ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

УДК 65.01:007

ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО РІВНЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ У БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТАХ

МЛОДЕЦЬКИЙ В. Р.[1], *д. т. н, проф.*,
ЦЕНАЦЕВИЧ Т. О.[2], *асист.*

[1.] Кафедра менеджменту, управління проектами та логістики, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (050) 342-20-24, e-mail: v.mlodecki@i.ua, ORCID ID: 0000-0003-0871-2128

[2] Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: thenathevich@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-5773-7607

Анотація. ***Постановка проблеми.*** Основний пункт контрактних зобов'язань - це своєчасне їх виконання за умов забезпечення потрібного рівня ефективності вкладених інвестиційних коштів, передбачених цим контрактом. Чим триваліший процес виконання робіт за контрактом, тим вища ймовірність порушення цих умов. Аналіз виконання будівельних проектів за останні десятиліття показав, що ситуація суттєво не змінилася, так, у праці [8] наведено сучасні дані про будівництво низки об'єктів, з яких випливає, що чим більший за площею об'єкт і триваліший відповідно термін будівництва, тим більше фактичне відхилення реальних термінів будівництва від запланованих, в окремих випадках на 50…100 %. Порівняння цих даних свідчить, що проблема забезпечення надійної роботи будівельної організації на стадії реалізації конкретного проекту актуальна і нині. ***Аналіз останніх досліджень.*** Аналіз досліджень у галузі обґрунтування раціональних значень ОТН свідчить, що його діапазон становить від 0,35 до 0,9, що говорить про відсутність обґрунтованого підходу у цьому питанні. Безумовно, для більш надійного виконання плану треба мати певний запас відповідних матеріальних та фінансових ресурсів, але в управлінському процесі є ще один найважливіший ресурс, який повинен мати у своєму розпорядженні суб'єкт управління – це інформація. ***Мета статті -*** є обґрунтування раціонального рівня організаційно-технологічної надійності (ОТН) виходячи з аналізу кількості потрібної для цього інформації. Для досягнення мети виконано такі завдання: встановити залежність між рівнем ОТН і потрібною для цього кількістю інформації; з'ясувати вплив точності визначення поточного стану контрольованого параметра і рівня інформації; обґрунтувати критерій раціонального рівня ОТН. ***Висновки.*** У результаті досліджень, які базувались на положеннях теорії інформації, встановлено, що раціональний рівень ОТН перебуває в діапазоні 75 %...85 %. Точність визначення параметрів, за якими здійснюється управління, значно впливає на обсяги управлінської роботи, пов'язаної з опрацюванням інформації, що дозволяє встановити підвищений рівень надійності в процесі реалізації будівельних проектів.

Ключові слова: *організаційно-технологічна надійність, точність визначення параметрів, інформація*

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТАХ

МЛОДЕЦКИЙ В. Р.[1], *д. т. н., проф.*,
ЦЕНАЦЕВИЧ Т. А.[2], *асист.*

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

[2] Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: thenathevich@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-5773-7607

Аннотация. ***Постановка проблемы.*** Основным пунктом контрактных обязательств является своевременное их выполнение при обеспечении нужного уровня эффективности вложенных инвестиционных

