

УДК 658.5

ВИЗНАЧЕННЯ РІЗНОМАНІТНОСТІ СТАНІВ РОБОТИ У ПРОЦЕСІ ЇЇ ВИКОНАННЯ

ТКАЧ Т. В.^{1*}, асист.,
МЛОДЕЦЬКИЙ В. Р.^{2*}, канд. техн. наук, проф.,
ЗАЯЦЬ Є. І.^{3*}, канд. техн. наук, доц.,
МАРТИШ О. О.^{4*}, канд. техн. наук, доц.

^{1*}Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: taisiatkach@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9433-7514

^{2*}Кафедра менеджменту, управління проектами і логістики, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (056) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0871-2128

^{3*}Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

^{4*}Кафедра планування і організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: martysh_oleksandr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

Анотація. Постановка проблеми. Реалізація планів супроводжується наростанням невизначеності стану виробничої системи, яка значною мірою залежить від організаційно-технологічних рішень, закладених у календарний план на стадії його розроблення. Визначення змін різноманітності станів системи по етапах реалізації плану дозволить окреслити ймовірні кризові періоди і завчасно до них підготуватись системі управління. У відповідності з цим, дослідження у галузі удосконалення методології розроблення календарних планів у напрямку розширення факторів, за якими здійснюється оцінювання його реалізованості, зумовлюють *актуальність* статті, *мета якої* – визначення впливу організаційно-технологічних рішень календарного плану на появу параметричних відмов окремої роботи. **Висновок.** Розроблена методика розрахунку динаміки різноманітності можливих станів у процесі виконання окремої роботи дозволяє відслідковувати інтенсивність наростання невизначеності стану системи по етапах реалізації календарного плану.

Ключові слова: календарне планування; організаційно-технологічна надійність; інтенсивність робіт; невизначеність; реалізованість

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ СОСТОЯНИЯ РАБОТЫ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ

ТКАЧ Т. В.^{1*}, асист.,
МЛОДЕЦЬКИЙ В. Р.^{2*}, канд. техн. наук, проф.,
ЗАЯЦЬ Є. І.^{3*}, канд. техн. наук, доц.,
МАРТЫШ А. А.^{4*}, канд. техн. наук, доц.

^{1*}Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: taisiatkach@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9433-7514

^{2*}Кафедра менеджмента, управления проектами и логистики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (050) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0871-2128

^{3*}Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

^{4*}Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: martysh_oleksandr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

Аннотация. Постановка проблемы. Реализация планов сопровождается нарастанием неопределенности состояния производственной системы, которая в значительной степени зависит от организационно-технологических решений, заложенных в календарный план на стадии его разработки. Определение изменений разнообразия состояния системы по этапам реализации плана позволит очертить возможные кризисные периоды и заблаговременно к ним подготовиться системе управления. В соответствии с этим, исследования в области совершенствования методологии разработки календарных планов в направлении расширения факторов, по которым осуществляется оценка его реализуемости, обуславливают актуальность данной работы. **Цель**

статті – определить влияние организационно-технологических решений календарного плана на появление параметрических отказов отдельной работы. **Вывод.** Разработанная методика расчета динамики разнообразия возможных состояний в процессе выполнения отдельной работы позволяет отслеживать интенсивность нарастания неопределенности состояния системы по этапам реализации календарного плана.

Ключевые слова: календарное планирование; организационно-технологическая надежность; интенсивность работ; неопределенность; реализуемость

DETERMINATION OF DIVERSITY OF THE WORKSTATUSES IN THE IMPLEMENTATION PROCESS

TKACH T. V.^{1*}, *Ass.*,
MLODETSKYI V. R.^{2*}, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
ZAIATS Ye. I.^{3*}, *Dr. Sc. (Tech.), Ass.-prof.*,
MARTYSH O. O.^{4*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass.-prof.*

^{1*}Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: taisiatkach@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9433-7514

^{2*}Department of management, project management and logistic, State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0871-2128

^{3*}Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

^{4*}Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: martysh_oleksandr@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

Abstract. Raising of problem. Implementation of the plans is accompanied by an increase in the uncertainty of the state of the production system, which largely depends on the organizational and technological decisions laid down in the calendar plan at the stage of its development. Determining the changes in the diversity of the system statuses, in terms of the implementation stages of the plan, will allow to outline the likely crisis periods and to prepare for them in advance. In accordance with this, research in the field of improving of the methodology for developing the calendar plans in order to expand of the factors on which its feasibility is assessed, determines the relevance of this work. **Purpose of the article.** To determine the impact of organizational and technological decisions of the calendar plan on the appearance of parametric failures of a separate work. **Conclusion.** A methodology for calculating the dynamics of the diversity of possible statuses the process of the executing of a separate work, to monitor the intensity of the increase in the uncertainty of the system status by the stages of the implementation of the calendar plan.

