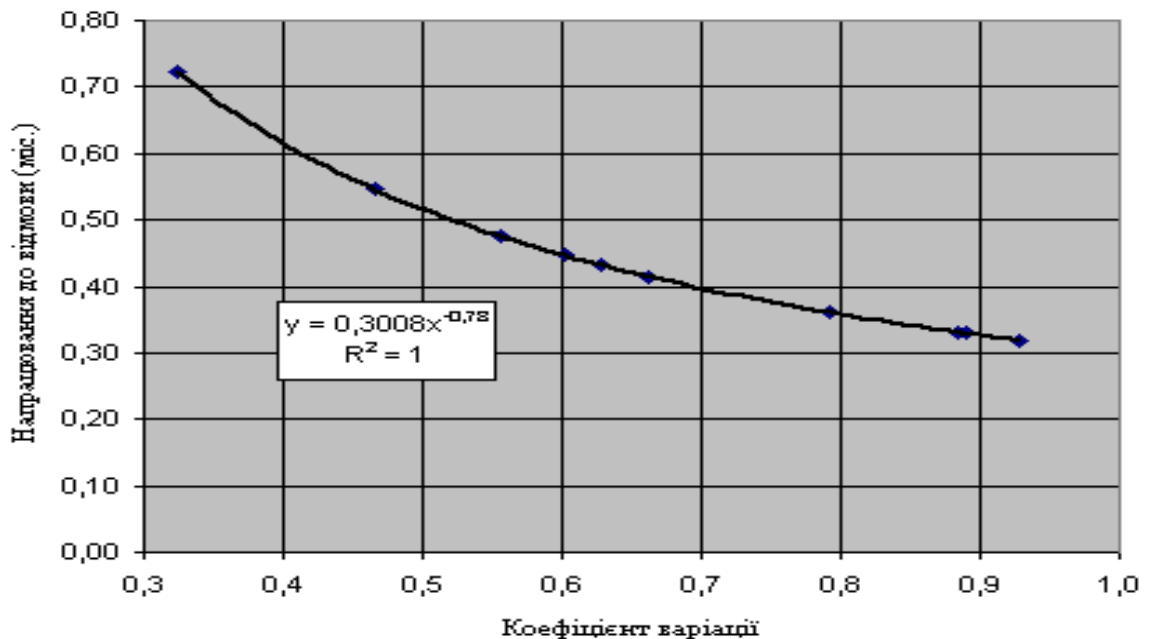


Рис. 2.9. Залежність терміну напрацювання до відмов від коефіцієнту варіації

Дані графіку показують, що по мірі зростання значення коефіцієнту варіації зменшується термін напрацювання до початку масових відмов. Визначені тенденції співпадають з отриманими раніше і наведеними на рис. 2.6. Аналіз отриманих результатів показує, що коефіцієнт варіації є меншим для виробничих підрозділів, які займаються новим будівництвом і виконують механізовані роботи нульового циклу. Навпаки, для підрозділів, які у виробничій програмі мають пріоритет виконання поточного ремонту і реконструкції, коефіцієнт варіації зростає і відповідно скорочується термін напрацювання до початку масових відмов.



Отримана емпірична залежність має діапазон використання, обмежений даними конкретного підприємства і не може бути узагальнена для визначення значень параметрів для інших підприємств.

## **2.5 Розрахунок роботоспроможності системи робіт у складі календарного плану**

Вище була розглянута методика розрахунку періоду напрацювання до появи масових відмов для окремої роботи, але у будівництві організація робіт відбувається в межах відповідних календарних планів, у яких здійснюється складна організаційно-технологічна взаємоув'язка окремих потоків, складовою яких є окремі роботи. Відповідно до цього логічно поставити задачу, визначити вплив організаційних рішень календарного плану на появу параметричних відмов, окремої роботи, спеціалізованого потоку, об'єктного потоку.

Для окремої роботи потрібно співвідносити період напрацювання до появи масових відмов ( $t_H$ ) з плановим терміном виконання цієї роботи ( $t_i$ ), для цього введемо поняття коефіцієнт безвідмовності виконання  $i$ -ої роботи:

$$k_i = t_H / t_i \quad (1 > k_i > 1). \quad (2.19)$$

Якщо  $k_i > 1$ , то термін напрацювання до відмов є більшим за плановий термін виконання роботи і в цьому випадку маємо високу ймовірність, що за час виконання роботи параметрична відмова не настане.

Якщо  $k_i < 1$ , то навпаки, впродовж виконання роботи у планові терміни слід очікувати появу параметричної відмови.

Окремі роботи у складі календарного плану мають певний резерв часу, треба визначити, як цей резерв часу впливає на термін напрацювання до появи відмов. Для цього звернемось до формули (2.8), в якій діапазон регулювання

розшириться з урахуванням резерву часу, який має дана робота ( $R_i$ ). В якості нижньої межі інтенсивності виконання роботи приймемо:

$$I_{\min} = V_{nl} / (t_{nl} + R_i),$$

після внесення змін формула (2.13) набуде вигляду:

$$t_n = \frac{\{I_{cep} - V_{nl} / (t_{nl} + R_i)\}}{\sigma_w} \cdot 0,4489 \left( \frac{m_w}{\sigma_w} \right)^{-0,78}. \quad (2.20)$$

Відповідно до цього врахування резерву часу приводить, при інших рівних умовах, до зростання діапазону контролю за рахунок зменшення необхідної для своєчасного виконання робіт її інтенсивності і відповідного зростання терміну напрацювання до появи відмов.

Бажано, щоб термін напрацювання до відмов був не менший, ніж проміжок часу між двома суміжними строками контролю за ходом виконання робіт  $t_i \geq t$ . У роботі [62] визначений відрізок часу від попереднього контролю до моменту, коли рівень розрегулювання системи досягне рівня  $\Gamma(t) = N_{mp}$ , до рівня заданої надійності досягнення кінцевого результату.

$$t = \frac{\ln \left[ \frac{k_{\bar{a}}(1 + \rho) - 1}{\rho} \right]}{-\mu(1 + \rho)},$$

$$\rho = \frac{m_t^i}{m_i};$$

$$\mu = \frac{1}{m_i^i};$$

$$k_{\bar{a}} = \frac{1}{1 + \rho}.$$

У цих формулах  $m_i$  і  $m_i^f$  відповідно математичне очікування часу працездатного і непрацездатного стану, які розраховуються за даними натурних спостережень (фотографія робочого дня), чи виходячи із заданого рівня надійності строків виконання робіт ( $N$ ):

$$\begin{aligned} m_i &= t_i N, \\ m_i^f &= t_i (1 - N). \end{aligned}$$

Отримана залежність (2.20) дозволяє вирішувати три задачі:

1. Перевірити, чи розрахунковий термін напрацювання до появи масових параметричних відмов не менший за плановий термін виконання робіт, якщо так, то за час напрацювання до появи відмов робота буде виконана, бо за визначенням параметричної відмови, робота виконується з параметрами не нижче заданих плановими завданнями. Рівень саморегулювання процесу виконання роботи достатній для завершення без додаткових зовнішніх управлінських втручань;

2. Розрахувати, який потрібний резерв часу для даної роботи, щоб виконувалась умова того, щоб термін напрацювання дорівнював чи перевершував плановий термін виконання робіт. Для вирішення цієї задачі з формули (2.20) виведемо значення резерву часу при заданому рівні напрацювання до відмов  $t_i$ :

$$R_i = \frac{V_{nl}}{I_{sep} - \frac{t_n \sigma_w}{K}} - T_{nl}, \quad (2.21)$$

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

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

У будівельних календарних планах, побудованих на базі різних організаційно-технологічних моделей, окремі роботи знаходяться у системному взаємозв'язку між собою, тому для розрахунку певних системних параметрів таких комплексів робіт треба визначити вплив організаційно-технологічних зв'язків на значення такого системного параметру. Усі роботи в календарному плані можуть виконуватись або послідовно, або паралельно. Розглянемо особливості розрахунку терміну напрацювання до появи відмов і коефіцієнту безвідмовності для кожної з цих типових ситуацій.

*Система послідовних робіт.* У цьому випадку можуть застосовуватись два підходи:

1. Усереднений підхід, коли не акцептується увага на кожній окремій роботі, а розрахунок виконується для усього комплексу послідовних робіт (рис. 2.10, а).

2. Розраховується за відомою методикою, показники, які характеризують безвідмовність окремих робіт, а підсумковий показник по усій послідовності розраховується як середньозважений з урахуванням вагомості впливу кожної роботи на кінцевий результат. У якості параметру, який визначає вагу кожної роботи, приймається термін її виконання (рис. 2.10, б).

У першому підході параметри для системи робіт розраховуються за формулою (2.13), але значення інтенсивностей приймаються опосередковані для усього комплексу.

При другому підході середньозважений коефіцієнт безвідмовності для визначеної послідовності робіт розраховується за формулою:

$$T_{H(1-2-3)} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i k_n^i}{\sum_{i=1}^n t_i}, \quad (2.22)$$

де  $i=1, 2, 3 \dots n$  – номери робіт у групі;

$t_i$  – термін виконання  $i$ -ої роботи.

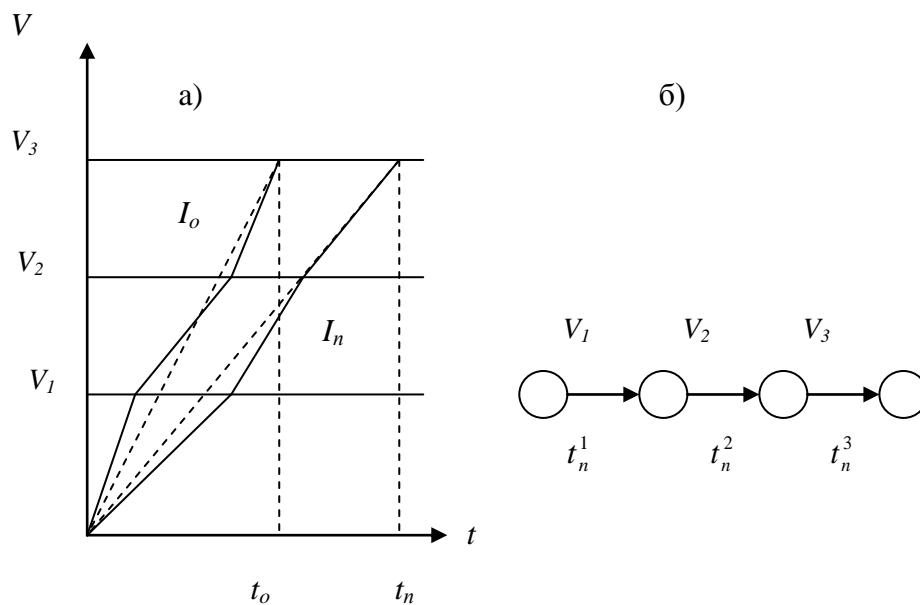


Рис. 2.10. Варіанти послідовності робіт (а), (б)

Аналогічним чином може бути розрахований і середньозважений термін напрацювання до появи відмов.

*Система паралельних робіт.* Паралельні роботи – це такі роботи, які виконуються різними виконавцями, на різних ділянках, але одночасно, частіше за все вони розглядаються як незалежні, але наступні роботи мають певні умови початку свого виконання в залежності від завершення паралельних попередніх робіт (рис. 2.11). У відповідності до правил розрахунку часових параметрів сітьового графіку, наступна робота може бути почата тільки тоді, коли завершиться остання робота із усіх попередніх. Кожна з цих робіт є завершальною окремого шляху, який формують організаційно і технологічно пов'язані попередні роботи. Кожен із цих шляхів  $L_j$  формується певною

послідовністю окремих робіт  $t_{i,j}$  і для кожного з них ми можемо розрахувати середньозважені значення коефіцієнта безвідмовності і терміну напрацювання до появи масових відмов.

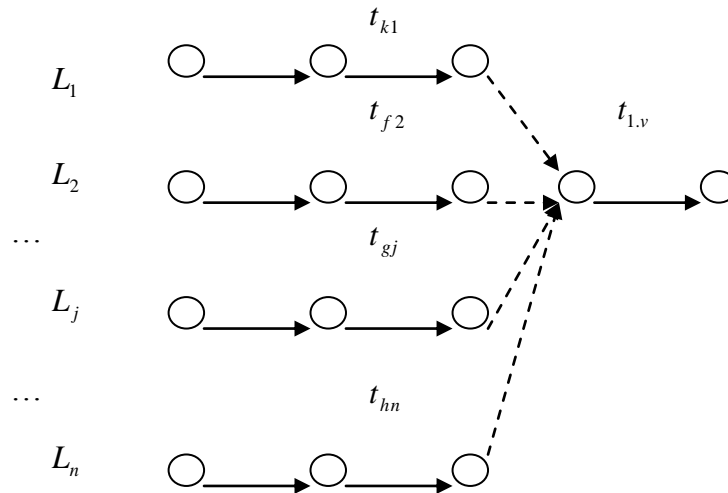


Рис. 2.11. Система паралельних робіт у складі календарного плану

Треба визначити значення параметрів працездатності системи паралельних робіт, які представлені відповідними паралельними шляхами  $L_j$ .

Середньозважене значення терміну напрацювання до появи масових відмов для системи робіт (рис. 2.11) з урахуванням впливу кінцевої роботи  $t_{1,v}$  виконується за формулою:

$$T_H = \min\{T_H(L_j)\} + t_{H(1,v)}. \quad (2.23)$$

Середньозважене значення терміну напрацювання до відмов є сумою мінімального значення напрацювання до відмов із множини значень по кожному шляху, який передую наступній роботі ( $t_{1,v}$ ), і терміну напрацювання до відмов наступної завершальної роботи, чи середньозваженого терміну для ланцюга послідовних подальших робіт.

Як впливає з проведених вище досліджень, на термін напрацювання до появи масових відмов по кожній роботі впливають індивідуальні особливості кожного виконавця, задіяного на цих роботах, а саме: вірогідні параметри розподілу інтенсивності виконання робіт, математичне очікування та середнє квадратичне відхилення. В свою чергу, організаційно-технологічна взаємоув'язка робіт має опосередкований вплив на термін напрацювання для комплексу робіт.

## **Висновки до розділу 2**

1. Проаналізовані ризики, які впливають на своєчасність реалізації проектів організації будівництва. Встановлено, що їх вплив носить системний характер, який складно передбачити, тому аналіз наслідків їх впливу у попередні періоди реалізації плану дозволяє розробити перспективні заходи щодо компенсації негативного впливу факторів ризику.

2. Визначена важлива роль фактору управлінської реалізованості у компенсації негативного впливу ризиків. Запропонована математична модель оцінки управлінської реалізованості, цільова функція якої передбачає мінімізацію станів різноманітності системи робіт календарного плану.

3. Виходячи з раціонального рівня організаційно-технологічної надійності, розраховано значення допустимого рівня ентропії системи управління.

4. Проведений аналіз і класифікація видів параметричних відмов і визначені ті ознаки, які характеризують роботоспроможність окремих виконавців робіт у складі календарного плану.

5. На основі розробленої розрахункової схеми отримана формула розрахунку терміну напрацювання до появи масових відмов. Проведений на цій підставі аналіз роботи будівельних бригад дозволив встановити перелік факторів впливу на цей термін.

6. Для систем послідовних та паралельних комплексів робіт у складі календарного плану отримані формули розрахунку середньозваженого терміну напрацювання до появи масових відмов.



## РОЗДІЛ 3

### ВИЗНАЧЕННЯ ПОТОЧНОЇ РІЗНОМАНІТНОСТІ СТАНІВ СИСТЕМИ РОБІТ У СКЛАДІ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУ

#### 3.1 Визначення поточної різноманітності станів у процесі виконання окремої роботи

У системі робіт напрацювання на відмову визначається не тільки параметрами розподілу окремої роботи, а у більшій мірі їх організаційно-технологічним зв'язком у складі календарного плану. У зв'язку з цим ставиться завдання визначити вплив організаційно-технологічних рішень, закладених у календарних планах, на параметри надійності роботи виробничої системи, а особливо відслідковувати інтенсивність наростання невизначеності стану системи по етапам реалізації календарного плану.

Врахування фактору невизначеності у календарному плануванні безумовно значно ускладнює цей процес, але, у той же час, наближає його до реальних умов, роблячи його більш достовірним. У роботі [22], присвяченій питанням синергетики, відмічається, що «в рівноважному стані для системи можливий лише один варіант еволюційного руху, який передбачає, що стан системи в будь-який момент часу  $T_n$  обумовлений її станом в момент часу  $T_{n-1}$ , і, в свою чергу, обумовлює її стан  $T_{n+1}$ . Якщо рівноважний стан системи порушено, перехід системи зі стану, що відповідає моменту  $T_n$ , в стан, що відповідає  $T_{n+1}$ , розглядається не як результат однозначного причинно-наслідкового зв'язку, але як інтегральний підсумок перетину різних тенденцій...». «При віддаленні від рівноваги система досягає так званого порога стійкості, за яким для системи відкривається кілька можливих гілок розвитку. Момент досягнення порогу стійкості називається точкою біфуркації».

Наведені положення легко можна адаптувати до процесів календарного планування. Якщо календарний план розробляється на детермінованій основі,

то вочевидь усі строки виконання як окремої роботи, так і системи робіт є однозначно визначеними. У наш час більшість будівельних планів розробляються на детермінованій основі.

Інакше коли календарний план розробляється з урахуванням ймовірнісних факторів впливу, таких як коливання інтенсивності виконання робіт, обумовлені індивідуальними особливостями виконавців, зовнішні фактори, які у сукупності приводять до непередбачених, на етапі розробки плану, затримок - це несвоєчасні поставки матеріалів, погодні умови, інші організаційно-технологічні причини.

Вочевидь, що на етапі розробки календарного плану заздалегідь передбачити появу усіх цих випадкових факторів неможливо, однак необхідно оцінити їх вплив на показники за етапами реалізації плану. Це дозволить у процесі виконання робіт заздалегідь визначити періоди, коли найбільш вірогідні прояви негативних ситуацій у плані виконання робіт.

Існуючі методики дозволяють враховувати при розробці календарних планів ймовірність завершення робіт у планові строки і досягнення розрахункових показників ефективності. Але такий підхід мало в чому відрізняється від детермінованого, тому що він також однозначний, тільки додатково вказується ймовірність виконання робіт до даного строку.

Більш повна картина буде мати місце, коли визначити накопичування невизначеності у виконанні як окремої роботи, так і плану в цілому, тоді можна буде розрахувати динаміку зміни невизначеності стану виробничої системи по окремим етапам плану з урахуванням закладених у ньому організаційно-технологічних рішень, а також, змінюючи ці організаційно-технологічні рішення, впливати на невизначеність системи, яка утворюється у процесі реалізації плану.

При виконанні певного об'єму робіт ймовірнісна складова в її оцінці з'являється, починаючи з моменту можливого (оптимістичного) строку її закінчення, коли реалізується можливість її виконання в даних умовах, і ця можливість вимірюється вірогідністю закінчення роботи. Рівень же

невизначеності формується на усьому відрізку часу від початку її виконання при оптимістичних умовах і завершенні в умовах впливу песимістичних факторів.

«Невизначеність» визначається таким поняттям, як різноманітність станів системи, які вона (система) може приймати без урахування вірогідності появи кожного з можливих станів, які і формують цю різноманітність. Також невизначеність розглядається як відсутність чи обмеженість інформації про щось.

У роботі [51] невизначеність розглядається як:

- міра інформації;
- можливість вибору альтернатив при прийнятті рішень;
- міра якості інформації і основа розрахунку ризику;
- природний обмежувач керованості системи і стабільності організаційно-економічної системи.

Терміни «невизначеність системи» і «різноманітність станів системи» часто вживаються як синоніми, але мірою «невизначеності» і зворотною до неї «визначеністю» є вірогідність ризику і надійності. У випадку, коли розглядається тільки кількість можливих станів системи, то коректніше вживати термін «різноманітність системи». Один із засновників кібернетики У.Р. Ешбі розглядав множину можливих станів системи як міру «різноманітності», яка складається з числа можливих станів системи, а також як логарифм цього числа при основі «2» [15, 139]:

$$R(x) = \log_2 n. \quad (3.1)$$

Кількість можливих станів системи ( $n$ ) визначається заданим рівнем точності розрахунку значення контрольованого параметру.

«В якості міри апріорної невизначеності системи в теорії інформації застосовується спеціальна характеристика, яка називається ентропією» [15]:

$$H(X) = \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i. \quad (3.2)$$

Принципова різниця між цими двома виразами полягає у тому, що ентропія враховує ймовірність знаходження системи у кожному з можливих станів. У той же час, різноманітність визначає кількість таких можливих станів.

Застосування ентропійної оцінки невизначеності зручно тому, що при об'єднанні незалежних систем (у якості яких будемо розглядати окремі роботи у складі календарного плану) їх ентропії додаються.

Типовою у календарному плануванні є ситуація, коли оцінюється ймовірність отримання певного результату виконання роботи чи робіт, що знаходиться в межах діапазону можливого стану  $X_{\min} \leq X \leq X_{\max}$ , тоді для застосування формул (3.1) та (3.2) потрібно встановити точність визначення цього параметру  $\Delta x$ , для того щоб розрахувати кількість можливих станів системи:

$$n = (X_{\max} - X_{\min}) / \Delta x.$$

В будівництві запроваджена і успішно використовується для оцінки календарних планів теорія організаційно-технологічної надійності. Одним із основних параметрів, що впливають на надійність, є діапазон можливих значень контрольованого параметру. При такому підході оцінюється надійність «кінцевого результату» діяльності організації по реалізації плану за певний проміжок часу.

Але, як відмічали вище, для цілей управління необхідно знати динаміку нарощування різноманітності станів системи за етапами реалізації плану, що дозволяє виділити етапи її пікового зростання і своєчасно, заздалегідь підготувати системою управління заходи з недопущення негативних наслідків.

На рис. 3.1 наведена графічна інтерпретація динаміки рівня різноманітності часу виконання окремої роботи об'ємом  $V_{пл}$ . 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. У межах цього часового діапазону можна визначити для кожного моменту часу  $t_i$  ( $t_0 \leq t_i \leq t_n$ ). Розраховується відповідний оптимістичний  $V_o^i = I_o t_i$  та песимістичний  $V_n^i = I_n t_i$  обсяг виконаних робіт.

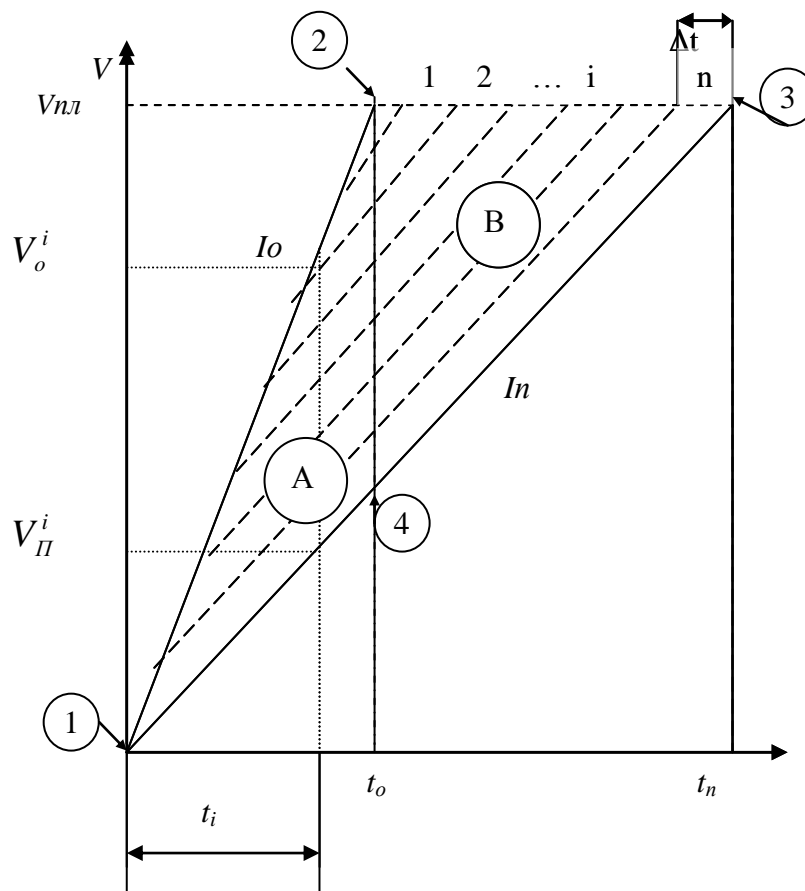


Рис. 3.1. Розрахункова схема визначення поточної різноманітності станів в процесі виконання окремої роботи (А, В – характерні зони; 1, 2, 3, 4 – межі зон)

Діапазон можливих станів системи виконання робіт у довільний час  $t_i$  визначається різницею  $(V_o^i - V_n^i)$  можливих станів системи. Кількість таких станів можна буде розрахувати тільки після встановлення точності визначення контрольованого параметру  $\Delta V$ . Визначення точності розрахунків є

суб'єктивним процесом, у нашому випадку будемо розраховувати  $\Delta V$  через значення середньоквадратичного відхилення часу виконання планового обсягу робіт. Для цього, у відповідності до відомого з теорії ймовірності правила «трьох сігм», визначають орієнтоване значення середньоквадратичного відхилення випадкової величини: беруть максимальне практично можливе відхилення від середнього і ділять на три. У нашому випадку беремо реальний діапазон можливих станів і ділимо його на шість, приймаючи у даному випадку точність визначення параметру на рівні середньоквадратичного відхилення.

$$\sigma_t = (t_o - t_{II})/6 = \frac{1}{6} \left( \frac{V_{nl}}{I_{II}} - \frac{V_{nl}}{I_o} \right) = \frac{V_{nl}}{6} \left( \frac{1}{I_{II}} - \frac{1}{I_o} \right). \quad (3.3)$$

Тоді остаточно, після нескладних перетворень, точність визначення виконаного об'єму робіт складе:

$$\Delta V = \sigma_t I_{II} = \frac{I_{II} \cdot V_{nl}}{6} \left( \frac{1}{I_{II}} - \frac{1}{I_o} \right). \quad (3.4)$$

У загальному випадку умови визначення підходу до розрахунку  $\Delta V$  можуть бути іншими і визначатися додатковими умовами аналізу, але одне правило залишається незмінним – це  $\Delta V = const$ , для усіх робіт календарного плану, які підпадають під аналіз на даному відрізку часу.