средств, предусмотренных настоящим контрактом. Чем более длительный процесс выполнения работ по контракту, тем выше вероятность нарушения этих условий. Анализ выполнения строительных проектов за последние десятилетия показал, что ситуация существенно не изменилась, так, в работе [8] приведены современные данные по строительству ряда объектов, из которых следует, что чем больше по площади объект и продолжительнее соответственно срок строительства, тем больше фактическое отклонение реальных сроков строительства от запланированных, в отдельных случаях на 50...100 %. Сравнение этих данных свидетельствует, что проблема обеспечения надежной работы строительной организации на стадии реализации конкретного проекта является актуальной и в настоящее время**.** ***Анализ последних исследований.*** Анализ исследований в области обоснования рациональных значений ОТН свидетельствует, что его диапазон составляет от 0,35 до 0,9, это говорит об отсутствии обоснованного подхода в этом вопросе. Безусловно, для более надежного выполнения плана надо иметь определенный запас соответствующих материальных и финансовых ресурсов, но в управленческом процессе есть еще один важнейший ресурс, который должен иметь в своем распоряжении субъект управления – это информация. ***Цель статьи -*** обоснование рационального уровня организационно-технологической надежности (ОТН) исходя из анализа количества нужной для этого информации. Для достижения цели в статье были поставлены и решены следующие задачи: установить зависимость между уровнем ОТН и нужным для этого количеством информации; выяснить влияние точности определения текущего состояния контролируемого параметра и уровнем информации; обосновать критерий рационального уровня ОТН. ***Выводы.*** В результате исследований, которые базировались на положениях теории информации, установлено, что рациональный уровень ОТН находится в диапазоне 75 %...85 %. Точность определения параметров, по которым осуществляется управление, значительно влияет на объем управленческой работы, связанной с обработкой информации, что позволяет установить повышенный уровень надежности при реализации строительных проектов.

Ключевые слова: *организационно-технологическая надежность, точность определения параметров, информация*

FOUNDATION OF THE RATIONAL LEVEL OF THE ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL RELIABILITY IN CONSTRUCTION PROJECTS

MLODESTKY V. R. [1], *Dr. Sc. (Tech.), Prof.,*
TSENATSEVISH T. O. [2], *Ass.*

[1.] Department of Management, Project Management and Logistics, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (050) 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., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: thenathevich@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-5773-7607

Abstract. ***Statement of the problem.*** The main points of contractual obligations is their timely performance with ensuring the desired level of investments of the investment funds provided for in this contract. The longer the execution of the works under the contract, the higher the probability of violation of these terms. Analysis of construction projects over the past decade has shown that the situation has not changed significantly, according to [8] contemporary data on the construction of a number of objects from which it follows that the larger the object, and accordingly, the longer construction period, the more the actual deviation of the actual terms of the construction of the planned, up to 50...100% in some cases. The comparison of these data shows that the problem of ensuring reliable operation of the construction company on the stage of implementation of a specific project is relevant in the present time. ***Analysis of recent research.*** The analysis of researches in the field of the rational justification of organizational and technological reliability values shows that its range is in the range from 0.35 to 0.9, it indicates the absence of a reasoned approach to this issue. Of course, for a more reliable implementation of the plan one needs to have a certain amount of appropriate material and financial resources, but in the management process is another important resource that should be in possession of the subject of management this is information. ***The purpose and objectives of work.*** The aim of this work is the study of the rational level of organizational and technological reliability (OTR) based on analysis of the need for this information. To achieve the goal of the article were set and solve the following tasks: - to establish the relationship between OTR and the right amount of information; - to determine the influence of the accuracy of determining the current state of the controlled parameter and the level of information; - to justify the rational criterion level OTR. ***Conclusions.*** The studies, which were based on the theory of information found that the rational level of OTR is in the

range of 75%...85%. The accuracy of the determination of parameter values for which management is acted has significant influence on the amount of administrative work associated with analysis of the information that enables you to set high of the reliability in construction projects during the implementation of construction projects.

Key words: *organizational and technological reliability, accuracy of determination of parameters, information*

Постановка проблеми. Здатність організації виконувати свої контрактні зобов'язання - одна з найважливіших складових, які формують рівень її конкурентоспроможності і зумовлюють стабільне перебування на репродуктивних етапах життєвого циклу. Основний пункт контрактних зобов'язань - це своєчасне їх виконання за умови забезпечення потрібного рівня ефективності вкладених інвестиційних коштів, передбачених цим контрактом. Чим триваліший процес виконання робіт за контрактом, тим вища ймовірність порушення цих умов. Ці особливості повною мірою притаманні будівельним організаціям, в яких процес будівництва об'єктів досить часто триває понад рік. Дані середини 70-х років минулого сторіччя відмічали таку негативну тенденцію, що фактична вартість та тривалість будівництва суттєво (у 1,5-2 рази) перевищує відповідні показники, які були визначені на стадії планування [6]. Тоді ж були закладені основи організаційно-технологічної надійності (ОТН). Аналіз виконання будівельних проектів за останні десятиліття показав, що ситуація суттєво не змінилася, так, у праці [8] наведено сучасні дані про будівництво низки об'єктів, з яких випливає, що чим більший за площею об'єкт і триваліший відповідно термін будівництва, тим більше фактичне відхилення реальних термінів будівництва від запланованих, в окремих випадках на 50…100 %. Порівняння цих даних свідчить, що проблема забезпечення надійної роботи будівельної організації на стадії реалізації конкретного проекту актуальна і нині.