Keywords: scheduling plan; organizational and technological reliability; intensity of work; uncertainty; feasibility

Постановка проблеми. Сучасні методи організації та планування, які застосовуються для розроблення календарних планів у будівництві, в цілому забезпечують можливість їх виконання за факторами ресурсної, фінансової, організаційно-технологічної реалізованості. У такому стані потреби плану в різних видах ресурсів вважаються збалансованими з можливостями їх отримання, як по строках, так і за обсягами. Але при цьому мають місце непоодинокі випадки, коли планові показники і реально досягнені мають помітну негативну розбіжність, це значною мірою пов'язано з проблемами, які виникають під час реалізації планів і які, на етапах їх розробки, ніяк не визначались. Це – наслідок того, що залишається поза увагою такий важливий

процес як оцінювання особливостей управління на етапах виконання планових завдань.

Аналіз публікацій. Реалізація планів супроводжується наростанням невизначеності стану виробничої системи, яка значною мірою залежить від організаційно-технологічних рішень, закладених у календарний план на стадії його розроблення. Визначення змін різноманітності станів системи по етапах реалізації плану дозволить окреслити ймовірні кризові періоди і завчасно до них підготуватись системі управління. У відповідності з цим, дослідження у галузі удосконалення методології розроблення календарних планів у напрямку розширення факторів, за якими здійснюється оцінювання

його реалізованості, зумовлюють актуальність цієї роботи.

Мета статті – визначення впливу організаційно-технологічних рішень календарного плану на появу параметричних відмов окремої роботи; розроблення методики розрахунку динаміки різноманітності можливих станів у процесі виконання окремої роботи; відслідковування інтенсивності наростання невизначеності стану системи по етапах реалізації календарного плану.

Виклад матеріалу. Врахування фактора невизначеності у розробленні календарних планів значно ускладнює цей процес, але, у той же час, наближає його до реальних умов, роблячи його більше достовірним. Якщо календарний план розробляється на детермінованій основі, то вочевидь усі строки виконання як окремої роботи, так і системи робіт є однозначно визначеними і наближеними до оптимістичного значення, що значною мірою зумовлює суттєву розбіжність між плановими і реальними значеннями параметрів плану.

Більш складна ситуація має місце, коли календарний план розробляється з урахуванням імовірнісних зовнішніх та внутрішніх впливових факторів, які у сукупності спричиняють непередбачені, на етапі розроблення плану, затримки – це несвоєчасні поставки матеріалів, погодні умови, інші організаційно-технологічні причини.

Вочевидь, що на етапі розроблення календарного плану заздалегідь передбачити появу всіх цих випадкових факторів неможливо, однак необхідно оцінити їх вплив по етапах реалізації плану. Це дасть можливість у процесі виконання робіт заздалегідь визначити періоди, коли найбільш вірогідні прояви негативних ситуацій у плані виконання робіт.

Існуючі методики дозволяють урахувувати під час розроблення календарних планів імовірність 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 зазначеного строку.

Більш повна картина буде мати місце, коли визначити накопичування невизначеності у процесі виконання як окремої роботи, так і плану в цілому. У цьому разі можна буде розрахувати динаміку зміни невизначеності стану виробничої системи по окремих етапах виконання 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.

У процесі виконання певного обсягу робіт імовірнісна складова в її оцінюванні з'являється починаючи з моменту можливого (оптимістичного) строку її закінчення. Рівень же невизначеності формується на всьому відрізку часу від початку її виконання за оптимістичних умов і завершенні в умовах впливу песимістичних факторів.

