

УДК 69.032.22:658.512.4

ПАРАМЕТРИЧНІ ВІДМОВИ У ПРОЦЕСІ ВИКОНАННЯ ОКРЕМОЇ РОБОТИ

МЛОДЕЦЬКИЙ В. Р.¹, *д.т.н., проф.*,
ЗАЯЦЬ Є. І.,² *д.т.н, проф.*,
ТКАЧ Т. В.³, *ас.*

¹Кафедра менеджменту, управління проектами і логістики, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0871-2128

² 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: zei83dici@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

³ 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: taisiatch@gmail.com ORCID ID: 0000-0002-9433-7514

Анотація. Постановка проблеми. В процесі виконання окремої роботи в будівельній галузі на неї впливає сукупність ймовірних по своїй природі дестабілізуючих факторів зовнішнього та внутрішнього середовища. Кваліфікаційний рівень працівників, стан трудової дисципліни, рівень внутрішньої самоорганізації та інше. Якщо у майбутньому не будуть застосовані певні компенсуючі заходи, то у підсумку велика ймовірність, того що планові показники не будуть досягненні. 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 появу цих факторів ризику. **Мета** статті полягає у підвищенні рівня надійності виконання роботи за рахунок максимально можливого подовження терміну знаходження роботи у працездатному стані, до появи масових відмов. **Висновки.** Доказана правомірність використання термінів параметрична відмова, напрацювання до відмов, які є поширеними в теорії надійності технічних систем, для оцінки роботи організаційно-технологічних систем. Встановлено, що термін напрацювання до появи масових відмов залежить від заданої надійності виконання роботи, середньо квадратичного відхилення у розподілі інтенсивностей виконання роботи конкретним виконавцем. Аналіз роботи виробничих підрозділів будівельної організації показав суттєву залежність терміну напрацювання до появи масових відмов від коефіцієнту варіації інтенсивностей виконання місячних обсягів робіт, який був розрахований за даними річної програми. Встановлено, що резерви часу роботи приводять, при інших рівних умовах, до зростання терміну напрацювання до відмов, це дозволяє за рахунок організаційних заходів, при розробці календарних планів будівництва, впливати на рівень роботоспроможності окремих робіт.

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

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ОТКАЗЫ В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

МЛОДЕЦКИЙ В. Р.¹, *д.т.н., проф.*,
ЗАЯЦЬ Е. И.², *д.т.н, проф.*,
ТКАЧ Т. В.³, *асс.*

¹Кафедра менеджмента, управления проектами и логистики. Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0871-2128

²Кафедра планирования и организации производства. Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

³Кафедра планирования и организации производства. Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: taisiatch@gmail.com ORCID ID: 0000-0002-9433-7514

Аннотация. Постановка проблемы. В процессе выполнения отдельной работы в строительной отрасли на нее влияет совокупность возможных по своей природе дестабилизирующих факторов внешней и внутренней среды. Квалификационный уровень работников, состояние трудовой дисциплины, уровень внутренней самоорганизации и прочее. Если в будущем не будут применены определенные компенсирующие меры, то в итоге большая вероятность, того что плановые показатели не будут достигнуты. Влияние этих факторов является объективным, поэтому крайне сложно заранее

предсказать не только их появление, но также «силу» их дестабилизирующего влияния на режим выполнения работы. В этих условиях большая роль отводится процессу управления этой работой, эффективность которой зависит от возможности прогнозировать появление этих факторов риска. **Цель статьи** заключается в повышении уровня надежности выполнения работы за счет максимально возможного продления срока нахождения работы в работоспособном состоянии, до появления массовых отказов. **Выводы.** Доказана правомерность использования терминов параметрический отказ, наработка до отказов, которые являются распространенными в теории надежности технических систем, для оценки работы организационно-технологических систем. Установлено, что срок наработки до появления массовых отказов зависит от заданной надежности выполнения работы, средне квадратичного отклонения в распределении интенсивностей выполнения работы конкретным исполнителем. Анализ работы производственных подразделений строительной организации показал существенную зависимость срока наработки до появления массовых отказов от коэффициента вариации интенсивностей выполнения месячных объемов работ, который был рассчитан по данным годовой программы. Установлено, что резервы времени работы приводят, при прочих равных условиях, к росту срока наработки к отказам, это позволяет за счет организационных мероприятий, при разработке календарных планов строительства, влиять на уровень работоспособности отдельных работ.