Таблиця 1

Зведені дані рекомендованому рівні ОТН

Джерело		Діапазон	Шкала вірогідності						
Разумов І. М	[10]	0,35-0,5	■	■	■				
Абдулаєв Г. І.	[1]	0,9							■
Mieczysław Połoński	[14]	0,8						■	
Антанавічус К. А.	[3]	0,69				■			
Томаєв Б. М.	[11]	0,7-0,8					■	■	
Пеньковцева Л. І.	[9]	0,5-0,71			■	■	■		
Іванов І. В.	[7]	0,67-0,77				■	■	■	
Голенко Д. І.	[5]	0,7-0,8					■	■	
Надійність, %	-	-	30	40	50	60	70	80	90
Частота	-	-	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

Аналіз останніх досліджень у питаннях надійності виконання як окремих робіт, так і календарних планів у цілому, свідчить, що більшість із них присвячена питанням організаційних заходів щодо компенсації негативних відхилень у роботі, у той же час питання визначення раціонального рівня надійності для будівельних проектів залишається відкритим. Проаналізувавши рекомендації щодо цього, отримаємо діапазон від 0,35 до 0,9, це свідчить про відсутність обґрунтованого підходу у цьому питанні.

Маючи дані різних дослідників стосовно рекомендованого рівня ОТН, розглянемо їх як погляд експертів і визначимо діапазон, який погоджують найбільша кількість з них (табл.1)

Із наведеного випливає, що найбільш узгоджений діапазон 0,7…0,8. У той же час було б доцільно обґрунтувати рівень надійності не тільки експертним, а й аналітичним шляхом. Безумовно, для більш надійного виконання плану треба мати певний запас відповідних матеріальних та фінансових ресурсів, але в управлінському процесі є ще один найважливіший ресурс, який повинен мати у своєму розпорядженні суб'єкт управління – це інформація.

Мета статті - обґрунтування раціонального рівня ОТН виходячи з аналізу кількості потрібної для цього інформації. Для досягнення мети у статті були поставлено та виконано такі завдання:

– встановити залежність між рівнем ОТН і потрібною для цього кількістю інформації;

– з'ясувати вплив точності визначення поточного стану контрольованого параметра і рівнем інформації;

– обґрунтувати критерій раціонального рівня ОТН.

Виклад матеріалу. Розраховуючи показник рівня інформації, потрібно встановити прийнятний рівень точності визначення контрольованого параметра, чи то час, чи показник економічної ефективності. Вочевидь, чим менший рівень точності, тим менша різноманітність станів цієї системи і відповідно менший обсяг потрібної для цього інформації. Слід очікувати, що за певних умов для визначення стану системи обсяг потрібної інформації буде нарощувати інтенсивність її зростання. Завдання полягає у визначенні тих умов.