«Невизначеність» розглядається як різноманітність станів системи, яких вона (система) може набувати без урахування вірогідності появи кожного з них. Також невизначеність розглядається як відсутність чи обмеженість інформації про щось.

У праці [4] невизначеність розглядається як:

- міра інформації;
- як можливість вибору альтернатив під час рішень прийняття;
- як міра якості інформації і основа розрахунку ризику;
- як 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, коректніше вживати термін «різноманітність системи». Один із засновників кібернетики,

У. Р. Ешбі, множину можливих станів системи розглядав як міру «різноманітності», яка складається з числа можливих станів системи, а також як логарифм цього числа при основі «2» [2]:

$$R(x) = \log n, \quad (1)$$

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

«В качестве меры априорной неопределенности системы в теории информации применяется специальная характеристика, называемая «энтропией» [7].

$$H(X) = \sum_{i=1}^n p_i \log p_i \quad (2)$$

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 зручне тому, що у разі об'єднання назалежних систем (як такі будемо розглядати окремі роботи у складі календарного плану) їх ентропії додаються.

Типова у календарному плануванні ситуація, коли оцінюється ймовірність отримання певного результату виконання роботи чи робіт, що перебуває в межах діапазону можливих станів $X_{\min} \leq X \leq X_{\max}$ тоді для застосування формул (1, 2) потрібно встановити точність визначення цього параметра Δx для того, щоб розрахувати кількість можливих станів системи $n = (X_{\max} - X_{\min}) / \Delta x$.

У будівництві запроваджена і успішно використовується для оцінювання календарних планів теорія організаційно-технологічної надійності. Один з основних параметрів, що впливають на надійність, – це діапазон можливих значень контрольованого параметра. За такого підходу оцінюється надійність «кінцевого

результату» діяльності організації з реалізації плану за певний проміжок часу.

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

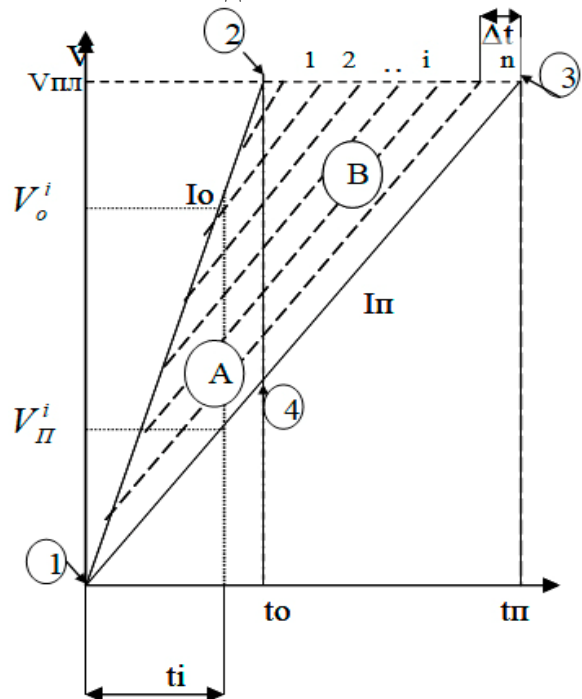


Рис. 1. Розрахункова схема визначення поточної різноманітності станів у процесі виконання окремої роботи

На рисунку 1 наведено графічну інтерпретацію динаміки рівня різноманітності часу виконання окремої роботи обсягом $V_{пл}$. Діапазон можливих (випадкових) траєкторій реалізації даної роботи обмежений оптимістичною I_o і песимістичною I_i інтенсивностями, які визначають відповідно оптимістичний t_o та песимістичний t_i строки закінчення роботи. У межах цього часового діапазону можна визначити для кожного моменту часу t_i

$(t_0 \leq t_i \leq tn)$, розрахувати відповідний оптимістичний $V_o^i = I_o t_i$ та песимістичний $V_i^i = I_i t_i$ обсяг виконаних робіт.

Діапазон можливих станів системи виконання робіт у довільний час t_i визначається різницею $(V_o^i - V_{II}^i)$ можливих станів системи. Кількість таких станів можна буде розрахувати тільки після встановлення точності визначення контрольованого параметра ΔV .