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

PARAMETRIC FAILURE DURING THE WORK ITEM PERFORMANCE PROCESS

MLODETSKIY V. R.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
ZAIATS Y. I.², *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
TKACH T. V.³, *Ass. Prof.*

¹ Department of Management, project management and logistic, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0871-2128

² Department of Construction technology, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: zei83dici@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

³ Department of Construction technology, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: taisiatkach@gmail.com. ORCID ID: 0000-0002-9433-7514

Annotation. Formulation of the problem. In the construction industry, the process of work item performing is affected by a set of destabilizing external and internal factors. The qualification level of employees, the state of labor discipline, the level of internal self-organization etc. It is important to apply compensatory measures, otherwise there is a high probability that planned indicators will not be achieved. An influence of these factors is objective, therefore it is extremely difficult to predict their appearance, and also the "strength" of their destabilizing effect on the work performance regime. In these conditions, a significant role belongs to the management process of this work, it's effectiveness depends on the ability to predict the occurrence of risk factors. **The purpose** of the article is to increase the level of work performance reliability due to the maximum possible prolongation of the work period in a working condition, before the appearance of mass failures. **Conclusions.** The legitimacy of using of terms "parametric failure" and "time to failure", which are widely used in the technical systems reliability theory for assessing the performance of organizational and technological systems is proved. It is found out that time to failure before the appearance of mass failures depends on the given work performance reliability and standard deviation in the distribution of work performance intensity by a specific performer. Building organization production departments work analysis showed a significant dependence of time to failure on the variation coefficient of the monthly workloads intensity, calculated in accordance with annual program data. It is adjusted that slack time leads to the increase of time to failure; this allows influencing the efficiency level of work item at the expense of organizational measures, while developing construction scheduling plans.

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

Постановка проблеми

В процесі виконання окремої роботи на неї впливає сукупність ймовірних по своїй природі дестабілізуючих факторів зовнішнього та внутрішнього середовища. Кваліфікаційний рівень працівників, стан трудової дисципліни, рівень внутрішньої самоорганізації та інше, наведемо приклади внутрішніх факторів: - збої у поставках ресурсів; - помилки у проектно-кошторисній

документації; - проблеми з фінансуванням; - зовнішні фактори сукупний вплив яких, призводить до порушення планового режиму виконання робіт.

Якщо у майбутньому не будуть застосовані певні компенсуючі заходи, то у підсумку велика ймовірність того, що планові показники не будуть досягненні.

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.

Мета

Підвищення рівня надійності виконання роботи за рахунок максимально можливого подовження терміну знаходження роботи у працездатному стані, до появи масових відмов.

Виклад матеріалу

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 виходження значення одного чи декількох параметрів

технологічного процесу за межі, які встановлені в нормативно-технічній чи проектній документації» [7].

«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 границі області працездатних станів [2].

Характеристики відмов.

1. За типом відмови поділяються на: - відмови функціонування; - відмови параметричні.

2. За своєю природою відмови можуть бути: - випадкові; - систематичні.

Оскільки час настання відмови T - є величина випадкова, то імовірність відмови $Q(t)$.

$Q(t)$ - імовірність того, що випадкова величина T набуде значення, меншого або рівного t , де t - час, за який визначається показник надійності, тобто імовірністю відмови називається імовірність того, що за певних умов експлуатації в заданому інтервалі часу виникне хоча б одна відмова: $Q(t) = P(T < t)$.

3. За характером появи відмов бувають: - раптові; - поступові; - конструкційна відмова; - виробнича відмова; - експлуатаційна відмова.

4. За наслідками: критична відмова - відмова, що за оцінками може привести до травмування людей, значних матеріальних збитків чи до інших неприйнятних наслідків [2].