Виходячи з цього, кількість можливих станів системи виконання робіт на поточний час  $t_i$  складе:

$$H_i = (V_o^i - V_{II}^i) / \Delta V = (I_o t_i - I_{II} t_i) / \Delta V = 6 \cdot \left( \frac{t_i I_o}{V_{nl}} \right). \quad (3.5)$$

У відповідності до виразу (3.1), кількісна міра різноманітності поточного стану (на момент  $t_i$ ) виконання робіт складе:

$$R(V)_i = \log_2 \{t_i(I_o - I_{II})\} / \Delta V. \quad (0 \leq t_i \leq t_{II}). \quad (3.6)$$

Далі проведемо дослідження динаміки зміни міри різноманітності за етапами виконання окремої роботи, встановимо залежність  $R(V) = f(t)$ . Для цього визначимо характерні зони на графіку виконання роботи (рис. 3.1). Характерна зона визначається терміном часу, впродовж якого не відбуваються зміни у режимі виконання роботи.

Зона (А) обмежена точками 1-2-4, зона (В) – точками (2-3-4). Міра різноманітності для зони (А) розраховується за формулою (3.6), при значеннях параметру  $t_i$  у межах  $(0 \leq t_i \leq t_o)$ .

Для зони (В) розрахунок виконується за формулою:

$$R(V)_i = \log_2 (V_{nl} - I_{II} t_i) / \Delta V., \quad \left( \frac{V_{nl}}{I_o} \leq t_i \leq t_{II} \right). \quad (3.7)$$

Для того, щоб виключити з розрахунку  $R(V)$  від'ємні значення, число під логарифмом округляємо до цілого вниз. Гістограма розрахунку (додаток Б) наведена на рис. 3.3. Як видно з гістограми, на початку і в кінці значення параметру невизначеності дорівнює нулю, хоча робота у цей період виконується, ці зони нечутливості залежать від вибраного значення точності розрахунків, а саме  $\Delta V$ , чим точніші вимоги до розрахунків, тим  $\Delta V \rightarrow \min$  і відповідно зменшуються періоди «нечутливості» у режимі виконання роботи.

У даному випадку ми визначаємо різноманітність системи, а не ентропію, бо як впливає з положень теорії ймовірностей, для розрахунку ентропії треба враховувати імовірність кожного стану, в якому можливе перебування системи. Для цілей наших досліджень обмежимося розрахунками різноманітності станів системи.

Логіка послідовності виконання розрахунків представлена у вигляді блок-схеми (рис. 3.2).

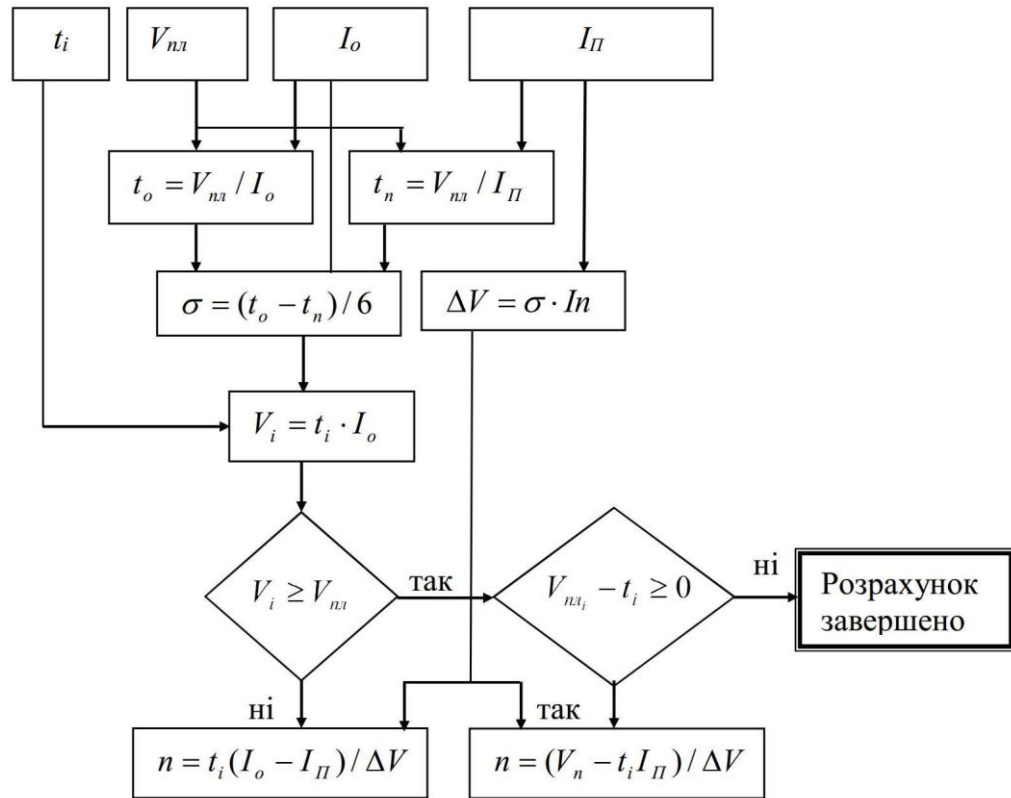


Рис. 3.2. Блок-схема розрахунку різноманітності станів за етапами виконання окремої роботи фіксованого об’єму

Гістограма має симетричний вигляд, оскільки розглядається один інтервал її виконання обмеженого об’єму робіт з однаковими інтенсивностями.

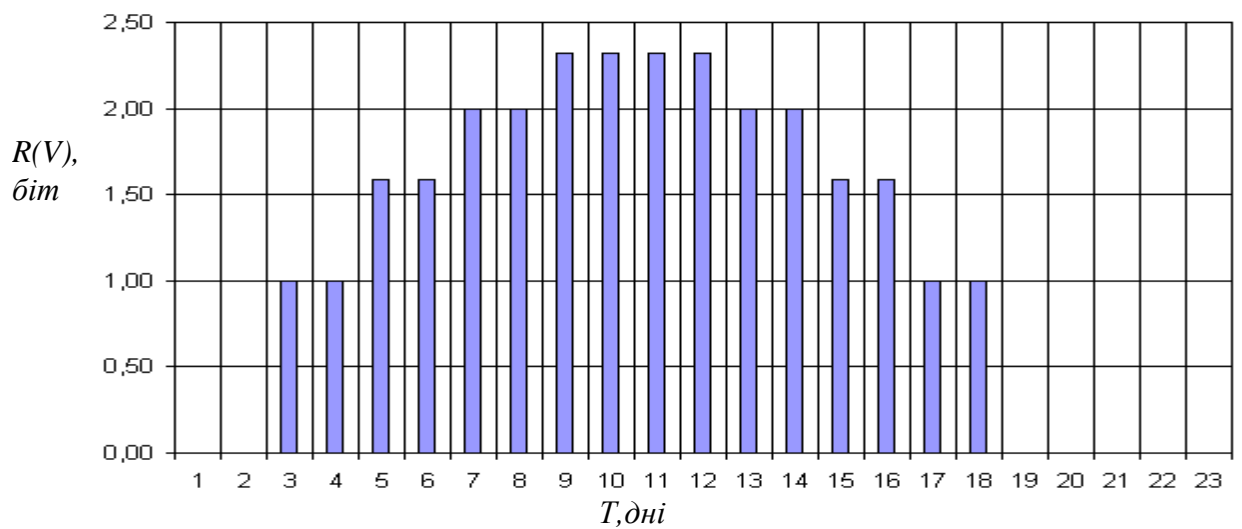


Рис. 3.3 Гістограма динаміки різноманітності станів виконання окремої роботи  $R(V)$  – різноманітність станів роботи



Визначившись з основними підходами до розрахунку різноманітності станів окремої роботи фіксованого об'єму, перейдемо до розгляду більш складної ситуації, яка є типовою у календарному плануванні робіт, а саме: виконання окремої роботи на декількох послідовних захватках.

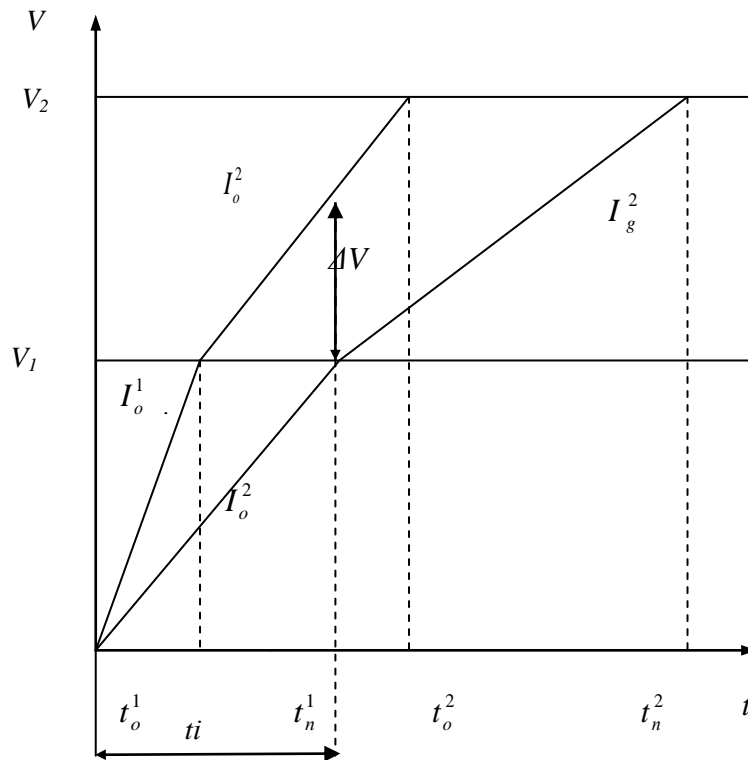


Рис. 3.4. Розрахункова схема визначення поточної різноманітності станів в процесі виконання окремої роботи на суміжних захватках

Для загального випадку розрахунку різноманітності станів роботи, яка послідовно виконується на захватках, треба розробити універсальний алгоритм, оскільки підхід з визначенням характерних зон у цьому випадку стає трудомістким і незручним. Підхід базується на розрахунку поточного об'єму виконання робіт окремо в припущенні про оптимістичну ситуацію (припускається, що роботи по усім захваткам виконуються з оптимістичною інтенсивністю  $V_{ii}^o$ ) і окремо у припущенні, що роботи виконуються з песимістичною інтенсивністю  $V_{ii}^n$ .

$$V_{ii}^O = \sum_{j=1}^{j=(n-1)} V_j^O + I_j^O \left( t_i - \sum_{j=1}^{j=(n-1)} t_j^O \right), \quad (3.8)$$

$$V_{ii}^{\Pi} = \sum_{j=1}^{j=(n-1)} V_j^{\Pi} + I_j^{\Pi} \left( t_i - \sum_{j=1}^{j=(n-1)} t_j^{\Pi} \right), \quad (3.9)$$

$$H_i = (V_{ii}^O - V_{ii}^{\Pi}) / \Delta V. \quad (3.10)$$

У цих розрахунках параметр точності  $\Delta V$  розраховується за параметрами розподілу часу закінчення роботи на останній захватці. За цією методикою був виконаний розрахунок динаміки різноманітності станів роботи (додаток В). Циклограма результатів розрахунку наведена на рис. 3.5.

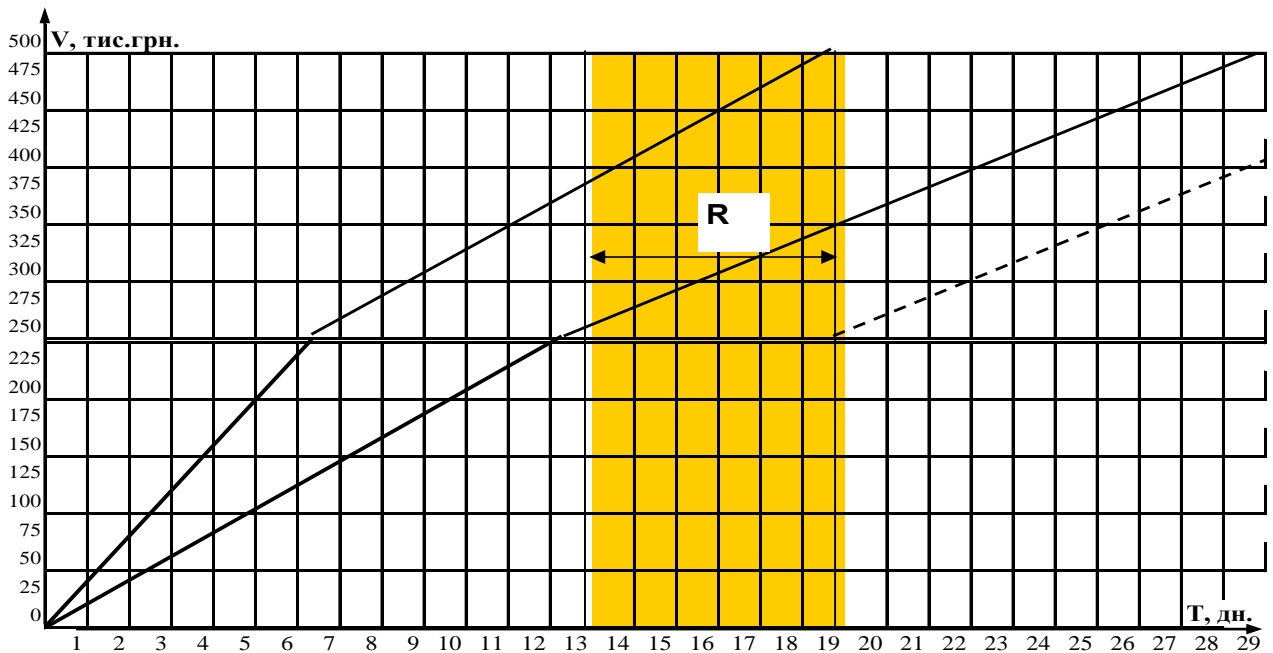


Рис. 3.5. Циклограма виконання роботи на суміжних захватках (пунктиром вказаний варіант коригування пізніх строків виконання роботи)

Гістограми цього прикладу наведені на рис. 3.6, 3.7. Як видно, проміжку часу від 14 до 19 днів відповідає зростання інтенсивності різноманітності стану.

Спроба уникнути такого зростання за допомогою додаткового резерву часу ( $R$ ) (рис. 3.5) по пізніх строках виконання роботи, які визначаються

песимістичною інтенсивністю (за аналогією з коригуванням графіку за критерієм рівномірності споживання ресурсів), не дала заданого результату. Навпаки, не тільки відповідно зріс термін виконання робіт, але в цьому проміжку часу суттєво зріс рівень різноманітності, що свідчить про відсутність аналогії з відомими методами коригування графіків, то є об'єктивна особливість графіку, з якою треба рахуватись при розробці плану її виконання, враховуючи, що в цей період можливі параметричні відмови, до яких слід завчасно підготуватись.

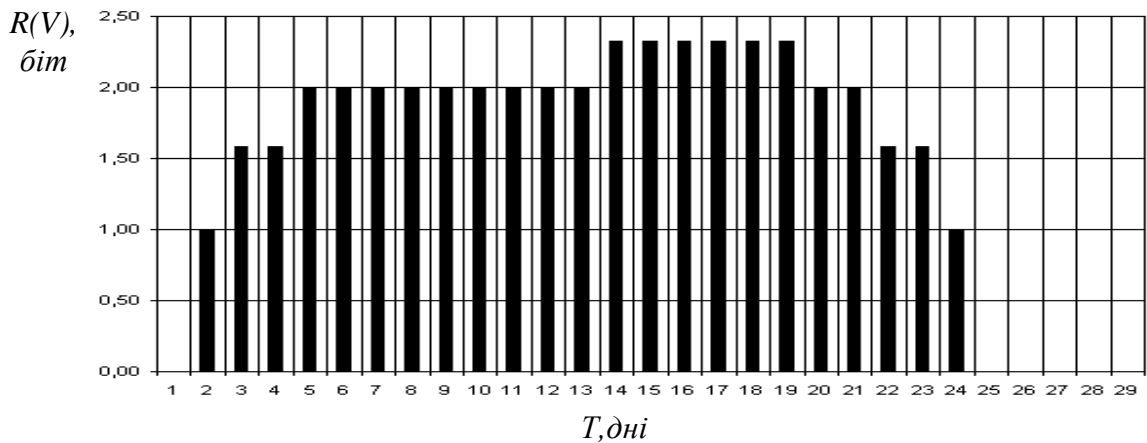


Рис. 3.6. Гістограма динаміки різноманітності станів (випукла траєкторія)

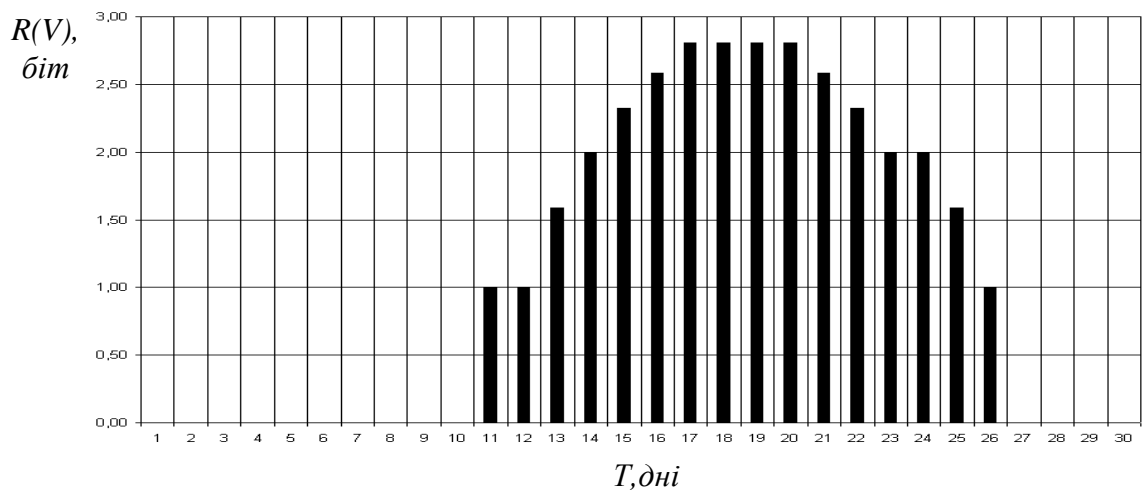


Рис. 3.7. Гістограма динаміки різноманітності станів (прогнута траєкторія)

Порівняння побудованих діаграм (рис. 3.6, рис. 3.7) свідчить про помітну між ними розбіжність:

1. Максимальний рівень різноманітності для прогнutoї траєкторії складає 2,81, а для випуклої траєкторії дорівнює 2,32 біт;
2. Зона початкової нечутливості відповідно для прогнutoї траєкторії - 10 днів, для випуклої складає всього 1 день.

Наведені порівняння свідчать, що очевидні переваги випуклої траєкторії виконання робіт. Аналогічний висновок був зроблений у роботах [10, 62], але він отриманий на підставі аналізу резервів часу по відношенню до прямолінійної траєкторії (графіку виконання робіт).

Очевидно, що таке рішення з організації виконання робіт доцільно застосовувати до провідних процесів і будівельно-монтажних робіт, які знаходяться на критичному шляху.

### **3.2 Визначення поточної різноманітності станів виконання системи робіт**

Розглянемо особливості розрахунку станів різноманітності для системи робіт, які в календарному плані знаходяться в організаційно-технологічному зв'язку паралельно-послідовного виконання. Для забезпечення порівняння результатів розрахунку різноманітності по різних роботах, як і в попередньому випадку, параметр точності  $\Delta V$  приймається однаковим для усіх  $\sum \log_2 n = 3,9$  робіт календарного плану.

З теорії ймовірностей відомо, що при об'єднанні незалежних систем (в якості яких розглядаються паралельні роботи) їх ентропії складаються. Якщо аналізувати наведені вище формули (2.5, 2.6), то можемо помітити, що для отримання сумарної міри різноманітності потрібно додавати окремі міри по кожній роботі. Розглянемо це на прикладі (табл. 3.1).

**Особливості розрахунку різноманітності двох паралельних робіт**

Робота	Кількість робіт, $n$	$\text{Log}_2 n$
А	3	1,6
В	5	2,3
$\sum n=8$		$\sum \text{Log}_2 n=3,9$
		$\text{Log}_2 \sum n =3,0$

Як видно з табл. 3.1,  $\text{Log}_2 n > \text{Log}_2 \sum n$  сума логарифмів числа можливих станів кожної роботи є більшою за логарифм їх суми, відповідно у правій частині цієї нерівності не враховується певна додаткова міра різноманітності, яка не проявляє себе при аналізі окремої роботи, а з'являється при їх об'єднанні. Для з'ясування цього ефекту застосовуємо правило додатку з теорії комбінаторики. Якщо робота А у поточний момент часу може знаходитись в  $n_A$  станах, а робота В відповідно у  $n_B$  станах, то усі можливі комбінації можуть бути реалізовані в  $n_A \cdot n_B$  станах.

Повертаючись до розглянутого прикладу (табл. 3.1), маємо:

$$n_{(A,B)} = 3 \cdot 5 = 15, \text{Log}_2(15) = 3,9.$$

Таким чином, при накладанні паралельних робіт додаються нові стани, пов'язані з додатковими можливими комбінаціями станів робіт, які виконуються одночасно. Розглянемо цю ситуацію окремо. Представимо графічну інтерпретацію в зведеній матриці можливих станів системи двох паралельних робіт на рис. 3.8.

Таким чином, робимо важливий висновок, що показник міри різноманітності системи паралельних робіт зростає більш інтенсивно, ніж проста сума їх станів. Сума станів системи більша, ніж проста сума станів окремих робіт. Це обумовлене можливою комбінацією кожного окремого стану однієї роботи зі всіма станами іншої паралельної роботи. Розглянута особливість визначення різноманітності паралельних робіт дає підстави

говорити про додатковий ефект у системі робіт - певний від'ємний синергетичний ефект.



Рис. 3.8. Об'єднання станів двох паралельних робіт

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. Процес коригування календарного плану у цьому випадку аналогічний відомим засобам коригування плану за критерієм рівномірності споживання ресурсів. Подібні коригування дозволяють зменшити у можливих межах міру різноманітності у критичні періоди виконання плану, а також наперед визначити ці період, що дозволить системі управління заздалегідь підготуватись до них з метою своєчасної нейтралізації можливих негативних наслідків (детальніше у розділі 4).

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

$$\sum_{i=1}^n R(V_i) \rightarrow \min. \quad (3.11)$$

Даний критерій може бути забезпечений при умовах:

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 з високим рівнем організації праці з використанням сучасної високопродуктивної техніки.

### **3.3 Розрахунок рівня різноманітності станів для циклограмних моделей та лінійних графіків**

За даною методикою був виконаний розрахунок міри різноманітності для двох робіт, виконання яких заплановано потоковим методом на двох захватках. Розрахунок міри різноманітності виконувався окремо для кожної роботи, що потім, для отримання підсумкового результату, вони підсумовувались. Значення точності визначення різноманітності  $\Delta V$  розраховувалось за параметрами розподілу часу завершення останньої роботи.

Наступним важливим питанням при проектуванні поточного будівництва на основі циклограмних моделей є взаємоув'язка суміжних потоків. Ці питання досліджувались у роботі [62]. Зупинимось на варіанті, коли критичне зближення суміжних потоків відбувається з урахуванням траєкторії, яка відповідає прийнятому рівню надійності досягнення кінцевого результату для попередньої роботи і оптимістичній траєкторії для наступної роботи.

Умова критичного зближення при таких обмеженнях буде мати вигляд (рис. 3.9).