Визначення точності розрахунків – суб’єктивний процес, у нашому випадку будемо розраховувати ΔV через значення середньоквадратичного відхилення часу виконання планового обсягу робіт. Для цього, відповідно до відомого з теорії ймовірності правила «трьох сигм», обчислюють орієнтовне значення середнього квадратичного відхилення випадкової величини: беруть максимальне практичне 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 параметра на рівні середнього квадратичного відхилення:

$$\sigma_i = (t_o - t_{II}) / 6 = \frac{1}{6} (V_n / I_{II} - V_n / I_o) = \frac{V_n}{6} \left(\frac{1}{I_{II}} - \frac{1}{I_o} \right). \quad (3)$$

Тоді остаточно, після нескладних перетворень, точність визначення виконаного обсягу робіт складе:

$$\Delta V = \sigma_i I_{II} = \frac{I_{II} * V_n}{6} \left(\frac{1}{I_{II}} - \frac{1}{I_o} \right). \quad (4)$$

У загальному випадку умови визначення підходу до розрахунку ΔV можуть бути іншими і визначатися додатковими умовами

аналізу, але одне правило залишається незмінним: $\Delta V = const$ для усіх робіт календарного плану, які підпадають під аналіз на даному відтинку часу.

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

$$H_i = (V_o^i - V_{II}^i) / \Delta V = (I_o t_i - I_{II} t_i) / \Delta V = 6 * \left(\frac{t_i I_o}{V_n} \right). \quad (5)$$

Відповідно до виразу (1) кількісна міра різноманітності поточного стану (на момент t_i) виконання робіт складе:

$$R(V)_i = \log \{ t_i (I_o - I_{II}) \} / \Delta V.; \quad (0 \leq t_i \leq t_{II}). \quad (6)$$

Далі проведемо дослідження динаміки зміни міри різноманітності по етапах виконання окремої роботи, встановимо залежність $R(V) f(t)$. Для цього визначимо характерні зони на графіку виконання роботи (рис. 1). Характерна зона визначається терміном часу, впродовж якого не відбувається змін 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 (1-4), при значеннях параметра t_i у межах $(0 \leq t_i \leq t_o)$.

Для зони (В) розрахунок виконується за формулою:

$$R(V)_i = \log (V_{n_i} - I_{II} t_i) / \Delta V. \quad (V_n / I_o \leq t_i \leq t_{II}) \quad (7)$$

Логіка послідовності виконання розрахунків наведена у вигляді блок-схеми (рис. 2).

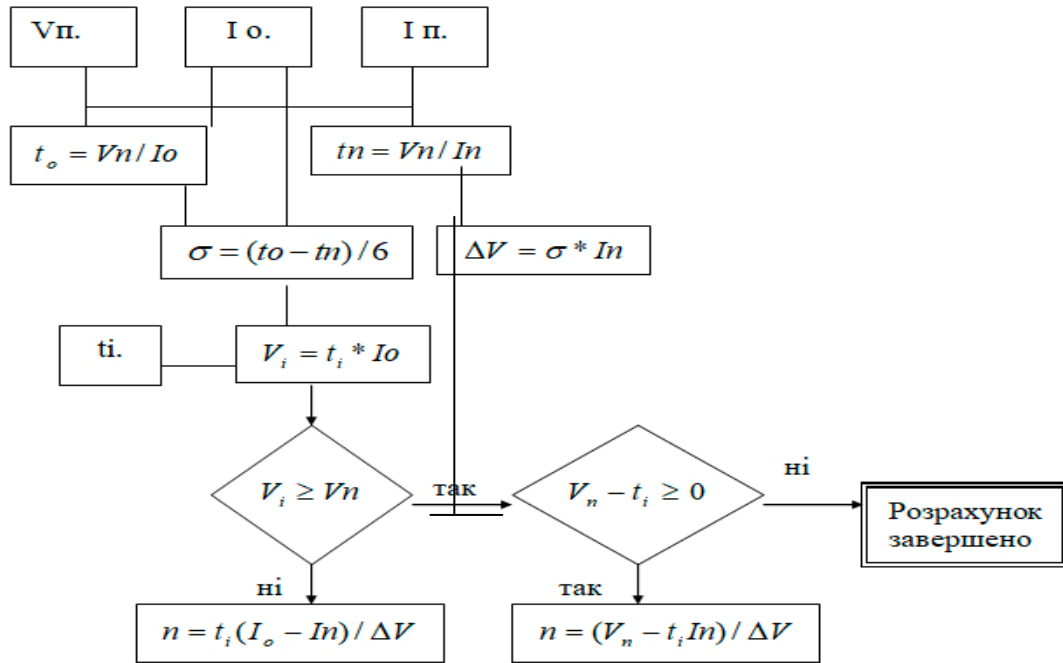


Рис. 2. Блок-схема розрахунку різноманітності станів по етапах виконання окремої роботи фіксованого обсягу