Таблиця 1

Визначення терміну «параметрична відмова» / Definition of the term «parametric failures»

Джерело	Визначення терміну «параметрична відмова»
Прогнозування параметричної надійності радіоелектронної апаратури при двосторонньому обмеженні дрейфу визначального параметра [2].	Параметрична надійність визначається ймовірнісними показниками відповідності визначальних параметрів заданим значенням і прогнозуванням їх зміни.
Багаторозрядні АЦП і ЦАП із ваговою надлишковістю, стійкі до параметричних відмов [1].	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 поступовому змінненні значень одного чи декількох параметрів об'єкта в процесі експлуатації.
ДСТУ 2470-94. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення [4].	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; перевищення матеріальних та вартісних витрат; неприпустиме забруднення навколишнього середовища, причиною якого є процес функціонування системи тощо.

Аналізуючи наведені ознаки класифікації можна визначити, що в той чи іншій мірі вони притаманні виробничому процесу у будівельній галузі. Так, наприклад, відмова може бути, і функціональна, і параметрична. Якщо виконується механізована робота то з відмовою 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 (таблиця 1).

При реалізації виробничого процесу є контрольні параметри по яким 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 звані, визначальний параметр який регулюється.

При проведенні аналізу поточного стану системи, визначальний параметр системи у момент (T_0)

коригується (процес відновлення працездатності) до планового рівня (I_{pl}) (детермінована величина). При подальшому виконанні роботи цей параметр змінюється під впливом випадкових впливаючих факторів різної природи. Таким чином, визначальний параметр який регулюється, є повністю 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 регулювання повторюється знову.

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 (Δ_{don}), при менших відхиленнях система ще має можливість відновитись і відмова не стає критичною (рис.1).

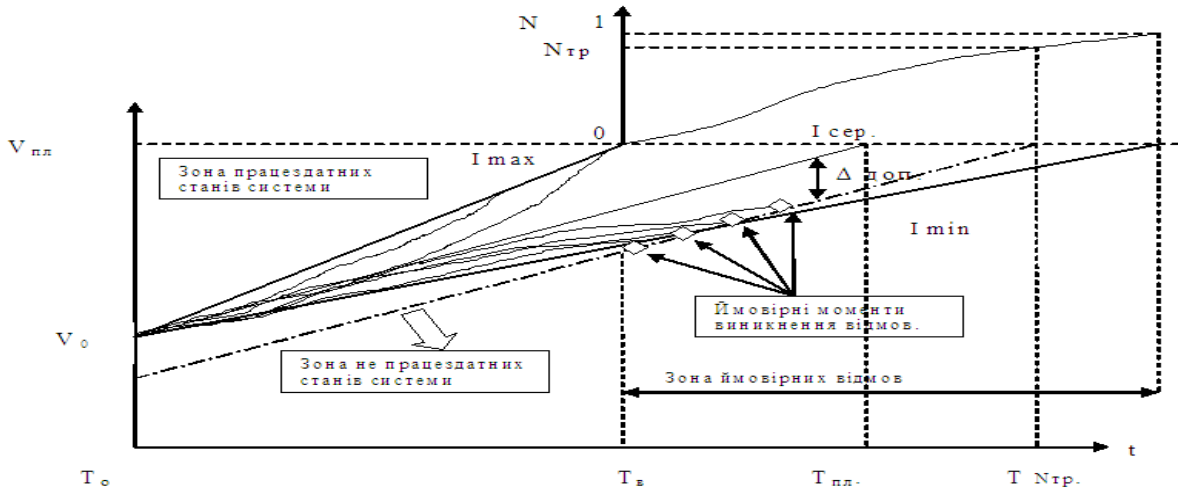


Рис.1. Виникнення відмов при одній не випадковій межі поля допустимого відхилення / The emergence of failures with one not random margin of the field of permissible deviation