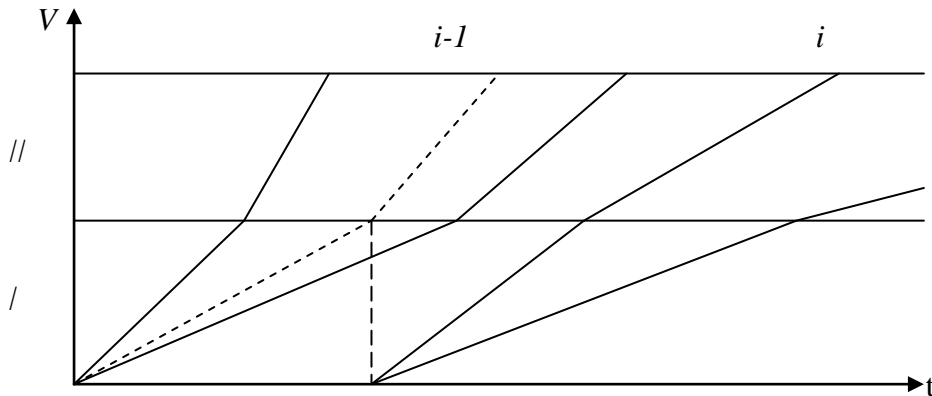


Рис. 3.9. Критичне зближення двох суміжних потоків

За даною методикою був виконаний розрахунок параметрів різноманітності станів системи з двох робіт (додаток Е). Вихідні дані для розрахунку наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

### Розрахунок часових параметрів

Захв.	Робота А					Робота В				
	V	I <sub>o</sub>	I <sub>сер.</sub>	I <sub>N</sub>	I <sub>п</sub>	V	I <sub>o</sub>	I <sub>сер.</sub>	I <sub>N</sub>	I <sub>п</sub>
1	250	40	30	25	20	250	20	17,5	16,8	15
2	250	20	17,5	16,25	15	250	40	30	25	20

#### Розрахунок часових параметрів робіт

а) за середньою інтенсивністю робіт

	А		В	
	поч.	закін	поч.	закін
1	0	8,3	8,3	22,619
2	8,3	23	23	30,9524

б) за інтенсивністю  $IN$ , яка забезпечує надійність  $N=0,75$

	А		В	
	поч.	закін	поч.	закін
1	0	10	10	24,9
2	10	25,4	24,9	34,9

Розрахунок для роботи А показаний у таблиці 3.3.



$$t_{i(j-1)}^{N(ок)} = t_{i,j}^{PH}, \quad (3.12)$$

де  $i$  – вид роботи ( $i=1,2,\dots, n$ );

$j$  – номер захватки ( $j=1,2,\dots, m$ );

$t_{i(j-1)}^{N(ок)}$  – час закінчення попередньої роботи з вірогідністю  $N$  на  $i$ -ій захватці;  $t_{i,j}^{PH}$  – ранній строк початку виконання роботи  $j$  на  $i$ -ій захватці.

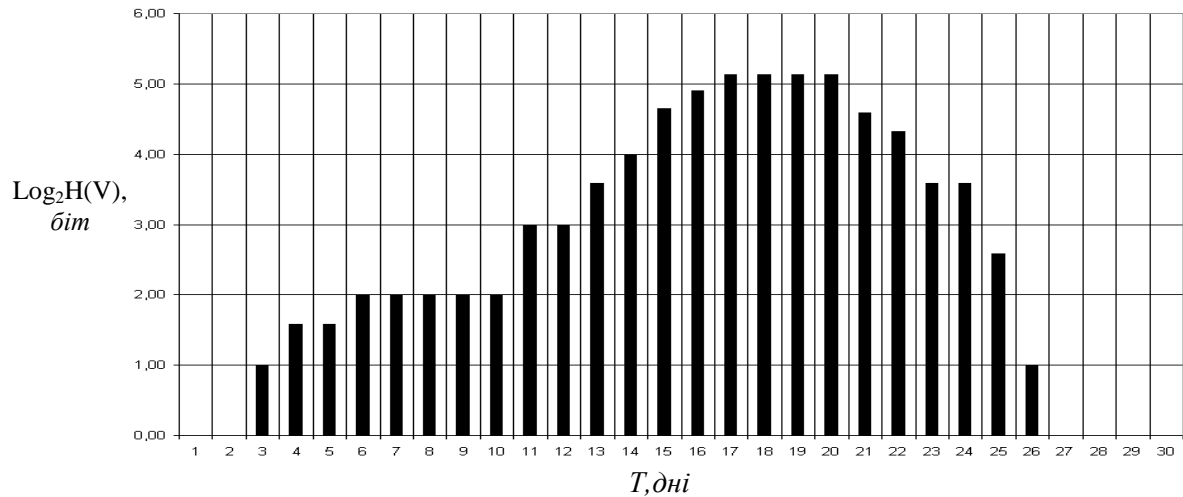
Таблиця 3.3

**Розрахунок динаміки рівня різноманітності виконання робіт**

$t_i$	$V_o$	$V_{II}$	$V_o - V_{II}$	$(V_o - V_{II}) / \Delta V$		$\text{Log}_2 H(V)$
1	40	20	20	0,8	0	
2	80	40	40	1,5	1	0,00
3	120	60	60	2,3	2	1,00
4	160	80	80	3,1	3	1,58
5	200	100	100	3,8	3	1,58
6	240	120	120	4,6	4	2,00
7	260	140	120	4,6	4	2,00
8	280	160	120	4,6	4	2,00
9	300	180	120	4,6	4	2,00
10	320	200	120	4,6	4	2,00
11	340	220	120	4,6	4	2,00
12	360	240	120	4,6	4	2,00
13	380	255	125	4,8	4	2,00
14	400	270	130	5,0	4	2,00
15	420	285	135	5,2	5	2,32
16	440	300	140	5,4	5	2,32
17	460	315	145	5,6	5	2,32
18	480	330	150	5,8	5	2,32
19	500	345	155	6,0	5	2,32
20	500	360	140	5,4	5	2,32
21	500	375	125	4,8	4	2,00
22	500	390	110	4,2	4	2,00
23	500	405	95	3,6	3	1,58
24	500	420	80	3,1	3	1,58
25	500	435	65	2,5	2	1,00
26	500	450	50	1,9	1	0,00
27	500	465	35	1,3	1	0,00
28	500	480	20	0,8	0	
29	500	495	5	0,2	0	
30	500	510	0	0,0	0	

На підставі розрахунків, наведених у додатках В, Д, побудовані гістограми рівня різноманітності для різних варіантів взаємозв'язку робіт і суміжних потоків (рис. 3.10).

А)



В)

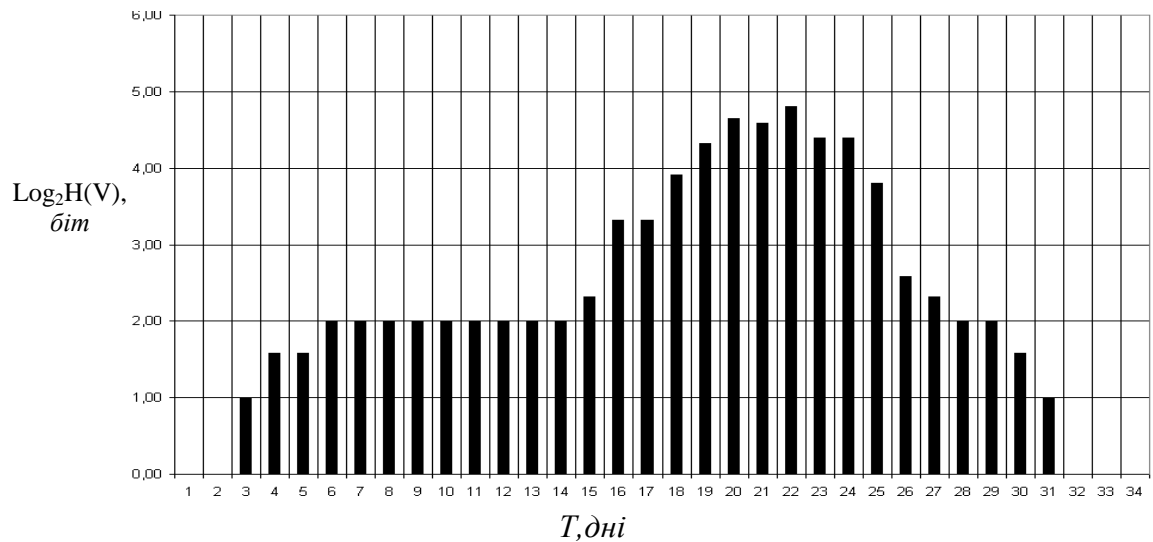


Рис. 3.10. Динаміка різноманітності для різних схем взаємозв'язку суміжних потоків: а) за середньою інтенсивністю виконання робіт; в) за інтенсивністю, яка відповідає рівню надійності  $N=0,75$ .

Аналіз даних рис. 3.10 показує суттєвий вплив способу взаємоув'язки суміжних потоків на рівномірність та середнє значення амплітуд стану різноманітності за етапами виконання робіт, це свідчить, що є можливість впливати на стан невизначеності системи робіт завдяки організаційно-технологічним рішенням. Використовуючи дану методику, було проведено моделювання процесів виконання робіт при взаємоув'язці суміжних робіт, що забезпечують різний рівень надійності кінцевого результату (завершення робіт у плановий строк). Результати цього моделювання наведені на рис. 3.11.

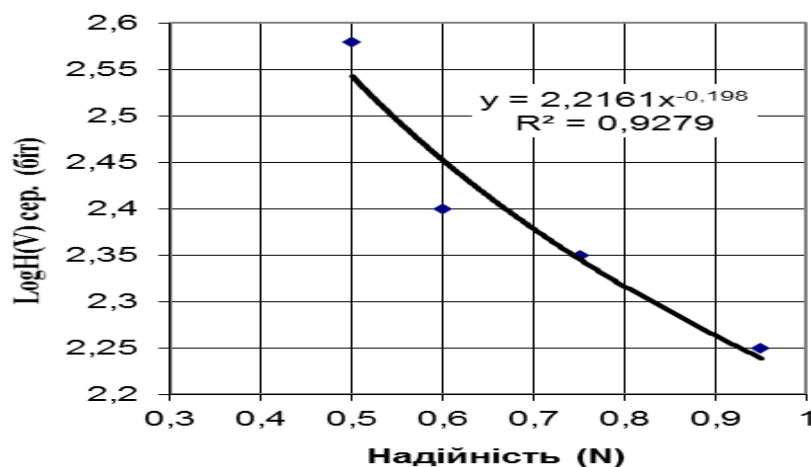


Рис. 3.11. Залежність середніх значень амплітуд стану різноманітності від рівня надійності

Результати моделювання показали вагомую залежність між параметрами, що досліджуються.

Лінійний графік, чи графік Ганта, достатньо широко застосовується як різновид організаційно-технологічних моделей у календарному плануванні будівельних проектів, частіше у складі проекту організації будівництва (ПОБ), а також у інвестиційних планах різних проектів.

Основною особливістю цих графіків є їх простота, яка досягається відсутністю додаткових (проміжних) елементів, як у циклограмах та сітьових графіках, частіше за усе кожна робота у такому графіку визначається початком і закінченням. Початок, кінець і довжина відрізка на шкалі часу відповідають початку і тривалості роботи.

Роб.	Параметри роботи					час (t) дні																								
	V	I <sub>o</sub>	I <sub>п</sub>	t <sub>o</sub>	t <sub>п</sub>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
А	200	40	28	5	7	V <sub>o</sub>	40	80	120	160	200	200	200																	
						V <sub>п</sub>	28	56	84	112	140	168	200																	
						V <sub>o</sub> -V <sub>п</sub>	12	24	36	48	60	32	0																	
						H(V)	1	2	4	5	6	3	0																	
						Log <sub>2</sub> H(V)	0,3	1,3	1,8	2,3	2,6	1,7																		
В	300	70	55	4	5	V <sub>o</sub>						70	140	210	280	300	300	300	300											
						V <sub>п</sub>								55	110	165	220	275	300											
						V <sub>o</sub> -V <sub>п</sub>						70	140	155	170	135	80	25	0											
						H(V)						7	14	16	17	14	8	2,5	0											
						Log <sub>2</sub> H(V)						2,8	3,8	4,0	4,1	3,8	3,0	1,3												
С	125	30	25	4	5	V <sub>o</sub>											30	60	90	120	125	125	125	125						
						V <sub>п</sub>																	25	50	75	100	125			
						V <sub>o</sub> -V <sub>п</sub>																	30	60	90	95	75	50	25	0
						H(V)																	3	6	9	9,5	7,5	5	2,5	0
						Log <sub>2</sub> H(V)																	1,6	2,6	3,2	3,2	2,9	2,3	1,3	
625						mw	34,7																							
						σ <sub>w</sub>	10																							
						тн	0,0	0,2	0,3	0,4	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	0,5	0,6	0,5	0,4	0,2	0,0						
							22,4	4,7	3,2	2,6	2,3	1,3	1,5	1,5	1,4	1,6	1,3	1,5	1,9	1,8	2,0	2,5	4,4							

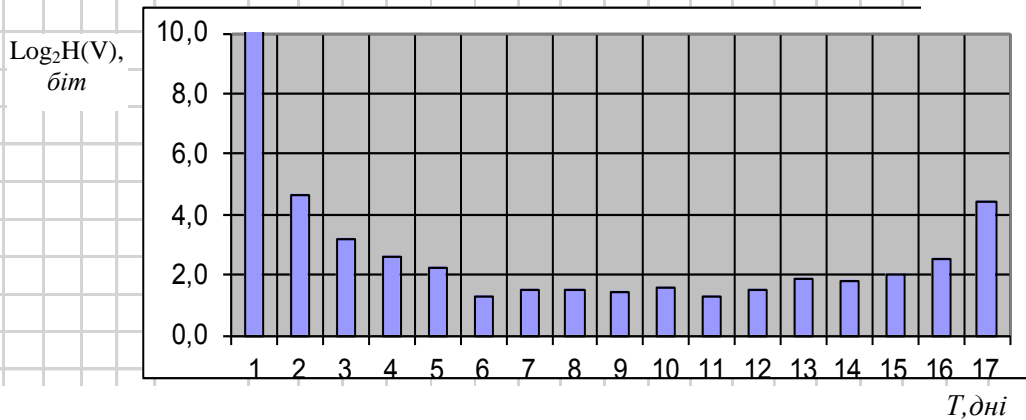
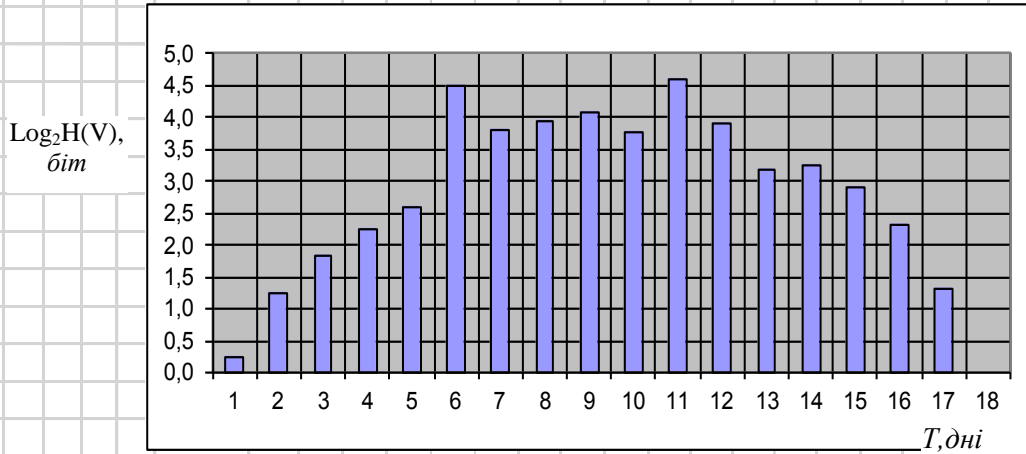


Рис. 3.12. Аналіз рівня управлінської реалізованості для різних варіантів організаційно-технологічних робіт

За цих обставин, розрахунок різноманітності станів дещо спрощується, оскільки взаємозв'язка робіт виконується з початку виконання без деталізації до окремих частин, як у циклограмах за захватками. Для врахування особливостей відображення вихідної інформації, потрібної для розрахунку рівня різноманітності за окремими етапами виконання кожної роботи, на графіку роботи позначаються оптимістичні та песимістичні строки виконання відповідно до граничних меж діапазону інтенсивностей її виконання.

Рационалізація гістограми динаміки станів системи проводиться за критерієм рівномірності по усьому періоду календарного плану, а також ліквідація ділянок, для яких спостерігається різке зростання різноманітності системи робіт.

Аналіз цих досліджень показує значний вплив організаційно-технологічних рішень, які реалізовані у календарному плані виконання робіт, а саме топології взаємозв'язку між роботами, на рівень різноманітності станів системи, на відміну від попередніх досліджень терміну напрацювання до появи масових відмов, на який основний вплив здійснювали особливості виконавця. Таким чином, ці дослідження доповнюють одне одного і дозволяють комплексно аналізувати параметри коригування календарного плану, враховуючи як особливості кожного виконавця роботи, так і особливості побудови графіку виконання робіт.

### **Висновки до розділу 3**

1. Зниження надійності виконання планових завдань при збільшенні терміну планування пов'язано з накопичуванням у часі факторів ризику; поточний стан системи характеризується таким поняттям, як «невизначеність». Кількісною мірою невизначеності пропонується прийняти різноманітність станів системи. Запропонований підхід дозволяє враховувати наростання розрегулювання процесу у часі.

2. Доведена обґрунтованість застосування терміну «невизначеність» для характеристики поточного стану виконання робіт, кількісною мірою якої є логарифм по основі 2, по відношенню до числа можливих станів системи.

3. На базі запропонованої розрахункової схеми отримана формула визначення точності різноманітності станів у процесі виконання окремої роботи, на базі якої будується гістограма динаміки різноманітності станів за етапами виконання роботи.

4. Встановлені особливості розрахунку підсумкових значень станів різноманітності для системи робіт у складі календарного плану, побудованого на базі різних типів організаційно-технологічних моделей.

5. Доведено, що показник міри різноманітності паралельних робіт зростає більш інтенсивно, ніж проста сума їх станів.

6. Аналіз результатів досліджень показує значний вплив організаційно-технологічних рішень, які реалізовані у календарному плані виконання робіт, а саме: топологія взаємозв'язку між роботами, на рівень різноманітності станів системи.

## РОЗДІЛ 4

### ВПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДИКИ У ПРАКТИКУ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУВАННЯ ЗВЕДЕННЯ ОБ'ЄКТУ БУДІВНИЦТВА

#### **4.1 «Дерево відмов» у системі факторів оцінки реалізованості календарного плану**

Збалансований за факторами реалізованості календарний план на стадії його розробки ще не гарантує відсутність зривів режимів виконання у процесі його реалізації. Таким чином, «реалізованість» також є ймовірнісною категорією, що відображає сукупний вплив факторів ризику. У відповідності до цього виникає задача оцінки кожного з факторів з позицій ймовірності появи небажаних подій. Більш розгорнуте дослідження реалізованості плану передбачає оцінювання не тільки параметрів самого плану, але і враховування особливостей виконавців окремих робіт (досягнуті ними показники продуктивності праці, розбіжність між максимальною та мінімальною продуктивністю тощо), а також системи управління у її спроможності оперативної, адекватної та ефективно реагувати на збійні ситуації, які виникають у процесі виконання плану.

Традиційно аналіз реалізованості плану проводять на етапі його розробки, балансуєчи ресурсні та інші потреби плану з можливостями їх забезпечення. Але в процесі реалізації деякі сподівання відносно певних ресурсів можуть змінитись, тим самим порушуючи забезпечений на етапі розробки плану «баланс», тому виникає потреба проводити періодично аналіз поточної реалізованості. Вочевидь цей аналіз проводиться по відношенню до майбутньої частини календарного плану. У підрозділі 1.4 наведені основні фактори реалізованості, за якими оцінюється календарний план, але вони наводяться без визначення їх пріоритетності. Якщо, як було зазначено вище, оцінка реалізованості повинна проводитись періодично, то відповідним чином

повинна бути визначена структура управління цим процесом у системі факторів. У якості суб'єкта управління визначаємо фактор управлінської реалізованості, який показує спроможність системи управління забезпечити реалізацію інших факторів (як об'єкт управління), які, безумовно, знаходяться у системному взаємозв'язку. На основі такого підходу побудована ієрархічна схема факторів реалізованості будівельних проектів (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Ієрархія факторів реалізованості

У відповідності до системного підходу в оцінці реалізованості, усі фактори, а також ознаки за кожним із них, знаходяться у причинно-наслідковому зв'язку між собою і негативні впливи зовнішнього та внутрішнього середовища по кожній ознаці мають відгук на відповідний фактор, а останній, у свою чергу, на оцінку реалізованості плану у цілому (рис. 4.2).

Для формування переліку ознак за кожним фактором було виконано експертне опитування лінійних керівників, диспетчерів, керівників підрядної організації та робітників планово-договірного відділу та фінансової служби замовника. До основних ознак були включені ті, які мали найбільшу частоту згадування, інші виключались із огляду як несуттєві.



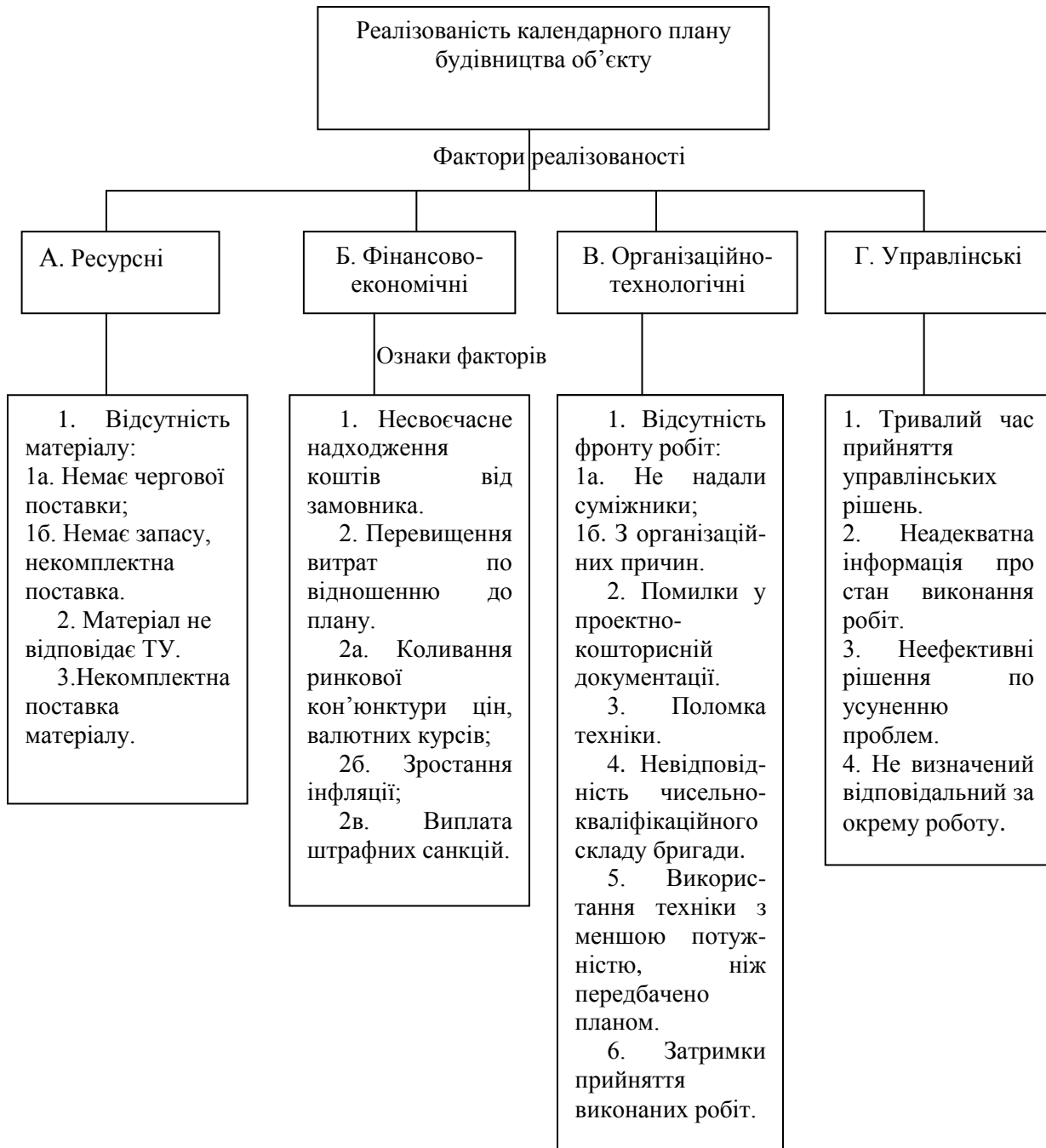


Рис. 4.2. Класифікація факторів реалізованості

Для виконання кількісної оцінки впливу окремої ознаки на кінцевий рівень реалізованості календарного плану доцільно використати методичний підхід побудови «дерева відмов».