Для того, щоб виключити з розрахунку $R(V)$ від’ємні значення, число під логарифмом округляємо до цілого вниз.

Гістограма розрахунку наведена на рисунку 3.

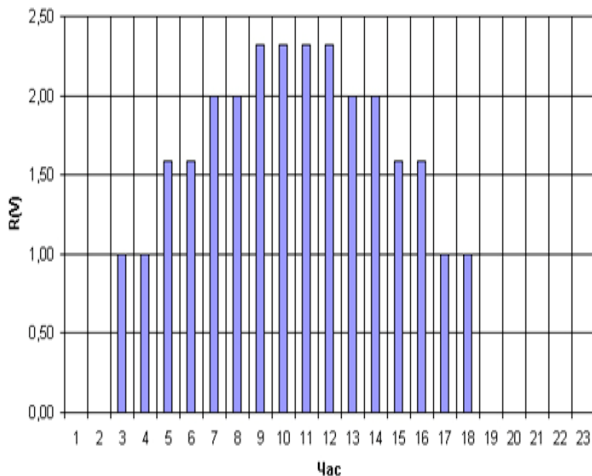


Рис. 3. Гістограма динаміки різноманітності станів виконання окремої роботи

Як видно з гістограми, на початку і в кінці значення параметра невизначеності дорівнює нулю, хоча робота у цей період виконується, ці зони нечутливості залежать від вибраного значення точності розрахунків, а саме ΔV ; чим точніші вимоги до розрахунків, тим $\Delta V \rightarrow \min$

відповідно зменшуються періоди «нечутливості» в 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 наших досліджень обмежимося розрахунками різноманітності станів системи.

Визначившись з основними підходами до розрахунку різноманітності станів окремої роботи фіксованого обсягу, перейдемо до розгляду більш складної ситуації, типової у календарному плануванні робіт, а саме, виконання окремої роботи на декількох послідовних захватках.

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

що роботи виконуються з песимістичною інтенсивністю V_{ii}^I .

$$V_{ii}^O = \sum_{j=1}^{j=(n-1)} V_j^O + I_j^O \left(t_i - \sum_{j=1}^{j=(n-1)} t_j^O \right). \quad (8)$$

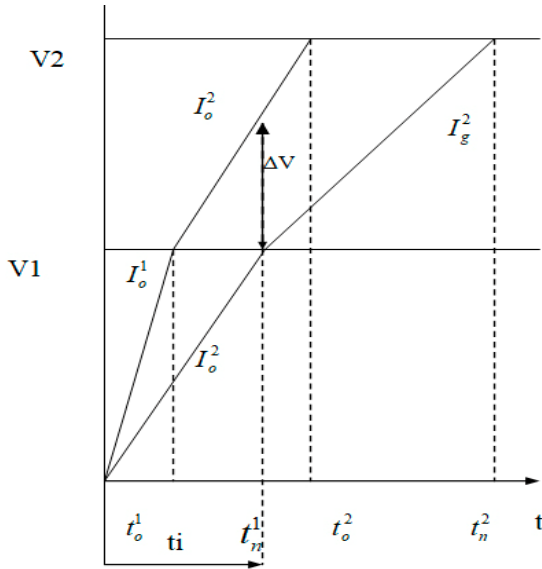


Рис. 4. Розрахункова схема визначення поточної різноманітності станів у процесі виконання окремої роботи на суміжних захватках

$$V_{ii}^II = \sum_{j=1}^{j=(n-1)} V_j^II + I_j^II \left(t_i - \sum_{j=1}^{j=(n-1)} t_j^II \right) \quad (9)$$

$$H_i = (V_{ii}^O - V_{ii}^II) / \Delta V. \quad (10)$$

У цих розрахунках параметр точності ΔV розраховується за параметрами розподілу часу закінчення роботи. За цією методикою виконано розрахунок динаміки різноманітності станів роботи, гістограма результатів розрахунку наведена на рисунку 5.