При виконанні окремої будівельної роботи по календарному плану встановлюється плановий обсяг виконання робіт (V_{pl}), а також плановий строк її виконання (T_{ntr}). Між поточним станом роботи ($V; T_0$) і кінцевим ($V_{pl}; T_{ntr}$) існують безліч випадкових траєкторій виконання робіт, але вони знаходяться в межах оптимістичній (I_{max}) і песимістичній (I_{min}) 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. Графік функції надійності для діапазону термінів ймовірного завершення робіт наведений у верхній частині рис. 1. Встановлюючи потрібний рівень надійності [3, 5, 6], визначаємо відповідний строк закінчення робіт по відношенню до якого встановлюється межа появи відмов (рис. 1) і рівень допустимих відхилень стану системи Δ_{don} .

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 $Vp f(T)$ за межі області допустимих відхилень $[V_n(T) + \Delta_{don}]$ настає параметрична відмова. Система зберігає свою працездатність, але параметри її функціонування погіршуються. Точки перетину випадкових реалізацій траєкторій з граничною лінією

відповідають моментам настання відмови системи (на рис.1 ці точки позначені ромбиками).

Поперед 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. 1 показана зона відмов системи починаючи з моменту T_e .

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 ($I_{кр}$),

$$I_{кр} = \frac{V_{pl} - V_0}{T_{ntr} - T_0} \quad (1)$$

В такій постановці стає можливим вирішення задачі - розрахувати період напрацювання до появи відмови (рис. 2). Стан такої системи визначається наступним виразом (2):

$$T = \frac{(I_{сер} - I_N)}{W} \quad (2)$$

де W є ймовірнісною величиною і характеризує швидкість разрегулювання інтенсивності виконання робіт. Закон розподілу якої є нормальний з параметрами:

- середнє квадратичне відхилення σ_w ;
- математичне очікування m_w .

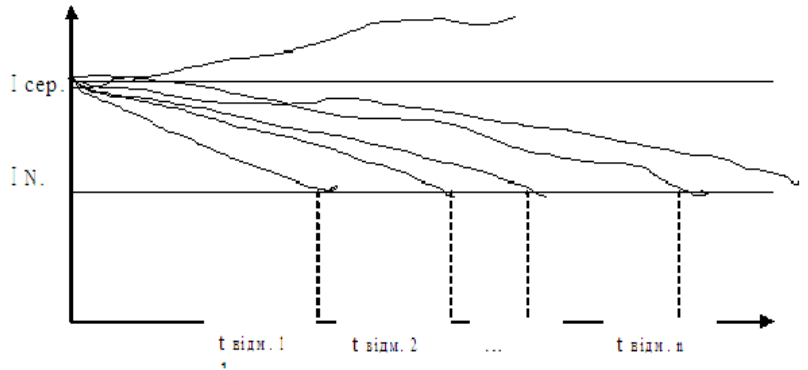


Рис. 2 Розрахункова схема визначення часу напрацювання до відмови / Calculation scheme for determining the time to failure

В роботі [3] наведена формула розрахунку щільності розподілу (T), на основі альфа-розподілу

$$f(t) = \frac{c\beta}{t^2\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\beta}{t} - \alpha\right)^2\right], \quad (3)$$

де $\beta = |I_{сер} - I_N| / \sigma_w$ відносний запас довговічності; $\alpha = |m_w| / \sigma_w$ відносна середня швидкість зміни параметру.

реальних значеннях визначальних параметрах про стан виконання роботи на поточний час, при потребі здійснюються потрібні управлінські дії по 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).

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

$$t_n = \beta g(\alpha), \quad (4)$$

де $g_n = \frac{t_n}{\beta}$.

У роботі [3] наводиться зовнішній вид залежності $g_n(\alpha)$, для зручності подальшого використання цього виразу визначимо емпіричну формулу яка достатньо близько відображає цю залежність.