Використання «дерева відмов», як методу структурного аналізу системи факторів і ознак реалізованості, дозволяє кількісно визначити вплив окремої ознаки на реалізованість плану у цілому, це дозволить обґрунтовано їх

упорядкувати за «силою» впливу. Для цього застосуємо можливості діаграми Парето.

Діаграма Парето – це стовпчаста діаграма, на якій інтервали впорядковані за низхідною лінією. Висота інтервалів відповідає частоті появи відповідної ознаки. Використання цієї діаграми дозволяє виявити найбільш значущі чинники впливу, це дає можливість встановити пріоритет діям, необхідним для підвищення рівня реалізованості плану в цілому. Ця діаграма дозволяє відокремити важливі фактори від малозначущих та несуттєвих. Як відомо, правило Парето визначає, що 80 відсотків корисного ефекту приносить 20 відсотків причин.

При побудові «дерева відмов» будемо використовувати чотири базові умовні позначки [5, 49, 60] (рис. 4.3). Логічні символи пов'язують події відповідно до причинно-наслідкового зв'язку між ними. Логічний знак може мати один або декілька входів, але тільки один вихід.

*Логічний символ «I».* Вихідна подія настає, коли виконані усі входні події.

*Логічний знак «АБО».* Вихідна подія настає, коли відбулась хоча б одна подія на вході.

При побудові «дерева відмов» враховуються тільки ті ознаки, які визначаються як основні.

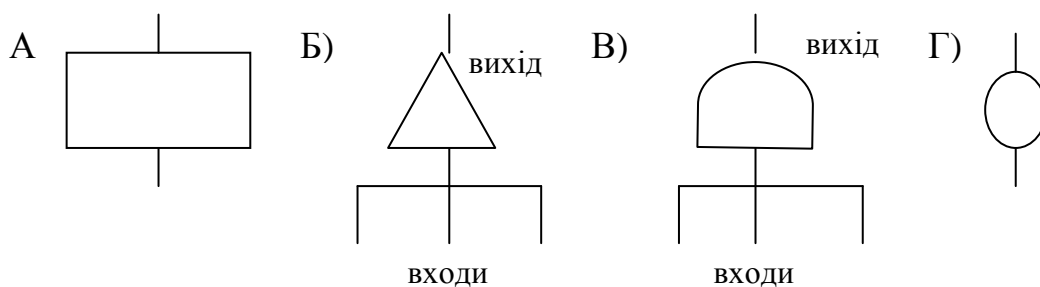


Рис. 4.3. Основні логічні знаки, які використовуються при побудові «дерева відмов»: А) результуючий стан;  
 Б) логічний знак «АБО»; В) логічний знак «I»;  
 Г) первинна ознака.

Кожну ознаку відповідного фактору реалізованості будемо оцінювати вірогідністю її появи, у цьому випадку застосуємо відповідні формули розрахунку з теорії ймовірностей [22, 26]:

Логічному знаку «*I*» відповідає система з послідовним логічним з'єднанням елементів:

$$P(I) = \prod_{i=1}^n p_i. \quad (4.1)$$

Логічному знаку «*АБО*» відповідає система з паралельним логічним з'єднанням елементів:

$$P(АБО) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i). \quad (4.2)$$

На підставі аналізу взаємного впливу ознак на відповідний фактор і впливу факторів на оцінку реалізованості плану була побудована логічна блок-схема для оцінки надійності системи реалізованості календарного плану будівництва об'єкту з використанням методу побудови «дерева відмов» (рис. 4.4). Слід зазначити, що у даному випадку був вибраний варіант розрахунку надійності факторів і ознак, але може бути використаний і варіант розрахунку відмов.

Враховуючи логіку взаємозв'язку (рис. 4.4) та формули (4.1, 4.2), отримуємо формулу розрахунку надійності реалізованості плану.

Надійність за фактором ресурсної реалізованості *GA*:

$$P_{GA} = 1 - (1 - P_{GA1})(1 - P_{2A})(1 - P_{3A}); \quad P_{GA1} = P_{1a}P_{1b}; \\ P_{GA} = 1 - [1 - (P_{1a}P_{1b})](1 - P_{2A})(1 - P_{3A}).$$

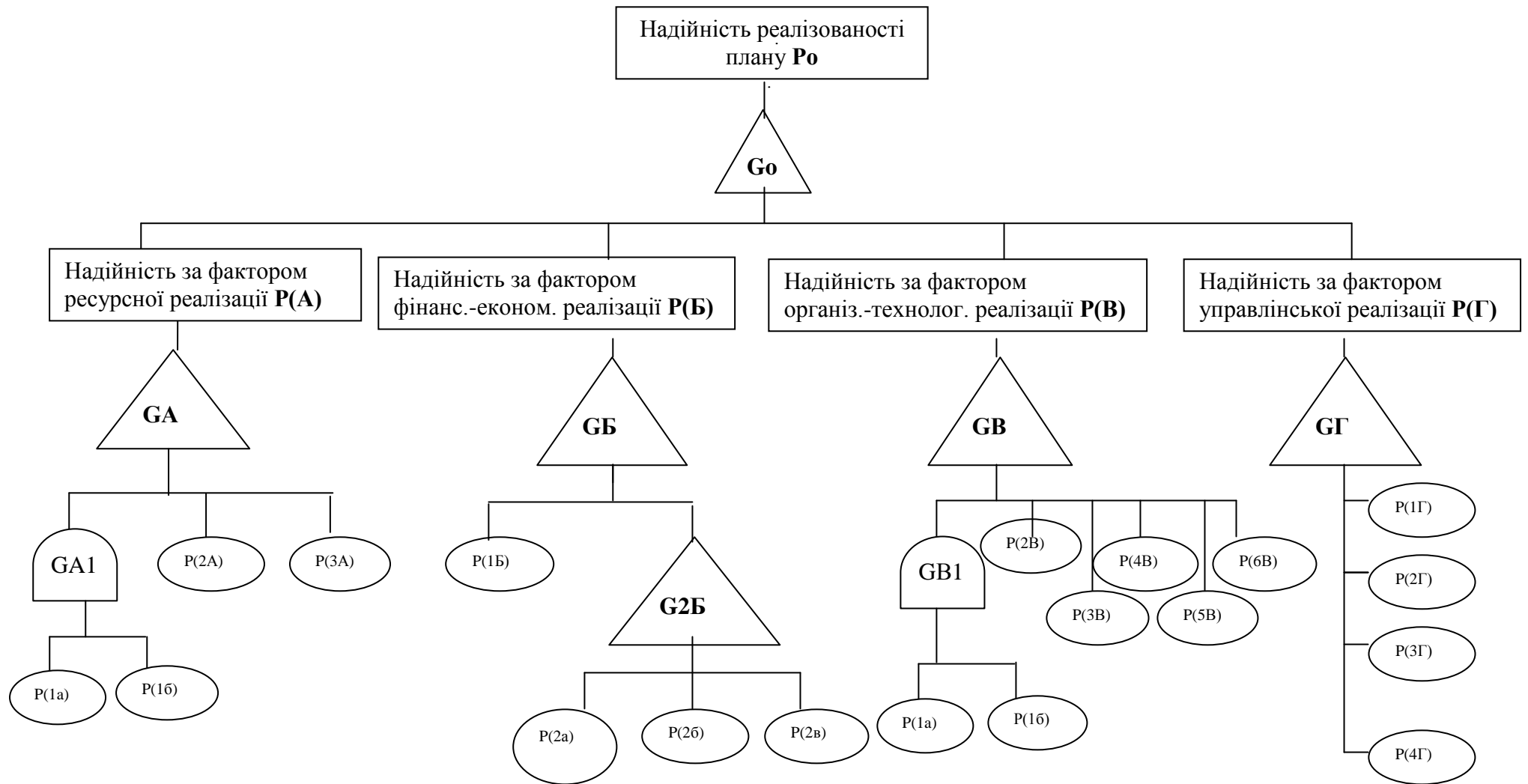


Рис. 4.4. «Дерево відмов» в розрахунку надійності реалізованості плану

Надійність за фактором фінансово-економічної реалізованості GB:

$$P_{GB} = 1 - (1 - P_{1B})(1 - P_{G2B}) = 1 - (1 - P_{2B}) \{1 - [(1 - P_{2a})(1 - P_{2b})(1 - P_{2c})]\};$$

$$P_{G2B} = 1 - (1 - P_{2a})(1 - P_{2b})(1 - P_{2c}).$$

Надійність за фактором організаційно-технологічної реалізованості GB:

$$P_{GB} = 1 - (1 - P_{GB1})(1 - P_{2B})(1 - P_{3B})(1 - P_{4B})(1 - P_{5B})(1 - P_{6B}); \quad P_{GB1} = P_{1a}P_{1b}.$$

Надійність за фактором управлінської реалізованості GГ:

$$P_{GГ} = 1 - (1 - P_{1Г})(1 - P_{2Г})(1 - P_{3Г})(1 - P_{4Г}).$$

Підсумкова надійність реалізованості плану:

$$Go = 1 - (1 - GA)(1 - GB)(1 - GB)(1 - GГ).$$

У наведених формулах параметр  $P_i$  відображає надійність певної ознаки певного фактору реалізованості.

Для визначення значень  $P_i$  використовувався метод експертних оцінок. Ці дані можна отримати шляхом проведення фотографії робочого дня, фіксуючи відмови системи за певними ознаками і час відновлення працездатності. Ми вибрали перший варіант як менш трудомісткий і достатній для цілей даних досліджень – підтвердити працездатність запропонованого підходу до оцінки поточної реалізованості проекту.

У якості експертів залучались лінійні керівники підрядної організації і керівники та функціональні служби замовника. Зведені дані наведені у таблиці 4.1.

## Розрахунок вагомості факторів реалізованості

Фактори та ознаки реалізованості	Код ознаки	Експерти						Сер.знач. хвил.	qi	pi	реалізованість за фактором А	
		1	2	3	4	5	6				відмова	надійність
<b>А. Ресурсні фактори (простої, хв)</b>	А											
1. Відсутність матеріалів.	A1											
1а. Немає чергової поставки.	A1a	15	9	10	12	15	8	11,50	0,024	0,976	0,017	0,983
1б. Немає запасу.	A1б	9	20	15	10	5	5	10,67	0,022	0,978		
2. Матеріал не відповідає ТУ.	A2	2	3	5	5	10	5	5,00	0,010	0,990		
3. Некомплектна поставка.	A3	4	2	3	3	2	5	3,17	0,007	0,993		
<b>Б. Фінансово-економічні фактори, %</b>	Б											
1. Несвоєчасне надходження коштів від замовника.	Б1	15	10	5	10	15	20		0,125	0,875	0,125	0,875
2. Перевищення витрат по відношенню до плану.	Б2											
2а. Коливання ринкової конюнктури цін.	Б2а	20	15	25	15	15	20		0,183	0,817		
2б. Зростання інфляції.	Б2б	14	14	17	17	18	15		0,158	0,842		
2в. Виплата штрафних санкцій.	Б2в	8	5	5	8	10	10		0,077	0,923		
<b>В. Організаційно-технологічні фактори.</b>	В											
1. Відсутність фронту робіт (простої, хв)	В1											
1а. Не надали суміжники.	В1а	5	4	4	5	10	5	5,50	0,011	0,989	0,107	0,893
1б. З організаційних причин.	В1б	3	5	2	3	3	5	3,50	0,007	0,993		
2. Помилки у ПКД, %	В2	5	3	3	5	2	2		0,033	0,967		
3. Поломка техніки.	В3	1	2	2	3	2	3		0,022	0,978		
4. Невідповідальність чисельно-кваліфікаційного складу бригади.	В4	1	1	1	2	2	3		0,017	0,983		
5. Використання техніки з меншою потужністю.	В5	1	2	1	1	2	2		0,015	0,985		
6. Затримки з прийняттям виконаних робіт.	В6	2	3	3	2	2	3		0,025	0,975		
<b>Г. Управлінські фактори, %</b>	Г											
1. Тривалий час прийняття рішень.	Г1	5	10	15	5	15	10		0,100	0,900	реалізованість за фактором Г	
2. Неадекватна інформація про стан виконання робіт.	Г2	15	15	10	5	8	8		0,102	0,898	0,269	0,731
3. Неефективні рішення по усуненню проблем.	Г3	10	10	5	5	5	5		0,067	0,933		
4. Не визначений відповідальний за окрему роботу.	Г4	2	5	3	2	2	5		0,032	0,968	<b>Загальна оцінка реалізованості плану</b>	
											<b>0,439</b>	<b>0,561</b>

Слід зауважити, що питання були сформульовані як визначення ризикової ситуації (вірогідність появи небажаної події)  $q_i$ . Враховуючи, що ризик та надійність доповнюють один одного до повної події, розрахунок надійності здійснювався за формулою  $p_i = 1 - q_i$ .

Експертам пропонувалось за певними позиціями записати термін не роботоспроможності, який викликає появу певної ознаки, яка припадає на одну робочу зміну (8 годин), по інших позиціям «простої» визначались як відсоток від робочого часу по відношенню до зміни.

Як свідчать розрахункові дані, наведені у табл. 4.1, найменшу надійність з перелічених факторів реалізованості має фактор управлінської реалізованості 0,731. Найбільша увага і в дослідженнях, і в розробці календарного плану приділяється питанням ресурсної реалізованості і, як наслідок, для даних умов надійність за цим фактором є найбільшою 0,983.

Відносно велика надійність і за фактором фінансово-економічним і організаційно-технологічним, відповідно 0,875 та 0,893. Але загальна надійність реалізованості плану за усіма факторами складає усього 0,561, що є вкрай недостатньою і дає відповідь на питання, чому планові і реально досягненні показники будівельних проектів мають велику розбіжність (як показано у табл. 4.1). Отримані результати підтверджують необхідність системного підходу до забезпечення реалізованості будівельних планів, тільки при такому підході може бути досягнутий достатній для практики загальний рівень надійності реалізованості плану.

Це у певній мірі є наслідком того, що при розробці календарного плану не приділяється достатня увага питанням управління цим планом на етапі його реалізації, що ускладнює процес управління, 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 надійності управлінської реалізованості, як було зазначено.

У відповідності до поставлених у роботі задач був виконаний аналіз реального календарного плану будівництва багатофункціонального комплексу житлового призначення у напрямку застосування розроблених методик для визначення інтенсивностей наростання різноманітності станів системи за етапами реалізації плану. Завдання системи управління – знизити пікові значення станів невизначеності і підвищити тим самим рівень управлінської реалізованості плану.

#### **4.2 Методи мінімізації амплітуд різноманітності станів робіт календарного плану**

Існуючі методи календарного планування передбачають виконання робіт із раціоналізації профілю (епюри) споживання ресурсів за етапами виконання плану робіт. Під ресурсами розуміються матеріальні, фінансові, графік руху робочої сили. У цих діях під раціоналізацією розуміється вирішення двох основних задач:

1. Дотримання умови, що на усіх етапах плану поточна інтенсивність споживання ресурсу не повинна перевищувати максимально можливий рівень, який може бути забезпечений;
2. Забезпечення процедури згладжування графіку споживання ресурсу. Мета вважається досягнутою, якщо графік має тільки один максимум, а зростання і зниження профілю споживання ресурсу є монотонним.

Для кількісної оцінки рівня згладжування профілю ресурсів користуються сумою квадратів потреби в ресурсах на кожен плановий період, ця сума тим менша, чим менша зміна потреби в ресурсах між суміжними періодами. Найменша сума квадратів відповідає найбільш згладженому профілю. Зазначений метод згладжування профілю достатньо відпрацьований і містить певні загальноприйняті процедури:

- робота пересувається у межах свого резерву часу;



- здійснюється перерозподіл ресурсу між роботами;
- збільшується термін виконання роботи, за рахунок чого зменшується інтенсивність споживання даного ресурсу;
- застосовуються нові організаційно-технологічні рішення виконання роботи;
- комбінований спосіб, коли застосовується одночасно декілька прийомів.

Розглянемо більш детально можливість та особливості застосування перелічених процедур. У розділі 2 отримані основні залежності, які визначають параметри, що впливають на рівень різноманітності станів системи робіт у складі календарного плану.

Треба визначити, як впливає режим роботи виконавця з певним значенням терміну напрацювання до появи масових відмов  $t_i$  (2.12) на динаміку наростання різноманітності станів у процесі виконання окремої роботи.

З наведених у табл. 4.2, рис. 4.5 розрахунків випливає, що виконавець В за рахунок більш високої продуктивності праці має значення коефіцієнту безвідмовності, наближене до одиниці.

Таблиця 4.2

### Розрахунок напрацювання до появи відмов при різних вихідних умовах

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення	Розрахунк. формула	Значення	Значення	Розрахунк. формула
<i>Кладка стін з цегли</i>						
<b>Виконавець А</b>				<b>Виконавець В</b>	<b>Виконавець А+R(t)</b>	
Обсяг робіт (V)	куб.м	191		191	191	
Плановий термін	дні	14		14	14	
Інтенсив. пес.(Ip)	куб.м/день	11,6		12,8	11,6	
Інтенсив. опт.(Io)	куб.м/день	15,7		16,5	15,7	
Інтенсив N=0,75 (I <sub>N</sub> )	куб.м/день	13,2		13,2	13,2	
Математ. очікув.(mw)	куб.м/день	14	п. 2.4	15	14	
Дисперсія (σw)	куб.м/день	0,68	п. 2.4	0,63	0,68	
<b>Термін напрацювання до відмов</b>	дні	<b>12,18</b>	2.12	<b>15,02</b>	<b>13,93</b>	2.15
Коеф. безвідмовності		0,87	2.14	1,07	1,00	
Резерв часу (R(t))	дні	0		0	<b>2,47</b>	

Роб.	Параметри роботи					день																							
	V	I <sub>o</sub>	I <sub>п</sub>	t <sub>o</sub>	t <sub>п</sub>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19					
А	191	15,7	11,6	12,2	16,5	Vo	16	31	47	63	79	94	110	126	141	157	173	188	190	190	190	190							
						V <sub>п</sub>	12	23	35	46	58	70	81	93	104	116	128	139	151	162	174	186							
						Vo-V <sub>п</sub>	4	8	12	16	21	25	29	33	37	41	45	49	39	28	16	4,4							
						ср. H(V)	0	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	8	6	4	2	0							
					1,65	Log <sub>2</sub> H(V)	0	1	1	2	2	2	2,3	2,6	2,6	2,8	3	2,6	2	1			26						
В	191	16,5	12,8	11,6	14,9	Vo	17	33	50	66	83	99	116	132	149	165	182	190	190	190	190								
						V <sub>п</sub>	13	26	38	51	64	77	90	102	115	128	141	154	166	179	190								
						Vo-V <sub>п</sub>	4	7	11	15	19	22	26	30	33	37	41	36	24	11	0								
						ср. H(V)	0	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	6	3	1	0								
Δ V	6,1				1,32	Log <sub>2</sub> H(V)	0	0	1	2	1,6	2	2	2,3	2,6	2,6	1,6	0					20						
А+R(t)	191	13	9,9	15	19	Vo	13	26	38	51	64	77	89	102	115	128	140	153	166	179	191	191	191	191	191				
						V <sub>п</sub>	10	20	30	39	49	59	69	79	89	99	108	118	128	138	148	158	168	177	191				
						Vo-V <sub>п</sub>	3	6	9	12	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	43	33	23	14	0				
						ср. H(V)	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	5	3	2	0				
		R(t)	I <sub>ср</sub>		1,41	Log <sub>2</sub> H(V)		0	0	1	1	1,6	1,6	2	2	2,3	2,3	2,6	2,6	2,8	2,3	1,6	1	27					

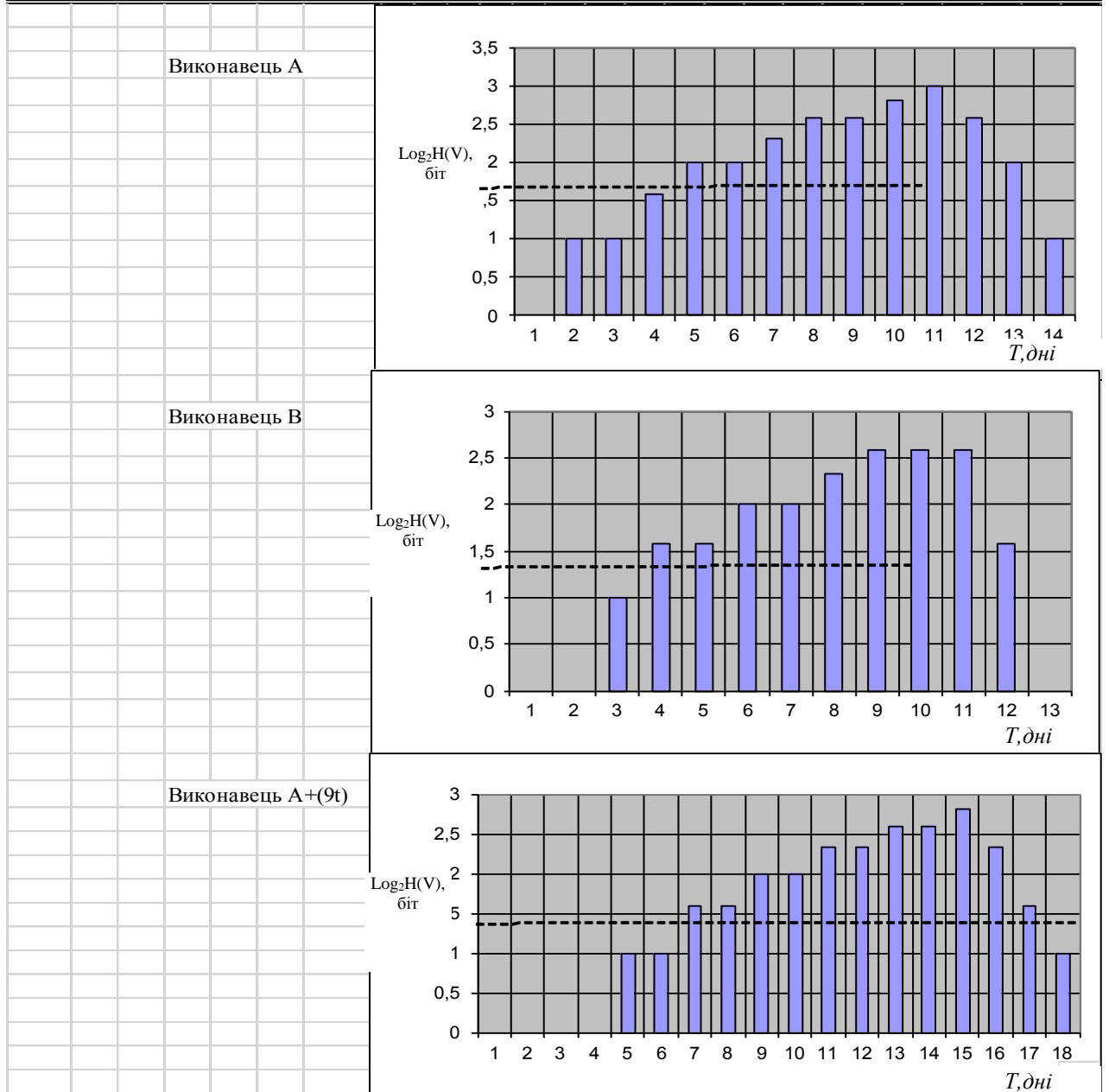


Рис. 4.5. Аналіз рівня управлінської реалізованості для різних варіантів організаційно-технологічних робіт (за даними табл. 4.2)

Виконавець А має середню продуктивність, достатню для виконання роботи у плановий термін, але за рахунок високої інтенсивності розрегулювання режиму роботи ( $\sigma_w = 0,68$ ) має термін напрацювання до відмови менший за плановий термін виконання роботи.

Якщо дана робота не є критичною, то для даного виконавця достатньо буде використати резерв часу  $R(t)=2,47$  дня, щоб збільшити термін напрацювання до відмов до потрібного рівня. Даний підхід дозволяє визначати виконавців на роботи в залежності від досягнутих виробничих показників і параметрів самої роботи.

Розрахунок динаміки станів робіт для кожного з розглянутих випадків показав, що між ними відслідковується суттєва різниця. Для виконавця А маємо найбільше значення амплітуди стану різноманітності  $\log_2 H(V)=3$ , що відповідає граничному рівню (2.8), а також 13 днів, упродовж яких відслідковується зміна станів різноманітності. Для виконавця В цей термін скорочується до 10 днів і максимальна амплітуда до 2,6 біт. Введення у розрахунок резерву часу привело до зменшення максимального рівня амплітуди, але зріс до 14 днів термін станів різноманітності.

Аналізуючи отримані результати, приходимо до висновку, що найбільш значущий позитивний результат отримується, коли продуктивність праці виконавця має резерв по відношенню до планової, а також, при інших рівних умовах, пріоритет має виконавець з меншою розбіжністю між песимістичною і оптимістичною інтенсивностями виконання робіт. При закріпленні робіт за виконавцями треба співвідносити характерні для них терміни напрацювання до появи відмов з плановими термінами виконання робіт, забезпечуючи виконання цільової функції для коефіцієнта безвідмовності по кожній роботі  $k_i = \frac{t_i}{t_i} \leq 1,0$ .