Циклограма і гістограма цього прикладу наведені на рисунках 5, 7. Як видно, проміжок часу від 14 до 19 днів відповідає зростанню інтенсивності різноманітності стану.

Спроба уникнути такого зростання за допомогою додаткового резерву часу (R) (рис. 5) по пізніх строках виконання роботи, які визначаються песимістичною інтенсивністю (за аналогією з коригуванням

графіка по критерію рівномірності споживання ресурсів) не дала очікуваного 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 графіка, з якою треба рахуватись під час розроблення плану її виконання, враховуючи, що в цей період можливі параметричні відмови, до яких слід завчасно підготуватись.

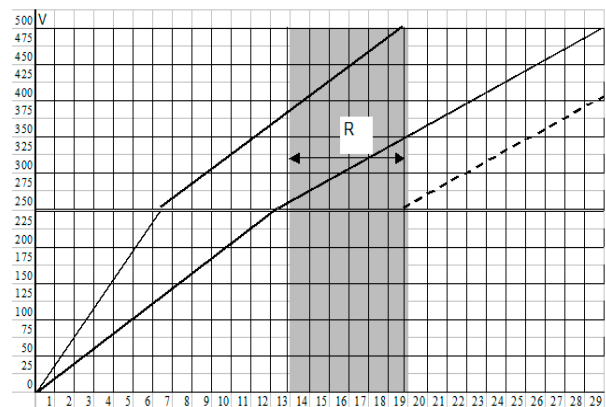


Рис. 5. Циклограма виконання роботи на суміжних захватках (пунктиром вказано варіант коригування по пізніх строках виконання роботи)

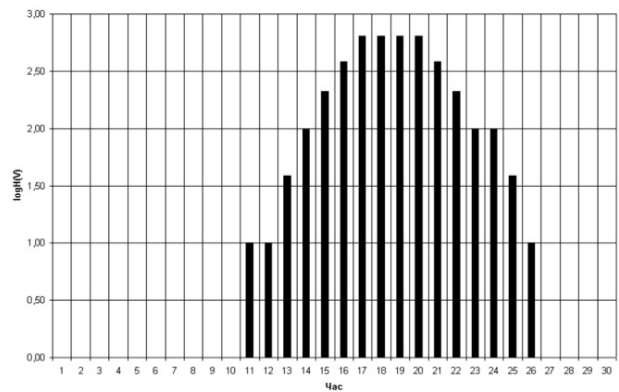


Рис. 6. Гістограма динаміки різноманітності станів (виупукла траєкторія)

Виконано розрахунки станів різноманітності для варіанта прогнутаї траєкторії виконання робіт, відповідна гістограма наведена на рисунку 7. Для порівняння отриманих гістограм (рис. 6, 7) режими виконання робіт прийняті як і у першому прикладі (виупукла траєкторія,

тільки режими першої і другої захваток поміняні місцями).

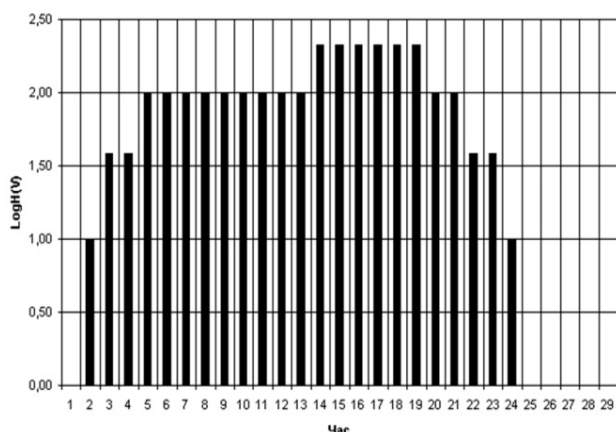


Рис. 7. Гістограма динаміки різноманітності станів (прогнута траєкторія)

Порівняння діаграм свідчить про помітну між ними розбіжність:

1. максимальний рівень різноманітності для прогнутаї траєкторії складає 2,81, а для випуклої – 2,32;

2. зона початкової нечутливості відповідно для прогнутаї – 10 днів, для випуклої – всього один день.