Враховуючи значення параметрів β , α , t_n , остаточно цей вираз (3) записується у наступному вигляді

$$t_n = \frac{(I_{сер} - I_N)}{\sigma_w} * 0.4489 \left(\frac{m_w}{\sigma_w}\right)^{-0.78} \quad (5)$$

Аналіз структури формули (5) показує, що вона має об'єктивну і суб'єктивну складові:

- об'єктивна (A) визначається параметрами нормального розподілу середнім квадратичним відхиленням σ_w і математичним очікуванням m_w ;
- суб'єктивна (B) визначається бажаним рівнем надійності досягнення кінцевого результату виконання роботи I_N .

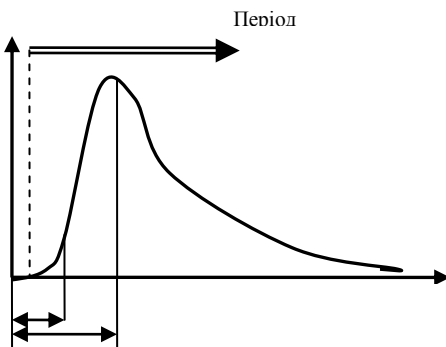


Рис.3. Графік щільності альфа-розподілу / Alpha Distribution

Форма щільності розподілу по формулі (3) має вигляд (рис. 3). 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 (t_n). У цей момент здійснюється зняття інформації щодо

З урахуванням наведеного даних вираз запишемо у вигляді:

$$t_n = A * B \Rightarrow \max, \quad (6)$$

$$\text{де } A = \frac{I_{cep}}{\sigma_w} * 0.4489 \left(\frac{m_w}{\sigma_w} \right)^{-0.78};$$

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

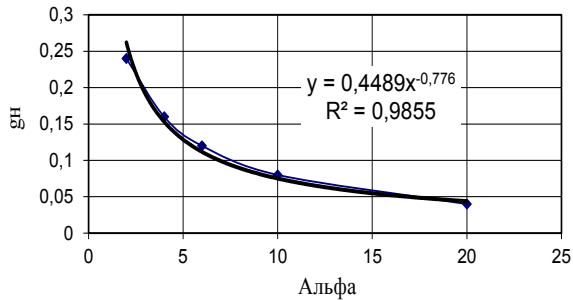


Рис. 4. Графік залежності $g_n(\alpha)$ / Graph of dependence

Перший співмножник у виразі (6) визначається результатами статистичної обробки даних підприємства за певний період часу. Для їх зміни в частині мінімізації σ_N 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 (B) і відповідному скороченню терміну напрацювання до появи масових відмов.

Термін напрацювання до початку масових відмов скорочується при зростанні середнього квадратичного відхилення σ_w і зменшенні діапазону регулювання ($I_{cep} - I_N$). Таким чином, намагання скоротити термін виконання робіт приводить до зростання інтенсивності виконання робіт зменшенню діапазону регулювання і, як наслідок, скороченню терміну напрацювання до масових відмов в режимі виконання роботи.

Аналіз графіку (рис. 5) показує прямо пропорційну залежність цих параметрів, кутовий коефіцієнт, відповідно до цього, є постійним.

Визначимо у загальному вигляді значення цього кутового коефіцієнту

$$k = \frac{I_{cep} - I_N}{t_n}, \quad (7)$$

Після підстановки значення t_n із виразу (5) і відповідних перетворень, остаточно отримаємо

$$k = 2.23 \sigma_w \left(\frac{m_w}{\sigma_w} \right)^{0.78} \quad (8)$$

Як випливає 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.

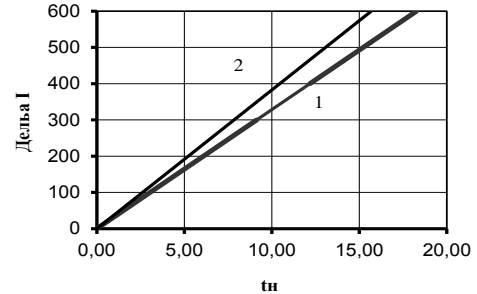


Рис. 5 Графік залежності терміну напрацювання до початку масових відмов (t_n) від діапазону інтенсивностей виконання робіт / Graph of the dependence of the working term to the beginning of mass failures (t_n) from the range of work intensity

$$\Delta I = (I_{cep} - I_N), \quad (1 - \sigma = 5; 2 - \sigma = 10).$$

Із зростанням σ_w зростає швидкість неузгодження інтенсивності виконання робіт і відповідним чином це приводить до скорочення терміну напрацювання до масових відмов.