Були також розраховані середні значення амплітуд різноманітності станів, враховуючи, що ентропія має властивість адитивності, визначалась сума різноманітності станів по кожній із ситуацій. Результати розрахунків зведені у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3

**Дані розрахунків показників порівняння різних варіантів виконання  
будівельно-монтажних робіт**

Показники	Виконавець А	Виконавець В	Виконавець А+R(t)
$\text{Log}_2 H(V) \text{ max}$	3,0	2,6	2,8
$\text{Log}_2 H(V) \text{ сер}$	1,65	1,32	1,41
$\sum_{i=1}^n \text{Log}_2 H(V)_i$	26	20	27

Аналіз даних таблиці 4.3 показує, що варіант з урахуванням резерву часу не привів до очікуваного суттєвого покращення ситуації, на відміну від аналогічного результату при згладжуванні ресурсів, коли зростання терміну виконання роботи пропорційно відслідковувались у зменшенні інтенсивності споживання певного ресурсу.

У нашому випадку це не відбувається так, бо діапазон можливих станів роботи у додатковий час зростає, відповідно зростає і кількість можливих станів системи. Для ефективного застосування цього підходу більшого ефекту можна досягти, коли задіяти виконавця із більш стабільними показниками виробничої діяльності, а саме  $I_o - I_n \rightarrow \min$ .

Порівняння значень коефіцієнту безвідмовності з мірою різноманітності (рис. 4.6) показало значущу між ними залежність.

Аналіз цієї залежності показує, що чим менший термін напрацювання до відмов по відношенню до планового терміну виконання роботи, тим більш інтенсивно зростає міра різноманітності станів роботи. Таким чином, реалізуючи організаційно-технологічні заходи щодо збільшення терміну напрацювання до появи масових відмов, ми забезпечуємо зменшення рівня різноманітності станів роботи у процесі її виконання.

Для фрагменту календарного плану побудуємо гістограму амплітуд різноманітностей станів за етапами реалізації плану і виконаємо її

раціоналізацію із забезпечення зниження критичних сплесків і рівномірності станів різноманітності.

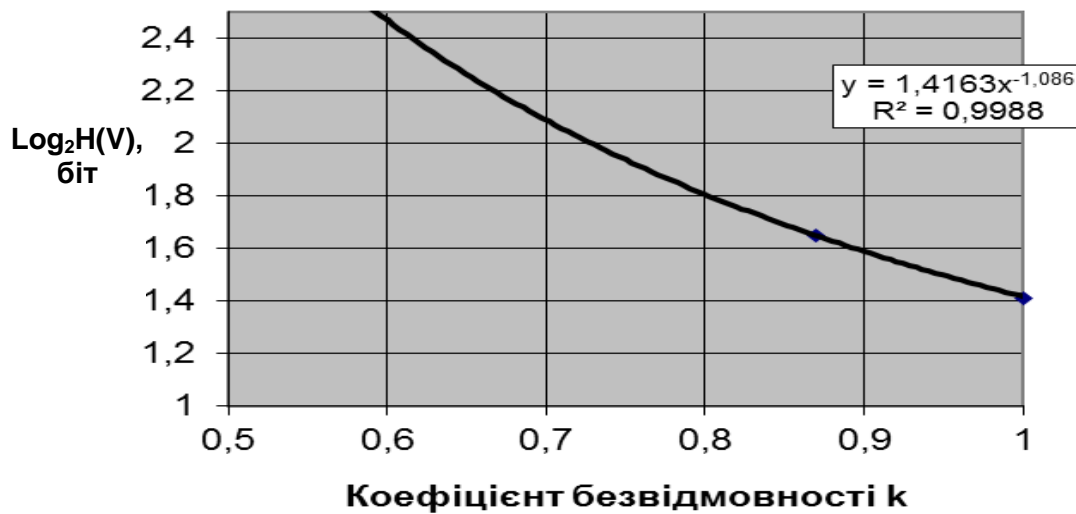


Рис. 4.6. Залежність між коефіцієнтом безвідмовності і мірою різноманітності системи

Одними із дієвих елементів управління роботами є певні резерви, матеріальні, технічні, а при управлінні строками – резерви часу. Крім стандартних резервів часу, які розраховуються у складі сітьових графіків, існують штучні резерви, які вносяться з певною метою розробниками календарних планів. Як і усякий резерв, резерв часу повинен забезпечити підвищення рівня реалізованості плану. Так, у роботі [102] розглядається «управлінський резерв» – це визначена частина тривалості проекту, яка зарезервована для цілей управлінського контролю і збережена для виконання непередбачених робіт, у межах змісту проекту. У роботах [48, 150] цей резерв називається «часовий буфер», який зменшує ризик проекту, підвищує надійність досягнення кінцевого результату за рахунок використання цього часового буферу. При розгляді цього прикладу визначимо вплив такого часового резерву на зміну різноманітності станів системи календарного плану.

Розглянемо наступний фрагмент календарного плану зведення об'єкта будівництва.

Найменування і параметри	Один. виміру	Об'єм.	l <sub>o</sub>	l <sub>п</sub>	t <sub>o</sub>	t <sub>п</sub>	Дні																											
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
Кладка стін Тривалість	куб.м.	191	15,7	11,6	12	16																												
	дні	14																																
	V <sub>o</sub>			4,1																														
	V <sub>п</sub>																																	
	V <sub>o</sub> -V <sub>п</sub>	ΔV	6,71																															
Столярні роб.	куб.м.	1400	107,3	90,0	13	16																												
	дні	15																																
	V <sub>o</sub>			17,3																														
	V <sub>п</sub>																																	
	V <sub>o</sub> -V <sub>п</sub>	ΔV	82,556																															
							15,7	31,4	47	63	78	94	110	126	141	157	173	188	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191						
							11,6	23,2	35	46	58	70	81	93	104	116	128	139	151	162	174	186	191	191	191	191	191	191	191	191	191			
							4,09	8,19	12	16	20	25	29	33	37	41	45	49	40	29	17	5,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
							0	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	7	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
							0,0	0,0	1,0	1,6	1,6	2,0	2,0	2,3	2,6	2,6	2,8	2,6	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
							107	215	322	429	537	644	751	859	966	1073	1181	1288	1395	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400		
										90	180	270	360	450	540	630	720	810	900	990	1080	1170	1260	1350	1440	1530	1620	1710	1800	1890	1980	2070		
							107	215	322	339	357	374	391	409	426	443	461	478	495	410	320	230	140	50	0	0	0	0	0	0	0	0		
							1	2	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
							0,0	1,0	1,6	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,6	2,0	1,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
							0,0	0,0	1,0	1,6	1,6	2,0	2,0	3,3	4,2	4,6	4,8	4,6	4,0	3,0	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,6	2,0	1,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

$$\sum_{i=1}^n \text{Log}_2 H(V)_i$$

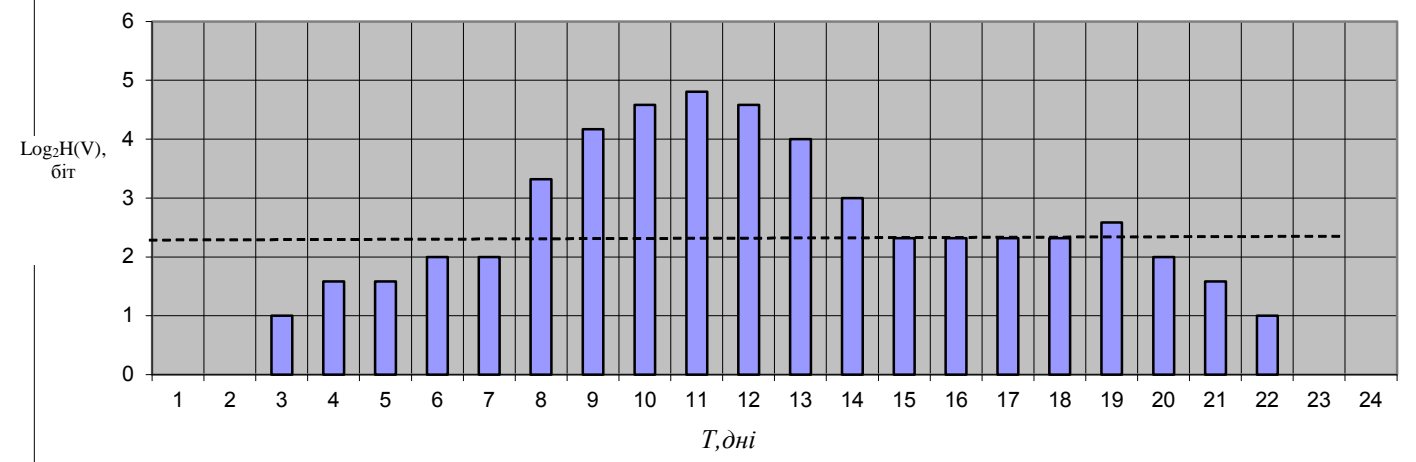


Рис. 4.7. Вихідний варіант календарного плану

Найменування робіт і параметри	Дні																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Кладка стін																														
Тривалість																														
Столярні роботи																														
$\sum_{i=1}^n \text{Log}_2 H(V)_i$	0,0	0,0	1,0	1,6	1,6	2,0	2,0	2,3	2,6	2,6	2,8	2,6	2,0	1,0																

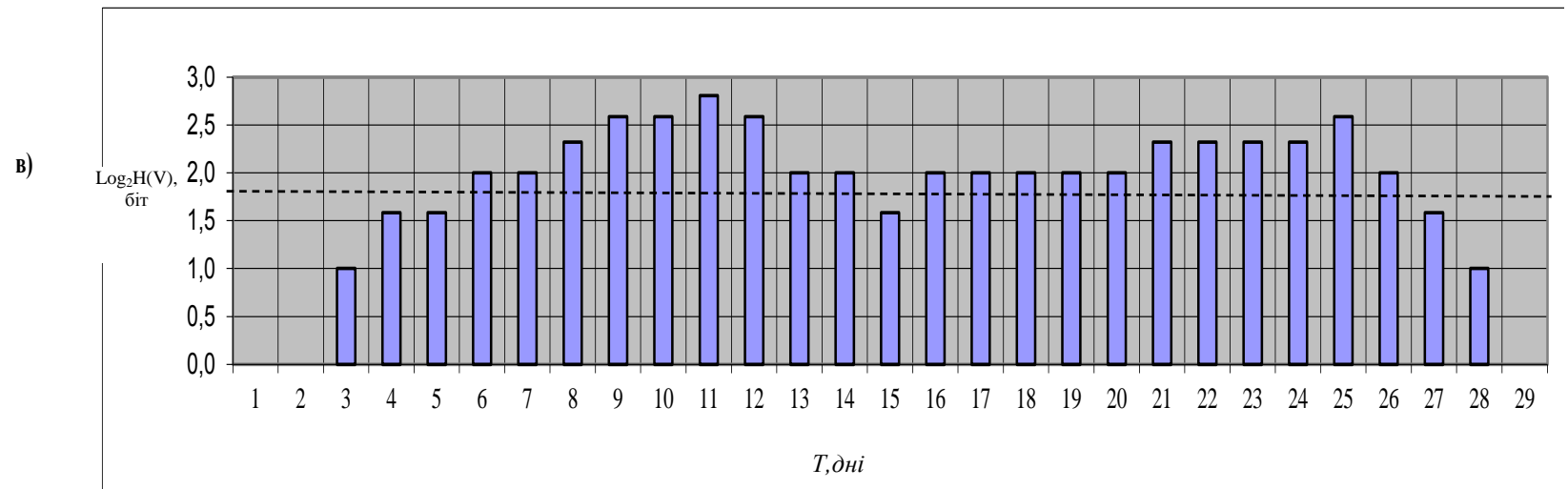


Рис. 4.8. Зниження амплітуди різноманітності станів за рахунок розсування робіт

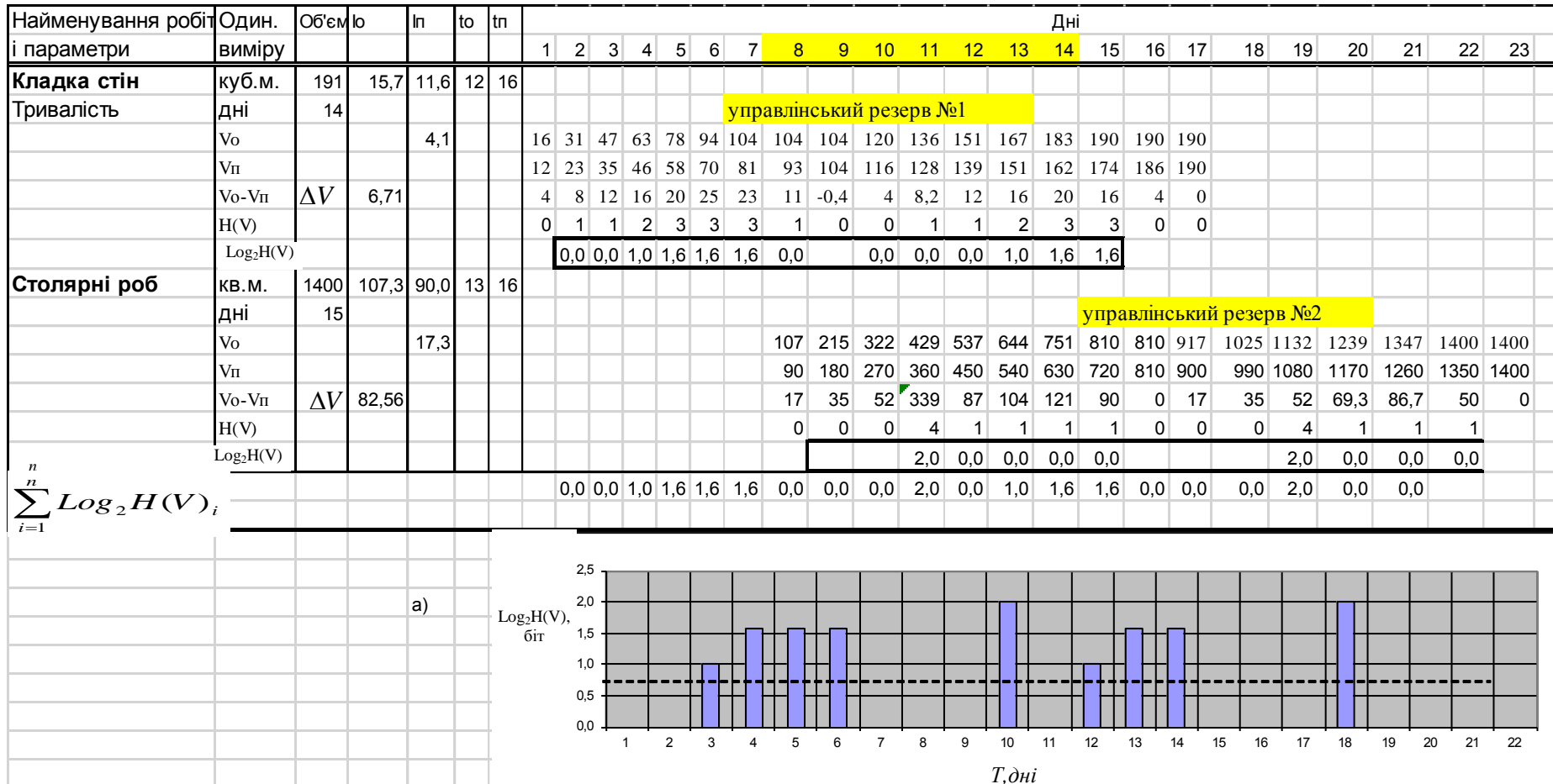


Рис. 4.9. Коригування календарного плану з використанням управлінських резервів часу



При взаємоувязці суміжних потоків з урахуванням вірогідних реальних траєкторій їх виконання, у межах оптимістичної та песимістичної інтенсивностей, треба враховувати той факт, що різноманітність станів зростає з часом, тому при плануванні треба визначати періоди, впродовж яких накопичена за попередній період невизначеність компенсується. Для реалізації цього положення був застосований розглянутий вище управлінський резерв часу (УР) (рис. 4.9).

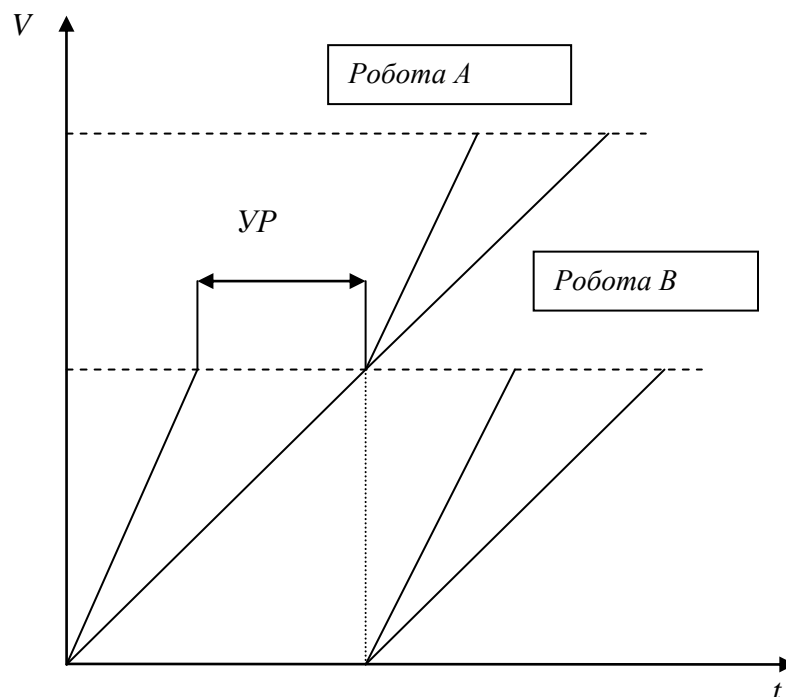


Рис. 4.10. Взаємоув'язка двох суміжних робіт з урахуванням управлінського резерву часу

Такий же підхід може бути використаний і для зняття накопиченої невизначеності окремої роботи, що реалізовано у попередньому прикладі. Розрахунки з використанням управлінського резерву показують його суттєвий вплив на гістограмі різноманітностей станів роботи у напрямку її зниження.

Ознакою необхідності застосування цього підходу є періоди часу з великою амплітудою різноманітності станів.

На рис. 4.9 перший резерв часу УР № 1 був використаний при взаємоув'язці суміжних потоків, а другий – для зняття накопиченої невизначеності. Підсумкова гістограма показує суттєве зниження амплітуд різноманітності станів системи, що підтверджує ефективність даного способу коригування календарних планів.

Параметри гістограм за різними варіантами, для полегшення їх порівняння, зведені у табл. 4.4.

*Таблиця 4.4*

**Зведені дані по різних підходах коригування календарного плану**

Варіант коригування	$\text{Log}_2H(V)$ max	$\text{Log}_2H(V)$ сер	$\Sigma \text{Log}_2H(V)$
Вихідний варіант календарного плану (рис. 4.7)	4,8	2,21	53,1
Зниження амплітуди різноманітності станів за рахунок розсування робіт (рис. 4.8)	2,8	1,8	53,1
Коригування календарного плану з використанням управлінських резервів часу (рис. 4.9)	2,0	0,6	13,9

Вочевидь, жоден з методів коригування не може мати абсолютного пріоритету над іншими, позитивний результат досягається їх обґрунтованою комбінацією в залежності від цілей, які ставить перед собою розробник календарного плану. Але на відміну від відомих методів, метод коригування гістограми різноманітності станів роботи при реалізації календарного плану є єдиним, який в якості об'єкта коригування розглядає процес управління реалізацією плану, на відміну від інших, для яких об'єктом коригування є різного типу матеріальні, людські та фінансові ресурси.

### **4.3 Забезпечення управлінської реалізованості календарного плану будівництва багатоповерхового житлового комплексу**

Розроблені методи раціоналізації календарного плану за фактором управлінської реалізованості були апробовані при будівництві (додаток Е).

У подальшому розглядався фрагмент календарного плану будівельно-монтажних робіт надземної частини будівлі. При аналізі календарного плану будівництва об'єкту було встановлено, що в якості організаційно-технологічної моделі вибраний лінійний графік (графік Ганта). Графік у такому вигляді не встановлює пріоритетів робіт за їх критичністю і ступенем напруженості, що важливо для застосування розроблених методів коригування, тому дані графіка були відображені із застосуванням можливостей програмного комплексу Microsoft Project (рис. 4.12), де червоним кольором виділені роботи, які розташовані на критичному шляху. Аналіз графіку показує, що роботи виконуються потоковим методом із взаємоув'язкою по поверхах будівлі.

За даною методикою розглянемо вибірку даних будівельно-монтажних робіт, які розташовані на критичному шляху (табл. 4.5).

З наведених даних (табл. 4.5) випливає, що критичний шлях проходить по усіх поверхах виконання робіт із монтажу перекриття і також вміщує роботи із монтажу сходових маршей, пілонів, діафрагм. Роботи по кладці стін і перегородок відкривають фронт робіт критичним роботам, вони також виконуються потоковим методом, але на відміну від критичних мають певний резерв часу. Ці особливості враховувались при виконанні процедур із коригування календарного плану, а саме: пріоритет мали роботи критичного шляху, роботи підкритичних шляхів не коригувались, бо можливі зриви графіку їх виконання компенсуються резервами часу.

**Вибірка даних будівельно-монтажних робіт, які розташовані на критичному шляху**

№ з/п	Найменування робіт	t <sub>n</sub> (дні)	Од. вим.	Кількість	Загальна вартість, грн	Виробіток, грн/день	Інтенсивність робіт	
							оптим.	песим.
2	Кладка стін 1-го пов.	30	м <sup>3</sup>	60	77876	2595,87	2985,25	2206,49
13	Перегородки 1-го пов.	36	м <sup>2</sup>	176	75007	2083,53	2500,23	1666,82
23	Перекриття 1-го пов.	36	м <sup>3</sup>	188,6	744542	20681,72	22749,89	18613,55
24	Перекриття 2-го пов.	36	м <sup>3</sup>	221,6	675634	18767,61	20644,37	16890,85
25	Перекриття 3-го пов.	36	м <sup>3</sup>	221,6	675634	18767,61	20644,37	16890,85
26	Перекриття 4-го пов.	36	м <sup>3</sup>	221,6	606991	16860,86	18546,95	15174,78
27	Перекриття 5-го пов.	36	м <sup>3</sup>	221,6	606991	16860,86	18546,95	15174,78
28	Перекриття 6-го пов.	36	м <sup>3</sup>	221,6	606991	16860,86	18546,95	15174,78
29	Перекриття 7-го пов.	36	м <sup>3</sup>	221,6	606991	16860,86	18546,95	15174,78
30	Перекриття 8-го пов.	36	м <sup>3</sup>	221,6	606991	16860,86	18546,95	15174,78
31	Перекриття 9-го пов.	36	м <sup>3</sup>	221,6	606991	16860,86	18546,95	15174,78
32	Перекриття 10-го пов.	36	м <sup>3</sup>	221,6	606991	5324,48	5856,93	4792,03
	Середнє значення						18117,73	14823,59
35	Покрівля	114	м <sup>2</sup>	759,15	488191	4282,38	5138,85	3425,90
	Тривалість критичного шляху, дні.	540						
	Прийнятий діапазон інтенсивностей робіт							
	Кладка стін						1,15	0,85
	Перегородки						1,2	0,8
	Перекриття						1,1	0,9

Для обґрунтування діапазону ймовірностей виконання робіт, які знаходяться на критичному шляху, був виконаний аналіз виробничих показників виконавців задіяних на цих роботах за два попередніх роки. З отриманої вибірки (табл. 4.6) були видалені періоди з мінімальним і максимальним об'ємом виконаних робіт й за ними розраховувались показники середнього значення і середньоквадратичного відхилення. За даними параметрами розподілу випадкових значень квартальної інтенсивності виконання робіт побудована функція надійності, за якою встановлена інтенсивність робіт, яка відповідає рівню надійності  $N=0,8$  (рис. 4.11).

Інтенсивність виконання роботи по відношенню до середнього рівня складає 1,2. Як впливає з попередніх досліджень зниження, інтенсивності

виконання робіт нижче цього рівня приводить до параметричної відмови технологічного процесу. Значення цих параметрів закладалось у розрахункову таблицю 4.5.