Як відомо з теорії інформації [4; 13], її кількість дорівнює зменшенню ентропії системи, чим більша ентропія, тим більше інформації треба отримати для визначення стану системи. Ентропія системи, стан якої описується нормальним розподілом, складає:

$$H(X) = \log\left[\frac{\sqrt{2®\ell}}{\Delta x}\pm\right], \qquad (1)$$

де Δx- прийнята точність визначення значення контрольованого параметра X (рис. 1)

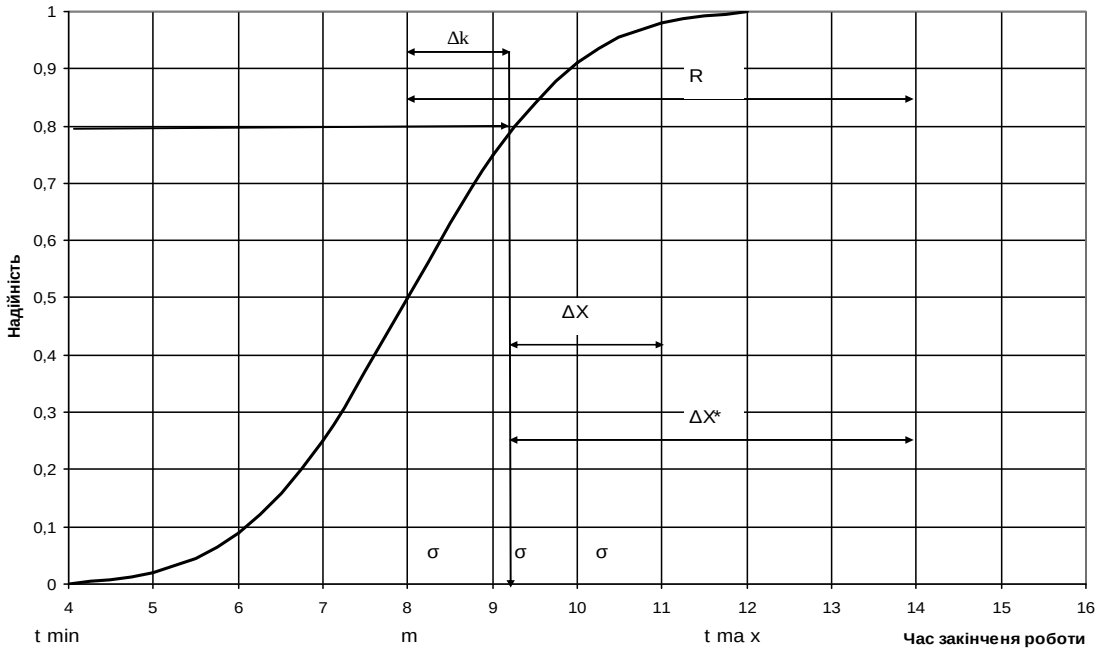

Рис.1. Функція розподілу часу завершення роботи з можливими варіантами визначення параметра Δx

Значення Δx розраховується при відомій абсолютній похибці вимірювання X = ($\overline{X}$ - ε; $\overline{X}$ + ε);

де X - довірчий інтервал;

β - довірча ймовірність.

Тоді: $\Delta x = 2\varepsilon$.

Якщо прирівняти праву частину формули (1) до нуля, можна розрахувати відповідне значення Δx, при якому це стає можливим, а саме: Δx = 4,1σ. З іншого боку, треба визначити значення Δx, при якому можна ідентифікувати стан системи з позиції надійності досягнення запланованого кінцевого результату. Для цього застосуємо відому теорему про ймовірність попадання випадкової величини, яка підпорядкована нормальному закону, на задану ділянку.

$$P(\sim < x < \ ) = \Phi\left(\frac{-m}{\pm}\right) - \Phi\left(\frac{\sim - m}{\pm}\right).$$

Спираючись на правило трьох сигм, запишемо: $= m + 3\pm$, тоді:

$$P(\sim < x < \ ) = \Phi(3) - \Phi\left(\frac{\sim - m}{\pm}\right). \qquad (2)$$

Для подальших викладок приймемо $m = 0$; $\sigma = 1$.

Позначимо $\Delta x = \ -\sim$.

При незмінному значенні Δx ентропія системи буде зростати при зростанні σ, але якщо задовольняється умова $\Delta x = \sigma$, ентропія системи буде залишатися незмінною.