З метою апробації запропонованої методики був виконаний розрахунок періоду напрацювання до початку масових відмов для будівельного підприємства у складі якого знаходяться десять виробничих підрозділів.

Зведені дані місячних обсягів виконаних протягом року робіт наведені у додатку (А). За цими даними розраховано середньомісячний об'єм робіт і середнє квадратичне відхилення по кожному з підприємств. Враховуючи, що місячні об'єми робіт окремих виробничих підрозділів суттєво відрізняються, з метою нейтралізації цього фактору у подальших розрахунках, був використаний для характеристики рівня варіації признака відносний показник коефіцієнт варіації

$$K_v = \frac{\sigma}{\bar{V}}, \quad (9)$$

де σ - середнє квадратичне відхилення; \bar{V} - середнє місячний обсяг виконаних робіт.

Для подальших розрахунків приймалось, що місячний обсяг робіт розглядався як інтенсивність у вимірі тис. грн./місяць, середньорічна місячна інтенсивність дорівнює $I_{наб}$ у формулі (5).

Вважаючи відомими параметри нормального розподілу, можемо визначити рівень інтенсивності виконання робіт I_N потрібний для завершення роботи з заданим рівнем надійності N . Для цих цілей використовуємо теорему вірогідності потрапляння

випадкової величини в заданий інтервал значень параметру $P(I_{onm} \geq I \geq I_{зад})$.

Таблиця 2

Розрахунок терміну напрацювання до початку масових відмов / Calculation of the working term

Підрозділ	Параметри розподілу		Kv	IN	t _n (міс.)
	Сер. знач.	СКО			
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	443,3	391,6	0,9	181,0	0,33
7	480,1	379,9	0,8	225,5	0,36
8	460,1	149,3	0,3	360,0	0,72
3	451,2	283,8	0,6	261,1	0,43
4	474,9	423,1	0,9	191,4	0,33

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

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

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

$$I_N = I_{сер} - 0,67\sigma_w \quad (10)$$

На основі даних додатку А був виконаний розрахунок терміну напрацювання до відмов (таблиця. 2).

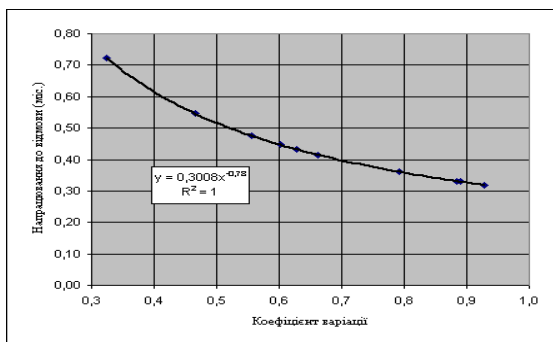


Рис. 6. Залежність терміну напрацювання до відмов від коефіцієнту варіації / Dependence of the working term to failure from the variation coefficient

За даними таблиці відслідковується суттєва залежність терміну напрацювання до відмов від коефіцієнту варіації, що підтверджує правомірність попереднього припущення його впливу на цей параметр, чим вища швидкість неузгодження значень параметру, за яким здійснюється контроль виконання роботи, тим більш короткий термін напрацювання до відмов.

За даними наведеної таблиці був побудований графік залежності терміну напрацювання до відмов від коефіцієнту варіації (рис.6).

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.4. 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.

Висновки

1. Доказана правомірність використання термінів параметрична відмова, напрацювання до відмов, які є поширеними в теорії надійності технічних систем, для оцінки роботи організаційно-технологічних систем.

2. Встановлено, що термін напрацювання до появи масових відмов залежить від заданої надійності виконання роботи, середньо квадратичного відхилення у розподілі інтенсивностей виконання роботи конкретним виконавцем.