Таблиця 4.6

**Показники виконаних об'ємів робіт по будівельному управлінню  
за 2016-2017 роки**

Показник	2016 р.				2017 р.			
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
Об'єм робіт, тис. грн.	2494,1	9216,9	14589,0	13746,6	9672,9	11694,1	12495,0	8075,7
Сер. ариф. значення	10816,9							
Сер. кв. відхилення	2170,3							
Іо	13746,6							
Ін	8,075,7	I(N=0,8)		12500				
Іо / Ісер	1,3	I(N=0,8)/Ісер		1,2				
Ін / Ісер	0,7							



Рис. 4.11. Залежність ймовірності від інтенсивності виконання робіт

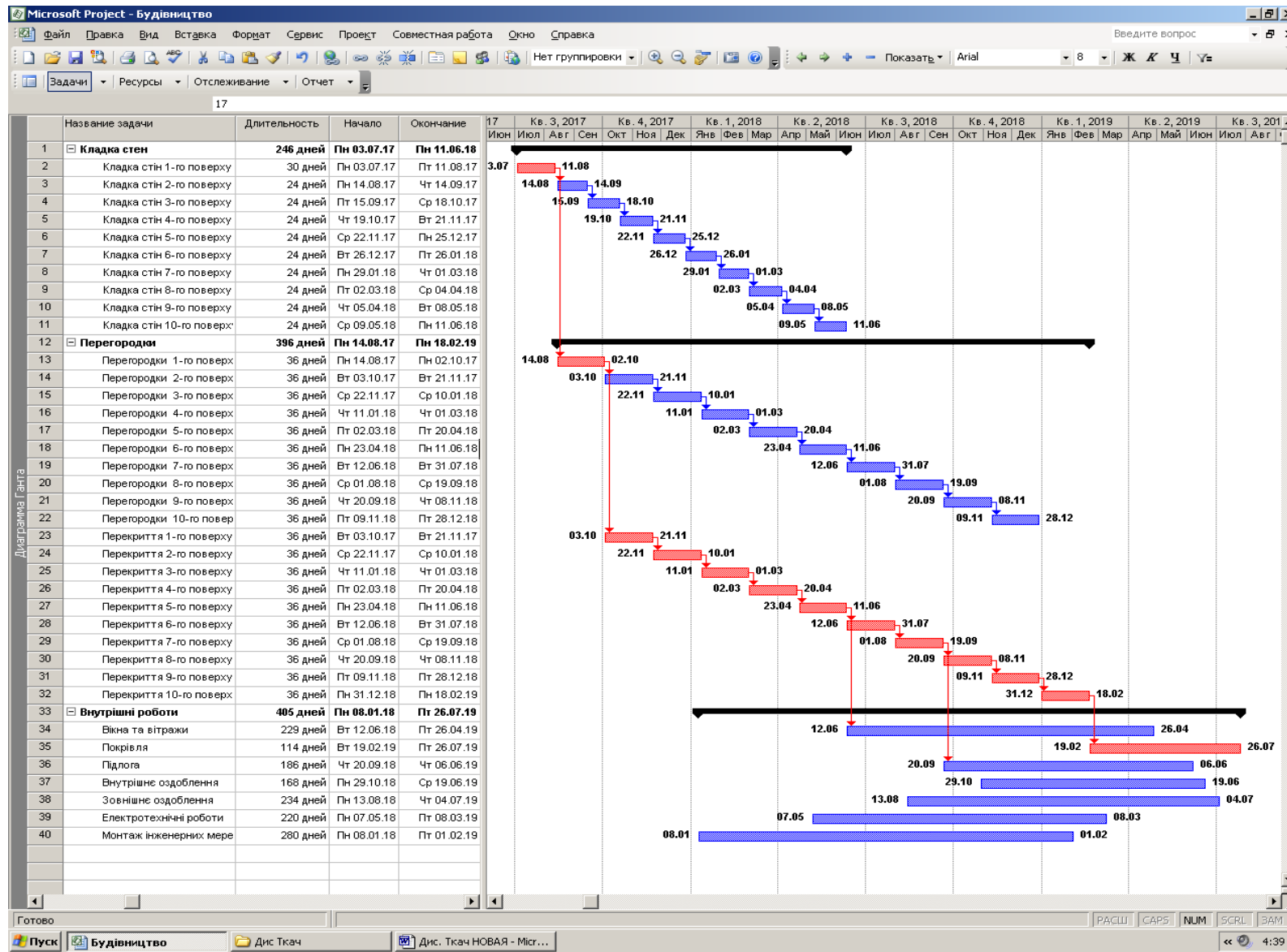


Рис. 4.12. Фрагмент календарного плану будівництва багатоповерхового житлового комплексу

Таблиця 4.7

## Розрахунок станів різноманітності критичних робіт

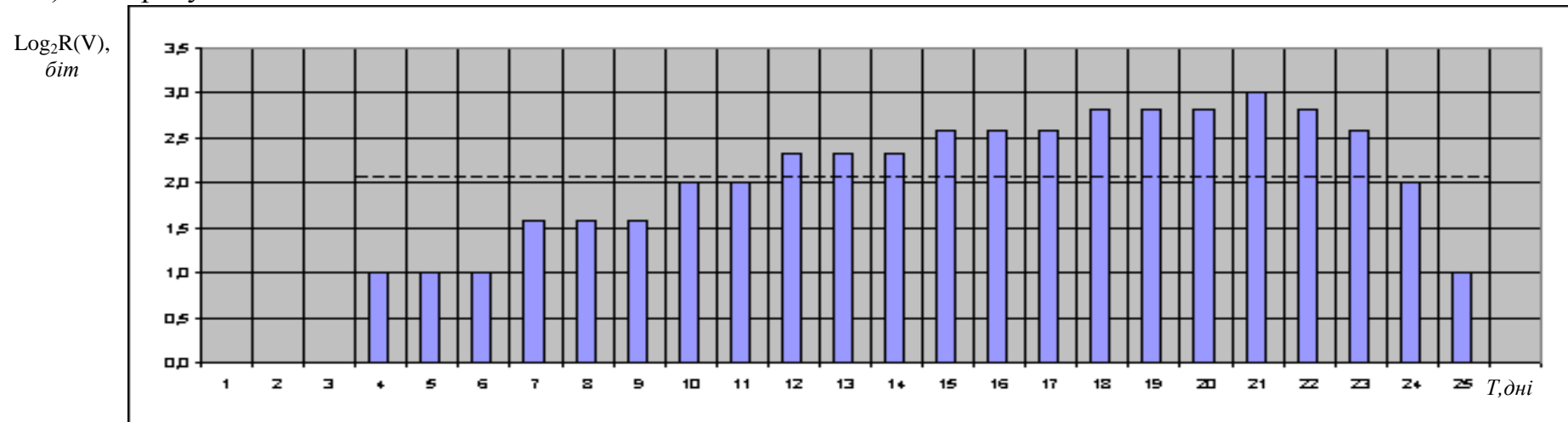
## А) до коригування

Т (дні)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Vo (тис. грн.)	272	544	815	1087	1359	1631	1902	2174	2446	2718	2989	3261	3533	3805	4076	4348	4620	4892	5164	5435	5707	5979	6251	6400	6400	6400	6400	6400	6400
Vп (тис. грн.)	222	445	667	889	1112	1334	1556	1779	2001	2224	2446	2668	2891	3113	3335	3558	3780	4002	4225	4447	4669	4892	5114	5336	5559	5781	6004	6226	6400
H(V)	49,4	98,8	148	198	247,1	296	346	395	445	494	544	593	642	692	741	791	840	889	939	988	1038	1087	1136	1064	841	619	396	174	0
LogH <sub>2</sub> (V)	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	7	6	4	2	1	0
		0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,3	2,3	2,3	2,6	2,6	2,6	2,8	2,8	2,8	3,0	2,8	2,6	2,0	1,0	0,0		

## В) після коригування

Т (дні)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Vo (тис. грн.)	272	544	815	1087	1359	1631	1902	2174	2446	2718	2989	3261	3533	3805	3800	3800	3800	4072	4344	4615	4887	5159	5431	5702	5974	6246	6400		
Vп (тис. грн.)	222	445	667	889	1112	1334	1556	1779	2001	2224	2446	2668	2891	3113	3335	3558	3780	4002	4225	4447	4669	4892	5114	5336	5559	5781	6004		
H(V)	49,4	98,8	148	198	247,1	296	346	395	445	494	544	593	642	692	465	242	20	69,4	119	168	218	267	316	366	415	465	396	H(V)	49,4
LogH <sub>2</sub> (V)	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	3	1	0	0	0	1	1	1	2	2	3	3	2		
		0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,3	1,6	0,0				0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,0			

А) до коригування



В) після коригування

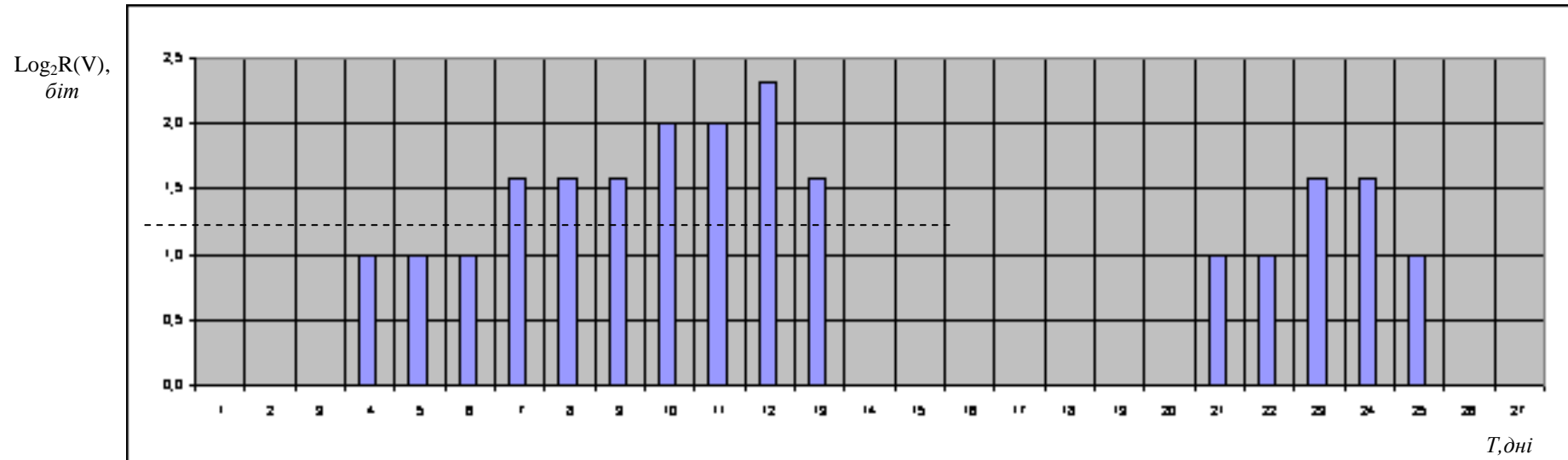


Рис. 4.13. Гістограми різноманітності станів критичних робіт до і після коригування



У відповідності до наведеної вище у даному розділі методики були виконані розрахунки станів різноманітності робіт календарного плану і побудовані відповідні гістограми вихідного варіанту і після коригування. У додатку Е містяться усі розрахунки різноманітності станів виділених робіт календарного плану у вихідному режимі, передбаченому календарним планом. Гістограма, яка відповідає цій ситуації, наведена на рис. 4.13 (додатки Е, Ж).

Порівняння показників, які характеризують параметри наведених гістограм, показують суттєвий пріоритет варіанту після коригування (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

#### Зведені дані різноманітності станів критичних робіт до і після коригування

Параметри	Варіанти	
	А	В
<i>l</i>	2	3
$\text{Log}_2H(V)\text{max}$	3	2,3
$\text{Log}_2H(V)\text{сер}$	2,1	1

При коригуванні був застосований метод включення управлінського резерву (табл. 4.7), який виділений червоним кольором.

Слід зауважити, що використання так званого управлінського резерву не обов'язково супроводжується затримкою виконання робіт чи зменшенням інтенсивності її виконання. В управлінському резерві більш важливим за його термін є визначений період його застосування, впродовж якого здійснюється нейтралізація накопиченої за попередні періоди невизначеності у стані виконання як окремої роботи, так і системи робіт у складі календарного плану.

Застосування управлінського резерву передуює етапу реалізації плану (рис. 4.13 а), який супроводжується значним зростанням станів невизначеності. Реалізація цього резерву (рис. 4.13 б) вносить суттєві зміни у динаміку станів різноманітності у наступні періоди, коли різноманітність станів дорівнює нулю, це є наслідком того, що стан системи у цей період стає детермінованим (чітко

визначені параметри функціонування системи), а у наступні періоди стан неузгодження ще не досягає значення точності визначення відхилень ( $\Delta V$ ).

Таблиця 4.9

**Параметри розподілу можливих термінів закінчення робіт за різними варіантами календарного плану (дні)**

Варіанти	t min	t max	$\Delta t$	m	$\sigma$	$(\sigma/m)$ , %
Вихідний варіант календарного плану	435	510	75	472,5	12,5	2,65
Після коригування календарного плану	465	510	45	487,5	7,5	1,54

При цьому  $\sigma$  є мірою розкиданості можливих значень навколо середнього значення.

Чим більша компактність розподілу ймовірностей майбутнього очікуваного терміну закінчення робіт, тим менший ризик у прийнятті управлінських рішень. Для цих цілей використовується коефіцієнт варіації, який вимірює відносну дисперсію часу закінчення роботи по проекту для двох варіантів його реалізації.

Коефіцієнт варіації ( $K=\sigma/m$ ) для відкоригованого варіанту значно менший порівняно з вихідним варіантом на 42%.

В наслідок того, що коефіцієнт варіації враховує і ступінь ризику, і абсолютне значення параметру, за яким здійснюється контроль виконання робіт, у нашому випадку це термін завершення робіт, він може слугувати критерієм оцінки ризику, у випадках коли порівнювані варіанти відрізняються значеннями і стандартного відхилення, і математичного очікування.

У роботі [105] звертається увага, що чим ширший діапазон зміни можливих значень параметру, тим більший рівень ризику йому відповідає.

Аналіз даних, наведених у таблиці 4.9, для двох варіантів реалізації календарного плану показує суттєву між ними різницю, яка підтверджує

доцільність застосування розробленої методики з метою підвищення управлінської реалізованості. У даному випадку це відслідковується у зменшенні ризику зривів досягнення планових завдань.

#### **Висновки до розділу 4**

1. Запропоновано сукупну оцінку реалізованості календарних планів проводити на базі побудови «дерева відмов», що дає змогу отримати кількісний вимір надійності, як по кожному фактору окремо, так і реалізованості плану в цілому.

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

3. Встановлена залежність рівня різноманітності від коефіцієнту безвідмовності: чим вище значення коефіцієнту безвідмовності, тим нижче рівень різноманітності станів. На підставі цього для кожного потенційного виконавця робіт розраховується коефіцієнт безвідмовності і на критичні роботи призначається виконавець з найвищим рівнем цього коефіцієнту.

4. Порівняльний аналіз декількох методів зниження амплітуди різноманітності станів робіт показав, що найбільш суттєвий результат досягається за рахунок застосування «управлінського резерву».

5. Розроблені у дисертаційній роботі методи були запроваджені при оцінці управлінської реалізованості календарного плану будівництва багатоповерхового житлового комплексу у 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 по етапам виконання плану.

## 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 багатоповерхового 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 ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 2470-94. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення. Режим доступу: [http://www/dnaop.com/html/41024\\_2.html](http://www/dnaop.com/html/41024_2.html).
2. Національний банк стандартизованих науково-технічних термінів. Відмова технологічної системи [Електронний ресурс.]. Режим доступу: [http://ukrndnc.org.ua/index.php?option=com\\_terminus&Itemid=191&task](http://ukrndnc.org.ua/index.php?option=com_terminus&Itemid=191&task).
3. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5-2016. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 78 с.
4. Правила визначення вартості будівництва: ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 91 с.
5. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 33 с.
6. Азаров О.Д. Багаторозрядні АЦП і ЦАП із ваговою надлишковістю, стійкі до параметричних відмов: монографія / О.Д. Азаров – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 150 с.
7. Антипенко Е.Ю. Принципы анализа капитальных вложений / Е.Ю. Антипенко, В.И. Доненко. – Запорожье: Фазан, Дикое Поле, 2005. – 420 с.
8. Афанасьев В.А. Поточная организация строительства / В.А. Афанасьев. – Л.: Стройиздат, 1990. – 302 с.
9. Ахьюджа Х. Сетевые методы управления в проектировании и производстве / Х. Ахьюджа. - М. : Изд-во «Мир», 1979. – 638 с.
10. Бабало Ю.Я. Прогнозування параметричної надійності радіоелектронної апаратури при двосторонньому обмеженні дрейфу визначального параметра / [Ю.Я. Бабало, А.П. Бондарев, Л.А. Недоступ та ін.]. // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – № 3/2(23). – С. 79-82.
11. Бочаров В. Управление денежным оборотом предприятий / В. Бочаров. – М.: ФиС, 2001. – 144 с.

12. Булгаков С.Н. Технологические инновации в инвестиционно-строительном комплексе / С.Н. Булгаков. – М.: изд-во РААСН, 1998. – 547 с.
13. Бушуев С.Д. Креативные технологии управления проектами и программами / [С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, И.А. Бабаев и др.]. – К.: «Саммит-Книга», 2010. – 768 с.
14. Васильев В.М. Управление строительным производством / В.М. Васильев. – Л.: Стройиздат, 1990. – 208 с.
15. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1964. – 572 с.
16. Вечеров В.Т. Модели и методы управления контракцией в строительстве: автореф. дисс. на соискание учен. степени докт. техн. наук: спец. 05.23.08 / В.Т. Вечеров. – Санкт-Петербург, 1993. – 32 с.
17. Волков В.А. Организационно-технологические подходы к оценке реализуемости инновационных и инвестиционных проектов / В.А. Волков // Научный журнал Куб ГАУ. – 2014. – № 97. – С. 12-18.
18. Волязловская Т.В. Планирование результативности деятельности предприятий жилищно-коммунального хозяйства / В.М. Кирнос, Т.В. Волязловская // Строительство, материаловедение, машиностроение. - Днепропетровск: ПГАСА, 2002. – Вып. 19. – С. 102 - 106.
19. Волязловська Т.В. Система інформаційного забезпечення процесу планування результативності діяльності підприємства / В.М. Кірнос, Т.В. Волязловська // Экономика, менеджмент, маркетинг. Управление проектами, организация. - Днепропетровск: Наука и образование, 2003. – Вып. 3. – С. 131 - 134.
20. Гончаренко Д.Ф. Организационно-технологические системы надежности временных параметров реконструкции предприятий машиностроения / Д.Ф. Гончаренко. – К.: УМК ВО, 1990. – 53 с.
21. Гусаков А.А. Методы совершенствования организационно-технологической подготовки строительного производства / А.А. Гусаков, Н.И. Ильин. – М.: Стройиздат, 1985. – 156 с.



22. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надежность строительного производства / А.А. Гусаков. – М.: Стройиздат, 1974. – 252 с.
23. Гусаков А.А. Системотехника в строительстве / А.А. Гусаков. – М.: Стройиздат, 1993. – 439 с.
24. Гусакова Е.А. Системотехника организационно-технологических циклов объектов строительства / Е. А. Гусакова // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – М., 2004. – № 12. – С. 54 – 56.
25. Драгун Л.Н. Информационное обеспечение системы управления эффективностью производства / [Л.Н. Драгун, Е.И. Заяц, А.Д. Малахов, Т.П. Бычкова] // Строительство. Материаловедение. Машиностроение: Сб. научн. тр. – Днепропетровск: ПГАСА, 1997. – Вып. 2, ч. 3 – С.71 - 77.
26. Дружинин Г.В. Надежность автоматизированных производственных систем / Г.В. Дружинин. - 4-е изд.- М.: Энергоатомиздат, 1986. – 480 с.
27. Єлісеєва О.К. Методологія управління ефективністю роботи підприємства / О.К. Єлісеєва // Статистика України. – 2004. – № 3. – С. 66 - 71.
28. Єсіпенко А.Д. Наукові основи забезпечення надійності і безпечної експлуатації будівель та споруд: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / А.Д. Єсіпенко. – Дніпропетровськ, 2007. – 40 с.
29. Єсіпенко А. Д. Наукові основи забезпечення надійності і безпечної експлуатації будівель та споруд: дис. ... доктора техн. наук: 05.23.08 / Єсіпенко Алла Дмитрівна. – К., 2007. – 334 с.
30. Ершова Н.М. Экономико-математические методы и модели принятия решений в условия определенности, неопределенности и риска: монография / Н.М. Ершова, В.П. Скрипник. – Днепропетровск: ПГАСА, 2011. – 350 с.
31. Залунин В.Ф. Количественные и качественные показатели результативности деятельности предприятия / В.Ф. Залунин, Т.В. Ткач // Вісник

Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2006. - № 10. – С. 49 – 56.

32. Залунин В.Ф. Методические подходы к планированию результативности деятельности строительных предприятий / В.Ф. Залунин, Т.В. Ткач, Д.С. Никитин / Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСА, 2008. – Вып. 45, ч. 2. – С. 178 -197.

33. Залунін В.Ф. Організаційно-економічні аспекти стратегії і тактики будівельних організацій в умовах ринку: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. екон. наук: спец. 08.06.02 «Підприємництво, менеджмент та маркетинг» / В.Ф. Залунін. – Дніпропетровськ, 2000. – 33 с.

34. Залунин В.Ф. Проблемы оценки стоимости строительных проектов / В.Ф. Залунин. // Зб. наук. пр.: Проблеми реконструкції та експлуатації промислових та цивільних об'єктів. – Дніпропетровськ: ПДАБА, – 1999. – С. 15-17.

35. Заяць Є.І. Параметричні відмови у складі виконання окремої роботи / Є.І. Заяць, В.Р. Млодецький, Т.В. Ткач // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. трудов. – Днепр: ГВУЗ ПГАСА, 2017. - Вып. 101. – С. 165-171.

36. Заяць Є.І. Удосконалення організаційного забезпечення системи управління ефективністю будівельного виробництва: автореф. ... дис. к.т.н.: 05.23.08 / Є.І. Заяць – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2005. – 20 с.

37. Інноваційні концептуальні та формально-аналітичні інструменти обґрунтування, підготовки та впровадження будівельних інвестиційних проектів: Монографія / [С.А. Ушацький, В.О. Поколенко, О.А. Тугай та ін.]; за ред. В.О. Поколенка. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2008. – 208 с.

38. Казанский Ю.М. Опыт организации и управления строительными фирмами в США / Ю.М. Казанский. – М.: Стройиздат, 1995. – 268 с.

39. Киевский И.Л. Влияние организационно-технических факторов на реализацию продукции жилищного строительства: автореф. дисс. на соискание

учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технология и организация строительства» / И.Л. Киевский. – М., 2003. – 22 с.

40. Кирнос В.М. К вопросу повышения результативности деятельности предприятия / В.М. Кирнос, Т.В. Ткач // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2005. - № 11. – С. 22 - 27.

41. Кирнос В.М. Научно-методологические основы организационно-технологического регулирования продолжительности и стоимости реконструкции промышленных предприятий: дисс. ... доктора техн. наук: 05.23.08 / Кирнос Владимир Михайлович. – Харьков, 1994. – 351 с.

42. 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. - Днепропетровск: ПГАСА, 2009.– Вып. 50. - С. 242 - 247.

43. Кирнос О.В. Организационно-экономические факторы, влияющие на логистические затраты системы управления предприятием строительного комплекса / О.В. Кирнос, Т.В. Ткач // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2009. – № 10. – С. 35-41.

44. 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.

45. Кирнос В.М. Система управления эффективностью производства / В.М. Кирнос, Т.С. Кравчуновская, Е.И. Заяц // Новини науки Придніпров'я. – 2004. - № 5. – С. 33 - 36.

46. Кірнос О.І. Вдосконалення організаційно–економічного механізму контролю ефективності використання ресурсів будівельного підприємства / О.І. Кірнос, Д.С. Нікітін, Т.В. Ткач, І.В. Кірнос // Строительство,

материаловедение, машиностроение. - Днепропетровск: ПГАСА, 2008. - Вып. 47. – С. 317-322.

47. Кірнос О.І. Організаційно-економічний механізм забезпечення ефективного використання ресурсів будівельного підприємства при реконструкції житла / [О.І. Кірнос, О.Ю. Щеглова, Д.С. Нікітін, Т.В. Ткач] // Строительство, материаловедение, машиностроение. - Днепропетровск: ПГАСА, 2009. - Вып. 50. – С. 248 - 253.

48. Козик В.В. Практикум з управління проектами / В.В. Козик, І.Є. Тимчишин. – Львів: видавництво Львівської політехніки, 2012. – 180 с.

49. Копей Б.В. Використання «дерева відмов» як методу структурного аналізу штангової насосної установки. Розвідка та розробка нафтових та газових родовищ / Б.В. Копей, В.Б. Копей, О.Р. Мартинець, О.І. Стефанішин. - 2013. - № 2(47). - С. 62-71.

50. Кравчуновська Т.С. Розвиток наукових основ організаційно-технологічного проектування комплексної реконструкції житлової забудови: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / Т.С. Кравчуновська. – Дніпропетровськ, 2011. – 33 с.

51. Кузьмин Е.А. Неопределенность и определенность в управлении организационно-экономическими системами: информационно-аналитическая база, практика внедрения: Монография / Е.А. Кузьмин. - Екатеринбург: Институт экономики УрОРАН, 2012. – 184 с.

52. Куликов Ю.А. Имитационные модели и их применение в управлении строительством / Ю.А. Куликов. – М.: Стройиздат, 1990. – 135 с.