Досить часто у складі календарного плану окремі роботи чи їх ланцюжки мають певний резерв часу R (рис.1), що зменшує напруженість виконання цих робіт. У такому разі значення параметра Δx збільшується на величину резерву часу відносно роботи, яка має R = 0:

$$\Delta X^* = R - \Delta k\ . \qquad (3)$$

Де, у свою чергу Δk визначається як:

$$P(m < x < \ ) = \Phi\left(\frac{-m}{\pm}\right) - \Phi(0);$$

$$\Phi\left(\frac{-m}{\pm}\right) = F\ . \qquad (4)$$

Параметр β у цьому виразі дорівнює часу закінчення роботи із заданим рівнем надійності, таким чином, $-m = \Delta k$. У виразі (4) параметр F відповідає значенню функції нормального розподілу для вибраного рівня надійності $\Phi(F) = N$. За цих умов можемо записати:

$$\Delta X^* = R - (m + F\pm). \qquad (5)$$

Побудуємо графік залежності точності визначення контрольованого параметра Δx від бажаного рівня надійності його досягнення (рис. 2).

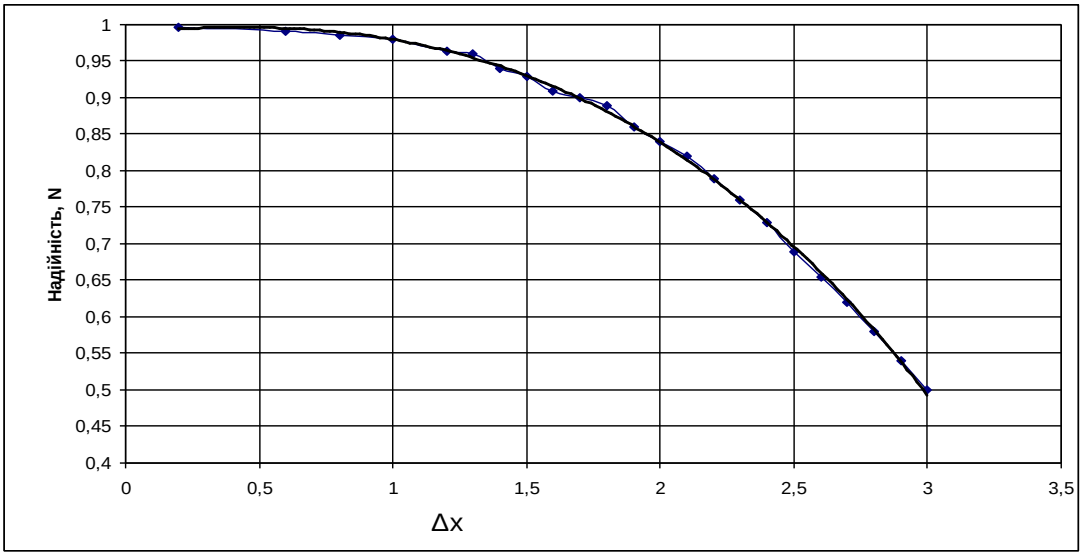

Рис. 2 . Вплив інтервалу точності розрахунку параметра на визначення рівня надійності його досягнення

Із графіка видно, що чим точніше ми бажаємо встановити стан системи і наблизити надійність досягнення бажаного результату до одиниці, тим більш вузьким має бути діапазон цього параметра (при $N \to 1$; $\Delta x \to 0$). Так, наприклад, якщо ми бажаємо визначити стан системи з надійністю N = 0,85, то відповідне значення контрольованого параметра повинно мати точність ε = ±(1,9/2)σ. При цьому рівень різноманітності стану системи: $n = \frac{6\pm}{1.9} = 3.16.$ Якщо приймається достатнім рівень надійності N = 0.5, то різноманітність стану системи при цьому складе $n = \frac{6\pm}{3} = 2.$ Таким чином установлено, який рівень точності визначення параметрів стану системи відповідає певному рівню надійності. Згідно з формулами (1, 2) з'являється можливість установити рівень ентропії системи, який відповідає різним значенням надійності.