Наведені порівняння свідчать про очевидні переваги випуклої траєкторії виконання робіт. Аналогічний висновок зроблено у праці [6], але він отриманий на підставі аналізу резервів часу відносно

прямолинійної траєкторії (графіка виконання робіт).

Очевидно, що таке рішення щодо організації виконання робіт доцільно застосовувати до ведучих процесів і робіт, які перебувають на критичному шляху.

Висновки. 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. Кількісною мірою невизначеності пропонується прийняти різноманітність станів системи:

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

2. На базі запропонованої розрахункової схеми отримано формулу визначення точності різноманітності станів у процесі виконання окремої роботи, на базі якої будується гістограма динаміки різноманітності станів по етапах виконання роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Прогнозування параметричної надійності радіоелектронної апаратури при двосторонньому обмеженні дрейфу визначального параметра / Ю. Я. Бобало, А. П. Бондарев, Л. А. Недоступ, П. М. Заярнюк // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – № 3/2 (23). – С. 79-83.
2. Вентцель Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – Изд. 3-е, испр. – Москва : Наука, 1964. – 572 с.
3. Дружинин Г. В. Надежность автоматизированных производственных систем / Г. В. Дружинин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Энергоатомиздат, 1986. – 480 с.
4. Кузьмин Е. А. Неопределенность и определенность в управлении организационно-экономическими системами: монография / Е. А. Кузьмин ; отв. ред. Ф. Я. Леготин. – Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, 2012. – 184 с.
5. Млодецкий В. Р. Обґрунтування раціонального рівня організаційно-технологічної надійності у будівельних проектах / В. Р. Млодецький, Т. О. Ценацевич // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2015. – № 9. – С. 47–54.
6. Организационно-технологическая и экономическая надежность в строительстве : монография / В. Р. Млодецкий, Р. Б. Тян, В. В. Попова, А. А. Мартыш ; под общ. ред. Р. Б. Тяна. – Днепропетровск : Наука и образование, 2013. – 193 с.

REFERENCES

1. Babalo Yu.Ya., Bondarev A.P. and Nedostup L.A. *Prognozuvannia parametrychnoi nadiinosti radioelektronnoi aparatury pry dvostoronnomu obmezhenni dreifu vyznachalnogo parametra* [Forecasting of parametric reliability of electronic equipment at two-way limit of drift of determining parameter]. *Technologicheskij audit i rezervy proizvodstva* [Technological audit and production reserves]. 2015, no. 3/2(23), pp. 79-82. (in Ukrainian).
2. Ventsel E.S. *Teoriya veroyatnosti* [Probability theory]. Moskva: Nauka, 1964, 572 p. (in Russian).

3. Druzhinin G.V. *Nadezhnost avtomatizirovannykh proizvodstvennykh sistem* [Reliability of automated production systems]. Moskva: Energoatomizdat, 1986, ed. 4, 480 p. (in Ukrainian).
4. Kuzmin E.A., ed. Legotin F.Ya. *Neopredelennost i opredelennost v upravlenii organizatsionno-ekonomicheskimi sistemami* [Uncertainty and certainty in the management of organizational and economic systems]. Ekaterenburg: Institutekonomiki UrO RAN, 2012, 184 p. (in Russian).
5. Mlodetskij V. R. and Tsenatsevich T.O. *Obgruntuvannia ratsionalnoho rivnia organizatsiyno-tekhnologichnoi nadiinosti u budivelnikh projektakh* [Substantiation of rational level of organizational and technological reliability in construction designs]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2015, no. 9, pp. 19-24. (in Ukrainian).
6. Mlodetskiy V.R., Tyan R.B. and Popova V.V., ed. Martish A.A. *Organizacionno-texnologicheskaya i ekonomicheskaya nadezhnost v stroitelstve* [Organizational-technological and economic reliability in construction]. Dnepropetrovsk: Nauka i obrazovanie, 2013, 193 p. (in Russian).

Рецензент: Кравчуновська Т. С., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 10.09.2017 р.

Прийнята до друку: 18.10.2017 р.