53. Лагутін Г.В. Новітні суб'єкти організації будівельного виробництва: методологія, інформаційно-аналітична база, практика впровадження: Монографія / Г.В. Лагутін, О.А. Тугай. – К.: Вид-во Європейського університету, 2006. – 240 с.

54. Лівінський О.М. Опоряджувальні роботи: матеріали, технологія і організація робіт, засоби механізації: Монографія / О.М. Лівінський. – К.: «МП Леся», 2010. – 683 с.

55. Мазур И.И. Управление проектами / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г.мОльдерогге. - М.: Изд-во Омега-Л, 2004. – 405 с.

56. Мартыш А.А. Совершенствование методов планирования и управления, обеспечивающих заданный уровень организационно-технологической надежности строительства: дисс. ... канд. техн. наук: спец. 05.23.08 / Мартыш Александр Александрович. – Днепропетровск, 2013. – 175 с.

57. Математический аппарат и методы формирования оптимальных параметров управления процессом функционирования строительного предприятия: Монография / [В.И. Торкатюк, Л.Н. Шутенко, И.А. Дмитрук и др.]; под ред. В.И. Торкатюка. – Харьков: ХНАГХ, 2007. – 824 с.

58. Мельникас Б. Применение математических методов при решении некоторых задач разработки технологии строительного производства / Б. Мельникас, Э. Завадскас. – Вильнюс: ВИСИ, 1990. – 118 с.

59. Менейлюк О.І. Розробка теоретичних основ, дослідження і впровадження інновацій при будівництві методом «стіна в ґрунті»: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.23.08 / О.І. Менейлюк; Харк. держ. техн. ун-т буд-ва та архіт. – Харків, 2001. – 28 с.

60. Млодецький В.Р. Аналіз операційних відмов у роботі будівельної бригади / В.Р. Млодецький, О.О. Мартиш, Т.О. Ценацевич // Теоретичні основи будівництва. - Дніпропетровськ: ПДАБА, 2015. – Вип. 23, ч. II. - С. 81-88.

61. Млодецкий В.Р. Аспекты управления инновациями пректно-ориентированных организаций: монография / [В.Р. Млодецкий, Р.Б. Тянь, В.А. Ткаченко, С.Н. Войт и др.]. - Д.: ДУ им. Нобеля, изд-во «Монолит», 2012. – 242 с.

62. Млодецкий В.Р. Организационно-технологическая и экономическая надежность в строительстве: монография / В.Р. Млодецкий, Р.Б. Тянь,

В.В. Попова, А.А. Мартыш. - Днепропетровск: изд-во «Наука и образование», 2013. – 193 с.

63. Млодецький В.Р. Організаційно-технологічна та управлінська надійність функціональної системи будівельної організації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / В.Р. Млодецький. – Дніпропетровськ, 2005. – 39 с.

64. Млодецкий В.Р. Параметры надежности достижения показателей экономической эффективности отдельной работы / В.Р. Млодецкий, С.А. Шевцова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2007. – № 3. – С. 52 - 58.

65. Млодецький В.Р. Параметричні відмови у процесі виконання окремої роботи / В.Р. Млодецький, 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.

66. Млодецький В.Р. Обґрунтування раціонального рівня організаційно-технологічної надійності у будівельних проектах / В.Р. Млодецький, Т.О. Ценацевич // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2015. – № 9. – С. 47 - 52.

67. Млодецкий В.Р. Управленческая реализуемость строительных проектов / В.Р. Млодецкий. – Днепропетровск: Наука і освіта, 2005. – 261 с.

68. Молчанов В.М. Теоретические основы проектирования жилых зданий: Учеб. пособие / В.М. Молчанов. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 240 с.

69. Насосов П.С. Управление проектом: Уч. пособие / П.С. Насосов. – К.: Изд-во АСВ-М, 2000. – 144 с.

70. Одинський В.Г. Організаційно-технологічні основи вдосконалення планування реалізації об'єктів будівництва: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація

промислового та цивільного будівництва» / В.Г. Одинський. – Дніпропетровськ, 2004. – 19 с.

71. Олейник П.П. Организация и технология строительного производства (подготовительный период): Учебное пособие / П.П. Олейник, С.П. Олейник. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 240 с.

72. Олейник П.П. Организация строительства: Концептуальные основы, модели и методы, информационно-инженерные системы / П.П. Олейник. – М.: Профиздат, 2001. – 408 с.

73. Олейник П.П. Планирование и распределение трудовых ресурсов в строительном производстве / П.П. Олейник. – К.: Будівельник, 1986. – 115с.

74. Определение затрат ресурсов при резервировании времени в графиках строительных проектов / [А.И. Белоконь, И.В. Трифонов, Р.Б. Папирнык, В.Г. Федина] // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2002. – № 9. – С. 4-10.

75. Оптимизация управления процессом деятельности строительного предприятия: Монография / [Торкатюк В.И., Дмитрук И.А., Стадник Г.В. и др.]; под ред. В.И. Торкатюка. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 552 с.

76. Організація будівництва / [С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.]; за ред. С.А. Ушацького. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.

77. Острейковский В.А. Теория надежности: Учеб. для вузов / В.А. Острейковский. - М.: Высш. шк., 2003. - 463 с.

78. Павлов И.Д. Модели управления проектами: Учеб. пособие / И.Д. Павлов, А.В. Радкевич. – Запорожье: ГУ «ЗИГМУ», 2004. – 320 с.

79. Павлов І.Д. Оптимальні моделі організації будівельного виробництва: Навч. посібник / І.Д. Павлов. – К.: СДО, 1993. – 220 с.

80. Панфилов А.С. Системный подход в организации управления предприятием / А.С. Панфилов. – М.: Экономика, 1990. – 86 с.

81. Пінчук С.Й. Організація експерименту при моделюванні та оптимізації технічних систем: навчальний посібник / С.Й. Пінчук. – Дніпропетровськ: Дніпро-VAL, 2009. – 289 с.

82. Пичугин С.Ф. Надежность стальных конструкций производственных зданий: монография / С.Ф. Пичугин. - Полтава: ООО «АСМИ», 2009. - 452 с.

83. Поколенко В.О. Критеріальні та організаційні основи формування циклу будівельних інвестицій на інноваційних засадах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / В.О. Поколенко. – К., 2004. – 39 с.

84. Поколенко В.О. Методологічні підходи до визначення індексу доступності житла / В.О. Поколенко // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2000. – Вип. 11. – С. 288 - 292.

85. Поколенко В.О. Організаційно-технологічні моделі нейтралізації ризиків реального інвестування щодо ліквідності активів будівельних об'єктів. Програмна реалізація моделей / [В.О. Поколенко, Н.О. Борисова, О.А. Тугай, Г.В. Лагутін, О.С. Рубцова, Г.М. Рижаківа] // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – К.: КНУБА, 2008. – Вип. 18. – С. 58 - 71.

86. Поколенко В.О. Сучасні моделі організації будівництва на засадах девелопменту / В.О. Поколенко // Містобудування та територіальне планування. – К.: КНУБА, 2010. – Вип. 36. – С. 120-132.

87. Поколенко В.О. Теоретичні основи, методологія та практика ухвалення управлінських рішень у будівництві / [В.О. Поколенко, Н.О. Борисова, О.А. Тугай, Г.В. Лагутін] // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – К.: КНУБА, 2008. – Вип. 18. – С. 71 - 89.

88. Покропивний С.Ф. Підприємництво: стратегія, організація, ефективність / С.Ф. Покропивний, В.М. Колот. – К.: КНЕУ, 1998. – 352 с.



89. Понізов С.Є. Обґрунтування організаційно-технологічних рішень по модернізації цивільних будинків з урахуванням їх місцерозташування і зносу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / С.Є. Понізов. – Дніпропетровськ, 2007. – 19 с.

90. Пшинько А.Н. Применение новых технологий для ремонта резервуаров питьевой воды / [А.Н. Пшинько, К.И. Солдатов, Ю.Л. Заяц, Б.Г. Ключко] // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСА, 2007. – Вып. 43. – С. 509 - 515.

91. Пшинько А.Н. Сборно-монолитное строительство в Украине: проблемы и перспективы / А.Н. Пшинько, Н.И. Нетеса, Д.В. Паланчук // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСА, 2008. – Вып. 47. – С. 484 - 488.

92. Радкевич А.В. Багатоцільові моделі організації капітального відновлення об'єктів: Монографія / А.В. Радкевич, І.Д. Павлов. – Дніпропетровськ: ПП Свідлер А.Л., 2003. – 225 с.

93. Радкевич А.В. Математичне моделювання перспективного розвитку будівельної організації та визначення кількісних параметрів результативності / А.В. Радкевич, Т.В. Ткач // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2011. - Вип. 36. – С. 133 – 136.

94. Радкевич А.В. Моделі оптимального розподілу капітальних вкладень на стадії календарного планування будівництва / А.В. Радкевич, Т.В. Ткач // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика: Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2012. - Вип. 2. - С. 71 – 75.

95. Радкевич А.В. Оцінка вірогідності моделей вибору режимів організаційно-технологічних процесів / А.В. Радкевич, Т.В. Ткач // Мости та

тунелі: теорія, дослідження, практика: Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна. – Дніпропетровськ: Вид-во ФОП Удовиченко О.М., 2012. - Вип. 3. – С. 147 – 150.

96. Радкевич А.В. Систематизація методів по етапах планування результативності будівельних підприємств / А.В. Радкевич, Т.В. Ткач // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: 72 междунар. науч.-практ. конф., 19-20 апреля 2012 г.: тезисы докл. - Днепропетровск: ДИИТ, 2012. – С. 182 - 183.

97. Радкевич А.В. Системотехнічні аспекти організаційно-технологічних рішень відновлення об'єктів транспортного комплексу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / А.В. Радкевич. – Дніпропетровськ, 2006. – 35 с.

98. Радкевич А.В. Системотехнічні аспекти організаційно-технологічних рішень відновлення споруд: Монографія / А.В. Радкевич. – Дніпропетровськ: Вега, 2005. – 346 с.

99. Радкевич А.В. Статистичне моделювання процесів капітального відновлення об'єктів / А.В. Радкевич // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. тр.– Днепропетровск: ПГАСА, 2003. – Вып. 25. – С. 164 - 171.

100. Райс Т. Количественные методы анализа хозяйственной деятельности / Т. Райс. – Пер. с англ. – М.: Дело и сервис, 1999. – 432 с.

101. Розрахунок рівня різноманітності станів для лінійних графіків / [Ткач Т.В., Млодецький 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.

102. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК). - Пятое издание. – 585 с.

103. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия / Савицкая Г.В. – Минск: Новое Знание, 2000. – 688 с.

104. Савйовский В.В. Техническая диагностика строительных конструкций зданий / В.В. Савйовский. – Харьков: Изд-во «Форт», 2008. – 560 с.

105. Савчук В.П. Практическая энциклопедия. Финансовый менеджмент / В.П. Савчук. – К.: Издательский дом «Максимум», 2006. – 884 с.

106. Системи технологій життєвого циклу інвестиційно-будівельної сфери діяльності: монографія / [Р.Б. Тян, П.Є. Уваров, С.В. Іванов та ін.]. – Дніпропетровськ: вид-во Маковецький Ю.В., 2010. – 344 с.

107. Системотехника строительства: Энциклопедический словарь / Под ред. А.А. Гусакова. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 1999. – 304 с.

108. Системно-управлінські та інжинірингові засади впровадження інновацій в організацію будівництва: Монографія / [С.А. Ушацький, В.О. Поколенко, О.А. Тугай та ін.]. – К.: Вид-во Європейського університету, 2003. – 216 с.

109. Соколов І.А. Організаційно-технологічні основи забезпечення якості житлового середовища в умовах іонізуючого впливу природних радіонуклідів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / І.А. Соколов. – Дніпропетровськ, 2005. – 32 с.

110. Спектор М.Д. Ориентация строительного производства на конечные цели (организационно-технологический аспект) / М.Д. Спектор. – М.: Стройиздат, 1989. – 138 с.

111. Степанов И.С. Менеджмент в строительстве / И.С. Степанов. – М.: Юрайт – Издат, 2005. - 523 с.

112. Тарасюк Г.М. Планування діяльності підприємства: навч. посіб. / Г.М. Тарасюк, Л.І. Шваб. – К.: Каравела, 2005. – 312 с.

113. Ткач Т.В. Визначення різноманітності станів роботи в процесі її виконання / Т.В. Ткач, В.Р. Млодецький, Є.І. Заяць, О.О. Мартиш // Вісник

Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2018. - № 1. – С. 22 - 27.

114. Ткач Т.В. Метод «Дерева відмов» в оцінці реалізованості календарного плану / Т.В. Ткач, В.Р. Млодецький, О.В. Кірнос // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2017. - № 6. – С. 47 - 52.

115. Ткач Т.В. Дослідження впливу динаміки зростання цін на розподіл капіталовкладень при організаційно-технологічному проектуванні / Т.В. Ткач // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ГВУЗ «ПГАСА», 2015. - Вып. 85. – С. 74-78.

116. Теличенко В.И. Технология возведения зданий и сооружений: Учеб. для строит. вузов / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. – М.: Высш. шк., 2006. – 446 с.

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

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

119. 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.

120. Томашевський В.М. Моделювання систем / В.М. Томашевський. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 352 с.

121. Торкатюк В.И. Математический аппарат и методы формирования оптимальных параметров управления процессом функционирования

строительного предприятия / [В.И. Торкатюк, Л.Н. Шутенко, И.А. Дмитрук, А.С. Дудолод]. – Харьков: ХНАГХ, 2007. – 824 с.

122. Торкатюк В.И. Принципы формирования и функционирования организационно-технологических систем обеспечения надежности возведения многоэтажных каркасных зданий (объектов): дисс. ... доктора техн. наук: 05.23.08 / Торкатюк Владимир Иванович. – М., 1987. – 409 с.

123. Тугай О.А. Система адаптації організації будівництва до євростандартів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» / О.А. Тугай. – Харків, 2008. – 33 с.

124. Тяг Р.Б. Планирование и контроль деятельности предприятия: Учебник / Р.Б. Тяг, В.А. Ткаченко.– Днепропетровск: Наука и образование, 2003. – 300 с.

125. Тяг Р.Б. Управління проектами: навч. посібник / Р.Б. Тяг, Б.І. Холод, В.А. Ткаченко. – Дніпропетровськ: Дніпропетровська академія управління, бізнесу і права, 2000. – 224 с.

126. Уваров Е.П. Региональные проблемы формирования и реализации комплексных проектов инвестиционно-инновационной строительной деятельности / Е.П. Уваров // Проблеми реконструкції та експлуатації промислових та цивільних об'єктів. Зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 1999. – С. 3 - 12.

127. Ушаков И.А. Курс теории надежности систем: Учеб. пособ. / И.А. Ушаков. – М.: Дрофа, 2008. - 239 с.

128. Федосенко В.Б. Разработка календарных планов строительства с вероятностными характеристиками продолжительности работ: автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технология и организация строительства» / В.Б. Федосенко. – М., 1998. – 22 с.

129. Цай Т.Н. Инженерная подготовка строительного производства / [Т.Н. Цай, Б.Ф., Ширшиков, Б.И. Баатов, В.Т. Цай]. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.

130. 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.

131. Черненко В.К. Обоснование и разработка технологии и средств механизации монтажа крупноблочных строительных конструкций: дисс. ... доктора техн. наук: 05.23.08 / Черненко Виталий Константинович. – К., 1991. – 409 с.

132. Чирков В.П. Прикладные методы теории надежности в расчетах строительных конструкций: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / В.П. Чирков. - М.: Маршрут, 2006. – 620 с.

133. Шаленный В.Т. Развитие технологий модернизации гражданских зданий на основе организационно-инвестиционной модели продления их жизненного цикла / [В.Т. Шаленный, К.Б. Дикарев, Л.В. Калныш, А.С. Каменев, С.Е. Понизов] // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСА, 2006. – Вып. 37. - С. 516 - 521.

134. Шепелева Е.А. Моделирование организации строительства объектов агропромышленного назначения с применением комплектно-блочного метода: автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технология и организация строительства» / Е.А. Шепелева. – М., 2003. – 22 с.

135. Шрейбер К.А. Варианты проектирования при реконструкции жилых зданий / К.А. Шрейбер. – М.: Стройиздат, 1991. – 287 с.

136. Шрейбер К.А. Научно-методологические основы организации проектирования реконструкции жилых зданий: автореф. дисс. на соискание учен. степени докт. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технология и организация промышленного и гражданского строительства» / К.А. Шрейбер. – Л., 1991. – 46 с.

137. Шутенко Л.Н. Технологические основы формирования и оптимизации жизненного цикла городского жилого фонда: дисс. ... доктора техн. наук: 05.23.08 / Шутенко Леонид Николаевич. – Харьков, 2002. – 550 с.

138. Шутенко Л.Н. Технологические основы формирования и оптимизации жизненного цикла городского жилого фонда (теория, практика, перспективы) / Л.Н. Шутенко. – Харьков: Майдан, 2002. – 1053 с.

139. Эшби У.Р. Введение в кибернетику / У.Р. Эшби. – М.: Издательство иностранной литературы, 1959. – 430 с.

140. Bakouros Y. Project Management / Y. Bakouros, V. Kelessidis. - Режим доступа: [www.adi.pt/docs/innoregio\\_pmanagement.pdf](http://www.adi.pt/docs/innoregio_pmanagement.pdf).

141. Feist W. Podstawy budownictwa pasywnego / W. Feist, U. Munzenberg, J. Thumula, B. S. Darop. – Gdansk : PIBP, 2005. – 153 p.

142. Frohnsdorff G. Implications of computer-based simulation models, expert systems, data bases and networks for advancing organization of production / G. Frohnsdorff, J. Clifton, H. Jennings // *Building Bulletin*. – 1997. – № 8. – P. 36-41.

143. Goal: Optimize the project plan to meet the finish date. - Режим доступа: <https://support.office.com/en-us/artikle/Goal-Optimize-the-project-plan-to-meet-the>.

144. Kaplinski O. Development and usefulness of planning techniques and decision-making foundations on the example of construction enterprises in Poland / O. Kaplinski // *Technological and Economic Development of Economy: Baltic Journal on Sustainability*. – 2008. – Vol. 14, № 4. – P. 492-501.

145. Maciej Komosinski. Metody optymalizacji-wprowadzenie. - Режим доступа: <https://www.cs.put.poznan.pl/mkomosinski/materially/optymalizacja>.

146. Marek Żukwicz. Ocena ryzyka awarii system za pomocąanalizy drzewa usterek (FTA). - Режим доступа: [testerzy.pl/baza\\_wiedry/oceanryzyka\\_drzewa\\_usterek\\_fta](http://testerzy.pl/baza_wiedry/oceanryzyka_drzewa_usterek_fta).

147. Mieczysław Połośński. Optymalizacja harmonogramów w budowlanych – problem szeregowania zadań. - Режим доступа: [miczyslaw\\_polonski.users.sggw.pl](http://miczyslaw_polonski.users.sggw.pl).

148. Project Planning Feasibility Study. - Режим доступу: [https://www.sldshare.net/project\\_planning\\_and\\_feasibility](https://www.sldshare.net/project_planning_and_feasibility).
149. Richard L. Urban construction project management / L. Richard, J. Eschemuller. – N.Y.: McGraw-Hill, 2008. – 480 p.
150. Skorupka D. Zarządzanie ryzykiem w proekcie / D. Skorupka, D. Kuchta, M. Górski. – Wrocław, 2012. – 148 p.
151. Talbot F.B. Resource-constrained project scheduling with time-resource tradeoffs: the non-preemptive case / F.B. Talbot // Management science. – 1982. – Vol. 28. – P. 197-210.
152. Tkach T.V. Modeling of improvement processes of production activity scheduling / T.V. Tkach // Nauka i studia. – NR 35 (103) 2013. – P. 28 - 34.
153. Yang K.K. A comparison of stochastic scheduling rules for maximizing project net present value / K.K. Yang, L.C. Tay, C.C. Sum // European journal of operational research. – 1995. – Vol. 85. – P. 327 - 329.
154. Zadożyński P. Metody optymalizacyjne w budownictwie / P. Zadożyński. - Режим доступу: [www.ioz.pwr.wroc.pl/Optymalizacja\\_budownictwie.pdf](http://www.ioz.pwr.wroc.pl/Optymalizacja_budownictwie.pdf).
155. Zieliński P. Metody optymalizacji / Pawel Zieliński. - Режим доступу: [cs.pwr.edu.pl/zielinski/lectwes/om/zestaw\\_2\\_14.pdf](http://cs.pwr.edu.pl/zielinski/lectwes/om/zestaw_2_14.pdf).



**ДОДАТОК А**  
**ПОМІСЯЧНІ ОБ`ЄМИ РОБІТ ЗА ОКРЕМИМИ ВИРОБНИЧИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ**  
**ПІДПРИЄМСТВА**

2015р

Підрозділ	Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	max	min	ср.
1	Об`єми робіт													1,62	0,69	
	(тис. грн.)	265,6	148,2	289,3	196,2	280,2	497,1	781,4	486,6	655,4	328,2	466,9	463,7	655,4	280,2	404,9
2	Об`єми робіт													1,59	0,36	
	(тис. грн.)	303,4	157,6	161,2	154,9	224,5	677,7	811,2	834,9	683,7	448,9	62,3	624,8	683,7	154,9	428,8
3	Об`єми робіт													1,61	0,42	
	(тис. грн.)	192	200,4	190,9	153,8	190,5	725,5	364	656,3	835,9	555,4	403,5	946,6	725,5	190,5	451,2
4	Об`єми робіт													1,87	0,24	
	(тис. грн.)	271,6	116,2	271,3	214,3	271,8	886,9	667,9	545,6	379,9	88,8	382,4	1602	886	116	474,9
5	Об`єми робіт													1,17	0,44	
	(тис. грн.)	244,5	234,9	276,3	192,3	390,2	485,1	508,6	171,7	197,3	198,7	710,1	1602	508	192	434,3
6	Об`єми робіт													1,17	0,49	
	(тис. грн.)	347,4	337,5	341,3	514,1	410,6	1080	1544	713	819,2	653,4	453,6	1179	819,2	341,3	699,4
7	Об`єми робіт													1,02	0,51	
	(тис. грн.)	377,2	568	413,1	380,7	225,7	265,1	218,9	267,7	450,5	178,8	338,8	1635	450,5	225,7	443,3
8	Об`єми робіт													1,18	0,43	
	(тис. грн.)	428	274,2	862,9	415,3	189,8	445,7	451,4	514,4	365,8	125,1	173,1	1515	514,4	189,8	436,5
9	Об`єми робіт													середні значення		
	(тис. грн.)	274,5	600,4	469,3	412	326,3	682,5	520,9	331,9	611,6	337,8	299,7	370,5			
10	Об`єми робіт													1,40	0,45	
	(тис. грн.)	350	369,7	688,8	2174	2751	3313	4292	3858	1273	2221	3243	3961			

**ДОДАТОК Б**  
**РОЗРАХУНОК РІВНЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**  
**ВИКОНАННЯ РОБІТ**

(перша захватка)