3. Аналіз роботи виробничих підрозділів будівельної організації показав суттєву залежність терміну напрацювання до появи масових відмов від коефіцієнту варіації інтенсивностей виконання місячних обсягів робіт, який був розрахований за даними річної програми.

4. Встановлено, що резерви часу роботи приводять, при інших рівних умовах, до зростання терміну напрацювання до відмов, це дозволяє за рахунок організаційних заходів, при розробці календарних планів будівництва, впливати на рівень роботоспроможності окремих робіт.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Азаров О. Д. Багаторозрядні АЦП і ЦАП із ваговою надлишковістю, стійкі до параметричних відмов : монографія. / О. Д. Азаров. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 150 с.
2. 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.
3. Дружинин Г. В. Надежность автоматизированных производственных систем / Г. В. Дружинин - 4-е изд.- М.: Энергоатомиздат, 1986.-480с.
4. ДСТУ 2470-94. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення. Режим доступу: http://www.dnaop.com/html/41024_2.html
5. Млодецкий В. Р. Обгрунтування раціонального рівня організаційно-технологічної надійності у будівельних проектах / В.Р. Млодецкий, Т.О. Ценацевич // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - 2015. - № 9.
6. 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.-193с.
7. Національний банк стандартизованих науково-технічних термінів. Відмова технологічної системи. Режим доступу: http://ukrndnc.org.ua/index.php?option=com_terminus&Itemid.191&task.

REFERENCES

1. Azarov, O.D. *Bagatorozriadni ATSP I TSAP iz vagovoiu nadlyshkovistiu, stiyki do parametrychnykh vidmov : monohrafiia*. [Multirenge ATSP and TSAP with weight redundancy, resistant to parametric failures: monograph]. Vinnitsia : VNTU, 2010. – 150 p. (in Ukrainian).
2. Babalo Yu.Ya., Bondariev A.P. and Nedostup L.A. *Prognozuvannia parametrychnoi nadiynosti radioelektronnoi aparatury pry dvostoronnomu obmezhenni dreyfu vyznachalnogo parametra*. [Forecasting of parametric reliability of electronic equipment at two-way limit of drift of determining parameter]. *Tekhnologicheskyy audit i rezervy proizvodstva*. [Technological audit and production reserves]. 2015, no. 3/2(23), pp. 79-82. (in Ukrainian).
3. Druzhinin G.V. *Nadezhnost avtomatizirovannykh proizvodstvennykh sistem*. [Reliability of automated production systems]. 4-e izd. - Moscow: *Energoatomizdat*, [Energoatomizdat]. 1986, 480p. (in Russian).
4. DSTU 2470-94. *Nadiynist tekhniky. Systemy tekhnolohichni. Terminy ta vyznachennia*. [DSTU 2470-94. Reliability of technology. Systems are technological. Terms and definitions]. Available at: http://www.dnaop.com/html/41024_2.html. (in Ukrainian).
5. Mlodetskiy V.R. and Tsenatsevich T.O. *Obgruntuvannia ratsionalnogo rivnia organizatsiyno-tekhnologichnoi nadiynosti u budivelnikh proektakh*. [Substantiation of rational level of organizational and technological reliability in construction designs]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury*. [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2015, no. 9, pp. 19-24. (in Ukrainian).
6. Mlodetskiy V.R., Tian R.B., Popova V.V. and Martysh A.A. *Organizatsionno-tekhnologicheskai i ekonomicheskai nadezhnost v stroitelstve: monografii*. [Organizational-technological and economic reliability in construction: a monograph]. Dnepropetrovsk: *Nauka i obrazovanie Publ.* ["Science and Education"]. 2013, 193p. (in Russian).
7. *Natsionalnyy bank standartizovanykh naukovykh i tekhnichnykh terminiv. Vidmova tekhnologichnoi systemy*. Available at: http://ukrndnc.org.ua/index.php?option=com_terminus&Itemid.191&task. [National Bank of Standardized Scientific and Technical Terms. Failure of technological system]. (in Ukrainian).