Вихідні дані

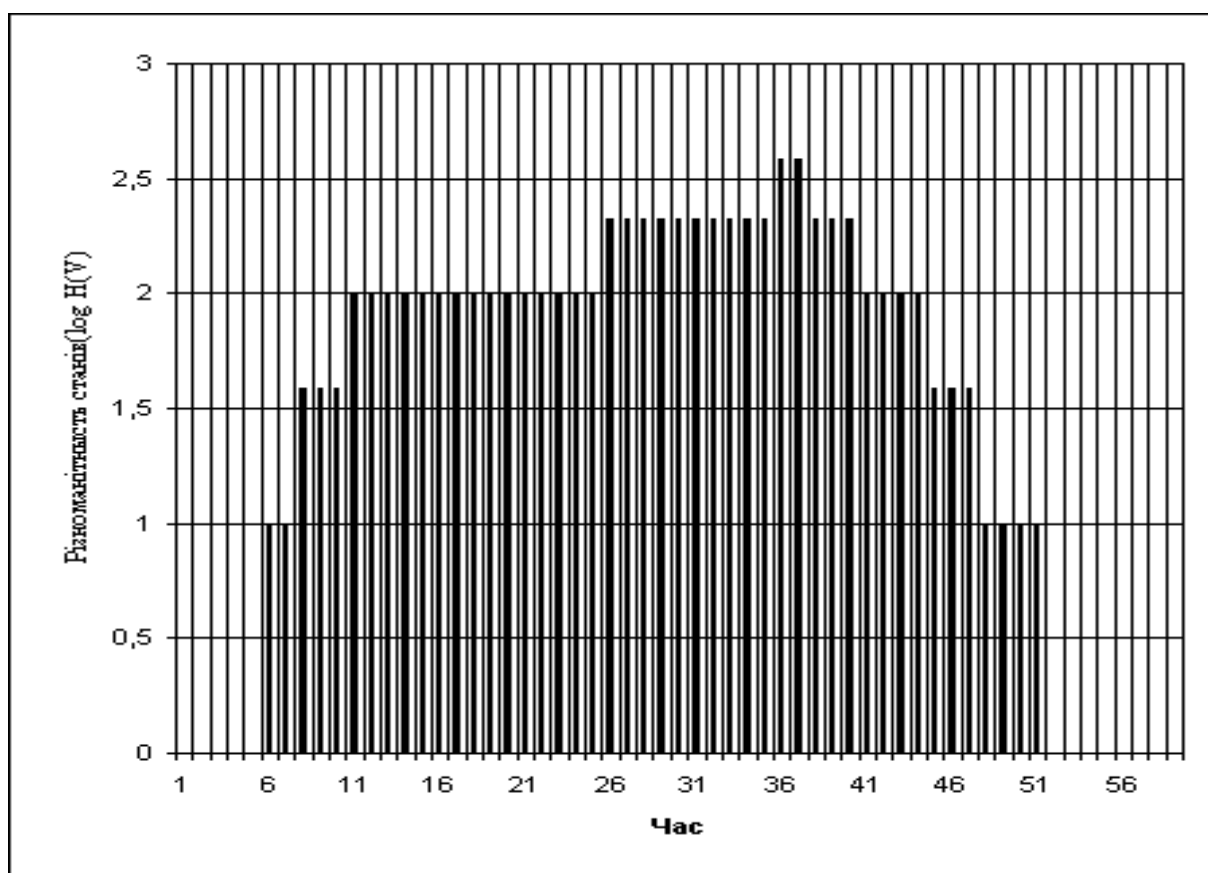
Розрахунок R(V) окремої роботи Н(V)

			ti	H(V)	Округ вниз	logH <sub>2</sub> (V)
<b>Зона А</b>						
V <sub>пл</sub> (1)	500	t <sub>почат</sub> 0	0	0	0	
I <sub>о</sub> (1)	40	t <sub>кінець</sub> 12,5	1	0,5	0	
I <sub>п</sub> (1)	20		2	1,0	0	
t <sub>о</sub> (1)	12,5		3	1,4	1	0,00
t <sub>п</sub> (1)	25		4	1,9	1	0,00
			5	2,4	2	1,00
			6	2,9	2	1,00
<b>Зона В</b>			7	3,4	3	1,58
		t <sub>почат</sub> 12,5	8	3,8	3	1,58
		t <sub>кінець</sub> 25	9	4,3	4	2,00
Параметри розподілу			10	4,8	4	2,00
ср.кв.відх.	2,1дні		11	5,3	5	2,32
Δ V	41,7		12	5,8	5	2,32
			13	5,8	5	2,32
			14	5,3	5	2,32
			15	4,8	4	2,00
			16	4,3	4	2,00
			17	3,8	3	1,58
			18	3,4	3	1,58
			19	2,9	2	1,00
			20	2,4	2	1,00
			21	1,9	1	0,00
			22	1,4	1	0,00
			23	1,0	0	
			24	0,5	0	
			25	0,0	0	

**ДОДАТОК В**  
**РОЗРАХУНОК ДИНАМІКИ РІВНЯ РІЗНОМАНІТНОСТІ ВИКОНАННЯ**  
**РОБОТИ**

	$t_i$	$V_o$	$V_{\Pi}$	$V_o - V_{\Pi}$	$(V_o - V_{\Pi}) / \Delta v$	$\log_2 H(V)$
(друга хватка)	1	40	20	20	0,38	0
	2	80	40	40	0,77	0
Вихідні дані	3	120	60	60	1,15	1
Розрахунок R(V) окремої роботи	4	160	80	80	1,54	1
	5	200	100	100	1,92	1
$V_{\text{пл}}(2)$ 500	6	240	120	120	2,30	2
$I_o(2)$ 20	7	280	140	140	2,69	2
$I_{\Pi}(2)$ 15	8	320	160	160	3,07	3
$t_o(2)$ 37,5	9	360	180	180	3,46	3
$t_{\Pi}(2)$ 58,33	10	400	200	200	3,84	3
	11	440	220	220	4,22	4
	12	480	240	240	4,61	4
Параметри розподілу	13	520	260	260	4,99	4
ср.кв.відх. 3,5дні	14	540	280	260	4,99	4
$\Delta V$ 52,1	15	560	300	260	4,99	4
	16	580	320	260	4,99	4
	17	600	340	260	4,99	4
	18	620	360	260	4,99	4
	19	640	380	260	4,99	4
	20	660	400	260	4,99	4
	21	680	420	260	4,99	4
	22	700	440	260	4,99	4
	23	720	460	260	4,99	4
	24	740	480	260	4,99	4
	25	760	500	260	4,99	4
	26	780	515	265	5,09	5
	27	800	530	270	5,18	5
	28	820	545	275	5,28	5
	29	840	560	280	5,38	5
	30	860	575	285	5,47	5
	31	880	590	290	5,57	5
	32	900	605	295	5,66	5
	33	920	620	300	5,76	5
	34	940	635	305	5,86	5
	35	960	650	310	5,95	5
	36	980	665	315	6,05	6
	37	1000	680	320	6,14	6
	38	1000	695	305	5,86	5
	39	1000	710	290	5,57	5
	40	1000	725	275	5,28	5
	41	1000	740	260	4,99	4
	42	1000	755	245	4,70	4
	43	1000	770	230	4,42	4
	44	1000	785	215	4,13	4

45	1000	800	200	3,84	3	1,58
46	1000	815	185	3,55	3	1,58
47	1000	830	170	3,26	3	1,58
48	1000	845	155	2,98	2	1,00
49	1000	860	140	2,69	2	1,00
50	1000	875	125	2,40	2	1,00
51	1000	890	110	2,11	2	1,00
52	1000	905	95	1,82	1	0,00
53	1000	920	80	1,54	1	0,00
54	1000	935	65	1,25	1	0,00
55	1000	950	50	0,96	0	
56	1000	965	35	0,67	0	
57	1000	980	20	0,38	0	
58	1000	995	5	0,10	0	
59	1000	1000	0	0,00	0	



(Випукла траєкторія)

Вихідні дані  
Розрахунок  $R(V)$  окремої роботи

$V_{пл(1)}$  250,0  
 $I_o(1)$  40,0  
 $I_{п(1)}$  20,0  
 $t_o(1)$  6,3  
 $t_{п(1)}$  12,5

$V_{пл(2)}$  250,0  
 $I_o(2)$  20,0  
 $I_{п(2)}$  15,0  
 $t_o(2)$  18,8  
 $t_{п(2)}$  29,2

Параметри розподілу  
ср.кв.відх. 1,7дні  
 $\Delta V$  26,0

$t_i$	$V_o$	$V_{п}$	$V_o - V_{п}$	$(V_o - V_{п}) / \text{дельта } v$		$\log_2 H(V)$
1	40	20	20	0,8	0	
2	80	40	40	1,5	1	0,00
3	120	60	60	2,3	2	1,00
4	160	80	80	3,1	3	1,58
5	200	100	100	3,8	3	1,58
6	240	120	120	4,6	4	2,00
7	260	140	120	4,6	4	2,00
8	280	160	120	4,6	4	2,00
9	300	180	120	4,6	4	2,00
10	320	200	120	4,6	4	2,00
11	340	220	120	4,6	4	2,00
12	360	240	120	4,6	4	2,00
13	380	255	125	4,8	4	2,00
14	400	270	130	5,0	4	2,00
15	420	285	135	5,2	5	2,32
16	440	300	140	5,4	5	2,32
17	460	315	145	5,6	5	2,32
18	480	330	150	5,8	5	2,32
19	500	345	155	6,0	5	2,32
20	500	360	140	5,4	5	2,32
21	500	375	125	4,8	4	2,00
22	500	390	110	4,2	4	2,00
23	500	405	95	3,6	3	1,58
24	500	420	80	3,1	3	1,58
25	500	435	65	2,5	2	1,00
26	500	450	50	1,9	1	0,00
27	500	465	35	1,3	1	0,00
28	500	480	20	0,8	0	
29	500	495	5	0,2	0	
30	500	510	0	0,0	0	

## ДОДАТОК Д

### ПАРАМЕТРИ РОБІТ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУ

№п/п	Найменування робіт	Тривалість	Одиниця виміру	Кількість	Загальна вартість	Виробітка грн/день
1	<b>Кладка стін</b>	246 дней				
2	Кладка стін 1-го поверху	30 дней	куб.м	60	77876	2595,87
3	Кладка стін 2-го поверху	24 дней	куб.м	60	77876	3244,83
4	Кладка стін 3-го поверху	24 дней	куб.м	60	77876	3244,83
5	Кладка стін 4-го поверху	24 дней	куб.м	60	77876	3244,83
6	Кладка стін 5-го поверху	24 дней	куб.м	60	77876	3244,83
7	Кладка стін 6-го поверху	24 дней	куб.м	60	77876	3244,83
8	Кладка стін 7-го поверху	24 дней	куб.м	60	77876	3244,83
9	Кладка стін 8-го поверху	24 дней	куб.м	60	77876	3244,83
10	Кладка стін 9-го поверху	20 дней	куб.м	48	62300	3115,00
11	Кладка стін 10-го поверху	20 дней	куб.м	48	62300	3115,00
12	<b>Перегородки</b>	396 дней			<b>747608</b>	
13	Перегородки 1-го поверху	36 дней	кв.м	176	75007	2083,53
14	Перегородки 2-го поверху	36 дней	кв.м	176	75007	
15	Перегородки 3-го поверху	36 дней	кв.м	176	75007	
16	Перегородки 4-го поверху	36 дней	кв.м	176	75007	
17	Перегородки 5-го поверху	36 дней	кв.м	176	75007	
18	Перегородки 6-го поверху	36 дней	кв.м	176	75007	
19	Перегородки 7-го поверху	36 дней	кв.м	176	75007	
20	Перегородки 8-го поверху	36 дней	кв.м	176	75007	
21	Перегородки 9-го поверху	30 дней	кв.м	140	60035	
22	Перегородки 10-го поверху	30 дней	кв.м	140	60035	
					<b>720126</b>	
23	Перекриття 1-го поверху*	36 дней	куб.м	188,6	744542	20681,72
24	Перекриття 2-го поверху*	36 дней	куб.м	221,6	675634	18767,61
25	Перекриття 3-го поверху*	36 дней	куб.м	221,6	675634	18767,61
26	Перекриття 4-го поверху*	36 дней	куб.м	221,6	606991	16860,86
27	Перекриття 5-го поверху*	36 дней	куб.м	221,6	606991	16860,86
28	Перекриття 6-го поверху*	36 дней	куб.м	221,6	606991	16860,86
29	Перекриття 7-го поверху*	36 дней	куб.м	221,6	606991	16860,86
30	Перекриття 8-го поверху*	36 дней	куб.м	221,6	606991	16860,86
31	Перекриття 9-го поверху*	36 дней	куб.м	221,6	606991	16860,86
32	Перекриття 10-го поверху*	36 дней	куб.м	221,6	606991	16860,86
					<b>6344747</b>	
33	Внутрішні роботи	405 дней	кв.м	13024	1127499	
34	Вікна та вітражи	229 дней	кв.м	1781,69	2221981	
35	<b>Покрівля</b>	114 дней	кв.м	759,15	<b>488191</b>	4282,38
36	Підлога	186 дней	кв.м	12381	2065597	
37	Внутрішнє оздоблення	168 дней	кв.м	13024	1127499	
38	Зовнішнє оздоблення	234 дней	кв.м	8215	3822013	
39	Електротехнічні роботи	220 дней	м/п	28430	2589419	
40	Монтаж інженерних мереж	280 дней	м/п	2640	11811823	

\* Врахований комплекс робіт по монтажу перекриття, сходових маршів, пілонів, діафрагм.

критичні роботи.

## ДОДАТОК Е

### РОЗРАХУНОК СТАНІВ РІЗНОМАНІТНОСТІ КРИТИЧНИХ РОБІТ

	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345		
<b>Кладка стін 1-го поверху</b>																									
Об'єм робіт (тис. грн.) V	747,6																								
Ю	2985,25																								
Іп	2206,49																								
Vo (тис. грн.)	44,8	89,6	134	179	224	269	313	358	403	447,8	493	537	582	627	672	716	747	747	747	747	747	747	747	747	
Vп (тис. грн.)	33,1	66,2	99,3	132	165	199	232	265	298	331	364	397	430	463	496	530	563	596	629	662	695	728	747		
$\Delta V$	11,7	23,4	35	46,7	58	70,1	81,8	93,5	105	116,8	128	140	152	164	175	187	184	151	118	85,1	52	18,9	0		
H(V)	0	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	6	6	4	3	2	1	0	0		
Log <sub>2</sub> H(V)			0,0	0,0	0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,0	2,3	2,3	2,6	2,6	2,0	1,6	1,0	0,0				
<b>Перегородки 1-10-го пов.</b>																									
Об'єм робіт (тис. грн.) V	720,1																								
Ю	2500,23																								
Іп	1666,82																								
Vo (тис. грн.)		37,5	75	113	150	188	225	263	300	338	375	413	450	488	525	563	600	638	675	713	720	720			
Vп (тис. грн.)		25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525			
$\Delta V$	36,7		12,5	25	38	50	62,5	75	87,5	100	113	125	138	150	163	175	188	200	213	225	238	220	195		
H(V)			0	0	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	6		
Log <sub>2</sub> H(V)					0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	2,0	2,0	2,0	2,3	2,3	2,6	2,6	2,6	2,8	2,8	2,8	2,6		
<b>Перекриття 1-10-го пов.*</b>																									
Об'єм робіт (тис. грн.) V	6344,75																								
Ю	18117,73																								
Іп	14823,59																								
Vo (тис. грн.)					272	544	815	1087	1359	1631	1902	2174	2446	2718	2989	3261	3533	3805	4076	4348	4620	4892			
Vп (тис. грн.)					222	445	667	889	1112	1334	1556	1779	2001	2224	2446	2668	2891	3113	3335	3558	3780	4002			
$\Delta V$	136,0				49,4	98,8	148	198	247,1	296	346	395	445	494	544	593	642	692	741	791	840	889			
H(V)					0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6			
LogH(V)							0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,3	2,3	2,3	2,6	2,6			
<b>Покрівля</b>																									
Об'єм робіт (тис. грн.) V	488191																								
Ю	5138,85																								
Іп	3425,90																								
Vo (тис. грн.) Vп (тис. грн.)																									

## ДОДАТОК Ж

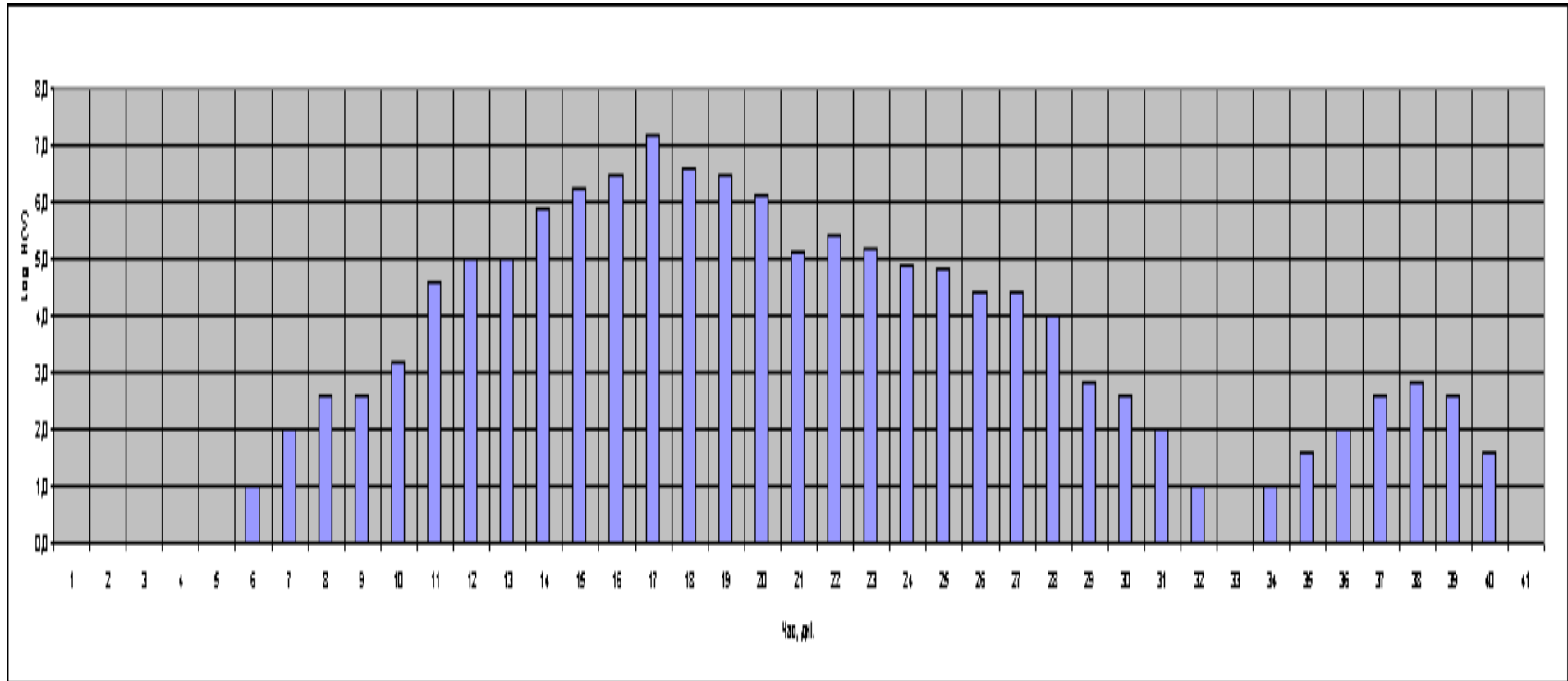
### ПЕРІОД ВІРОГІДНИХ ПАРАМЕТРИЧНИХ ВІДМОВ У ВИКОНАННІ РОБІТ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУ

$\Delta V_{21,4}$

$\text{Log}_2 H(V)$

$$\sum_{i=1}^n \text{Log}_2 H(V)_i$$

0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 1,0 2,0 2,6 2,6 3,2 4,6 5,0 5,0 5,9 6,2 6,5 7,2 6,6 6,5 6,1 5,1 5,4 5,2





**ДОДАТОК 3**  
**ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ**  
**ЗА 2016 – 2017 РР.**

ПОКАЗНИКИ	2016 рік				2017 рік			
	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал
Виконання об'єму робіт, тис. грн.	<b>2 494,1</b>	<b>9 216,9</b>	<b>14 586,0</b>	<b>13 746,6</b>	<b>9 672,9</b>	<b>11 694,1</b>	<b>12 495,0</b>	<b>8 075,7</b>
Виробіток на одного робітника, грн./чол.	<b>6 130,9</b>	<b>45 869,5</b>	<b>52 428,0</b>	<b>57 277,5</b>	<b>18 167,0</b>	<b>43 311,2</b>	<b>60 669,0</b>	<b>38 455,7</b>

Примітка: виробіток в грн./чол. залежить від складу будівельних робіт (є «дорогі» роботи, а є «дешеві»).

## ДОДАТОК И

### СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА 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. Млодецький В.Р. Параметричні відмови у процесі виконання окремої роботи / В.Р. Млодецький, 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. Млодецький, 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. Млодецький, 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 // Найновітє постиження на європейската 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., Млодецький 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. – Днепр: PSACEA, 2017. – Vol. 24. – P. 91-96.

**ДОДАТОК К**  
**АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Приватне  
Акціонерне товариство  
«НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ  
ОБ'ЄДНАННЯ»  
«СОЗИДАТЕЛЬ»



Частное  
Акционерное общество  
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ»  
«СОЗИДАТЕЛЬ»

Код за ЄДРПОУ 13416334  
49000, Україна, м. Дніпропетровськ,  
вул. Серова, 4, тел. 778-54-15  
р/р № 26005428373  
АТ «Райффайзен Банк Аваль»  
м. Київ  
МФО 380805, ІПН 134163304029  
*14.03.18 № 0576-2018*

Код за ЄГРПОУ 13416334  
49000, Україна, г. Днепропетровск,  
ул. Серова, 4, тел. 778-54-15  
р/с № 26005428373  
АО «Райффайзен Банк Аваль»  
г. Киев  
МФО 380805, ИНН 134163304029

на № \_\_\_\_\_

0003598

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заступник ген. директора  
АТ «НВО «СОЗИДАТЕЛЬ»  
Белінський В.



### АКТ впровадження результатів дослідження

Ми, що нижче підписали, начальник Будівельного управління АТ «НВО «СОЗИДАТЕЛЬ» Жукова Н.В., головний інженер Будівельного управління Очеретяний Л.М. склали цей акт в тому, що запропоновані розробки здобувача кафедри менеджменту, управління проектами і логістики Державного вищого навчального закладу «Придніпровської державної академії будівництва та архітектури» Ткач Таїсії В'ячеславівни «Удосконалення методів оцінки управлінської реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва», рекомендації були схвалені і застосовувались при оцінці календарних планів їх розробці та реалізації проекту організації будівництва при зведенні об'єктів будівництва.

Зазначені рекомендації дозволили більш об'єктивно оцінити календарні плани зведення об'єктів будівництва, внаслідок чого було визначено періоди підвищеного рівня ймовірності появи непередбачених ситуацій за етапами реалізації, що забезпечило більшу надійність досягнення кінцевих планових показників.

Начальник Будівельного  
управління АТ «НВО «Созидатель»

Жукова Н.В.

Головний інженер

Очеретяний Л. М.



### ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБОК

Приватне будівельно-монтажне підприємство «Строитель П» підтверджує, що результати дисертаційної роботи Ткач Таїсії Вячеславівни, виконаної у Державному вищому навчальному закладі «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», були впроваджені і використані в практиці при визначенні впливу організаційних рішень календарного плану на появу параметричних відмов.

Апробація показала, що впроваджені запропоновані підходи до коригування календарного плану з метою зменшення вірогідності появи параметричних відмов у процесі будівництва об'єктів, дозволяє забезпечити заплановані показники ефективності проекту зведення об'єктів будівництва.

Зам. директор ПБМП «СТРОИТЕЛЬ П»



Т.А. Яланська



ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ  
"АРХІТЕКТУРНЕ БЮРО "АЛЮР"

п/р 26004622761700  
в ПАТ УкрСиббанк,  
ЄДРПОУ 40740963

49005, Україна,  
м. Дніпро,  
вул. Сімферопольська, 2к/147  
Email: alur\_k@bk.ru

---

**ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ  
РОЗРОБОК**

Про впровадження результатів наукових  
досліджень здобувача Ткач Т. В.  
В практику діяльності ТОВ  
«Архітектурне бюро Алюр»

Надана здобувачу кафедри менеджменту, управління проектами і логістики  
Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія  
будівництва та архітектури» Ткач Таїсії Вячеславівні в тому, що викладені розробки  
здобувача, які були передані товариству з  
обмеженою відповідальністю «Архітектурне бюро Алюр», впроваджені і використані в  
практиці при розробці організаційно-технологічного проектування, календарного  
планування зведення об'єктів будівництва.

Завдяки впровадженню розробок здобувача Ткач Т. В. було проведено  
коригування календарного плану об'єкту будівництва, внаслідок чого був одержаний  
раціональний організаційно-технологічний процес режимів виконання будівельних  
робіт з підвищеним рівнем надійності проекту на різних етапах його реалізації та  
позитивним впливом на заплановані показники ефективності виробничої діяльності  
проекту.

Директор ТОВ  
«Архітектурне бюро Алюр»



Паланчук Д.В.





**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД**  
**«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»**  
 49600, м. Дніпро, вул. Чернишевського, 24А, тел. (056) 745-23-72, факс (0562) 47-07-88,  
[www.pgasa.dp.ua](http://www.pgasa.dp.ua) E-mail: [postmaster@mail.pgasa.dp.ua](mailto:postmaster@mail.pgasa.dp.ua)

14.02.2018 № \_\_\_\_\_

на № \_\_\_\_\_

0001960

**ДОВІДКА**

Надана Ткач Таїсії Вячеславівні, здобувачу кафедри менеджменту, управління проектами і логістики Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», в тому, що результати її досліджень, викладені в кандидатській дисертації «Удосконалення методів оцінки управлінської реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва», використовуються в навчальному процесі Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» при викладанні навчальної дисципліни «Організація будівництва» для студентів напряму підготовки 6.060101 - Будівництво.

Проректор з науково-педагогічної  
та навчальної роботи

Н.І. Верхоглядова

УКРАЇНА  
Міністерство освіти і науки України  
Дніпропетровський національний  
університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
49010, м. Дніпропетровськ,  
вул. Лазаряна, 2  
ЄДРПОУ 01116130  
№ 03/584-2/3 13. 03 2018 р.  
на № \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ДОВІДКА

Надана Ткач Таїсії Вячеславівні, здобувачу кафедри менеджменту, управління проектами і логістики Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» в тому, що результати її наукових досліджень, представлені на Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту», запропонована методика використовується 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.

проректор з науково-педагогічної,  
економічної роботи, перспективного  
та інноваційного розвитку  
д.т.н., професор



А.В. Радкевич