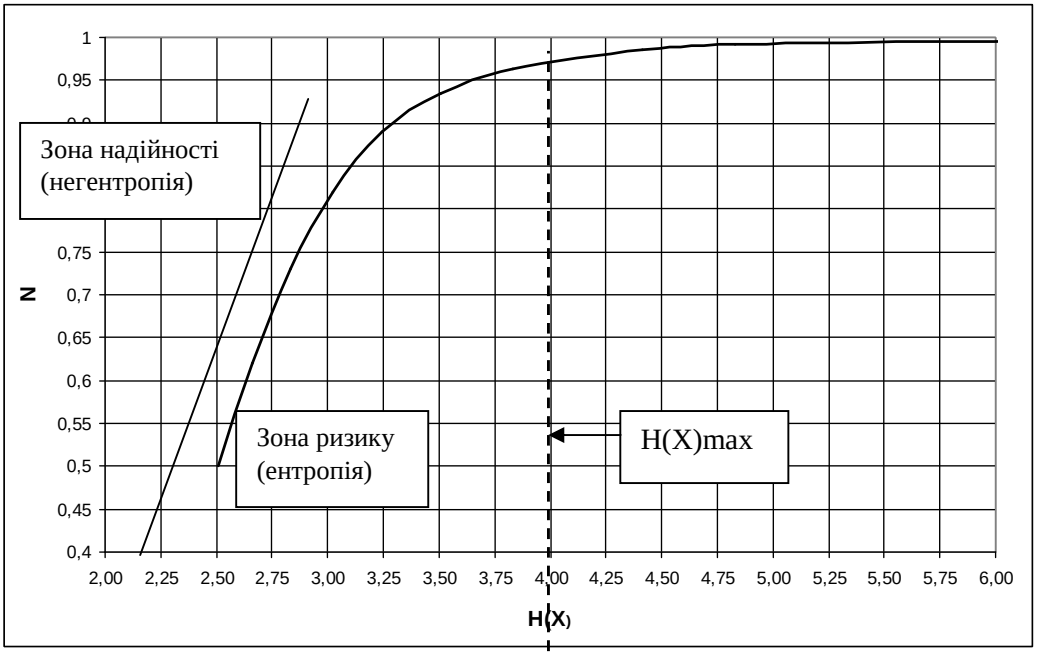

Рис. 3. Залежність рівня ентропії системи від рівня надійності досягнення кінцевого результату

Аналіз графіка показує, що до N < 0,75 залежність $H(X) = f(N)$ на виділеній ділянці наближена до прямо пропорціональної, у діапазоні 0,75 < N < 0,85 інтенсивність наростання ентропії в системі помітно зростає і при значеннях N > 0,85…0,9 інтенсивність зростання ентропії стає прогресуючою, це підтверджено розрахунками ентропії, яка припадає на 1 % зростання надійності (табл. 2).

Т а б л и ц я 2

Розрахунок питомої ваги ентропії

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

Для більш повного аналізу даних (рис. 2) треба встановити рівень максимальної ентропії, який, з практичної точки зору, є прийнятним. Якщо у формулі (1) припустити, що $\Delta x = \pm$, максимальне значення ентропії буде дорівнювати:

$$H(X) = \log\left(\sqrt{2\pi\ell}\right) = 4{,}08 \text{ біт.}$$

Звернемось до відомої теореми В. Б. Алесковського [2; 12], яка обґрунтовує зв'язок інформації (I) і ентропії (S) у вигляді:

$$I + S = const.$$

Якщо цей вираз розглядати з імовірнісної точки зору, він набуває вигляду:

$$I + S = 1. \qquad (6)$$

Складові у формулі (6) мають імовірнісну природу, тож, виходячи з цього, будемо вважати:

– рівень інформації впливає на зростання рівня надійності досягнення кінцевого результату (ототожнюємо інформацію з негентропією $I \Leftrightarrow HE$);

– рівень ентропії ототожнюємо з ризиком.

На рисунку 3 позначені ці зони. За такого підходу з'являється можливість розрахувати значення ентропії і негентропії для кожного рівня надійності (табл. 3).

Таблиця 3

Значення ентропії і негаентропії для різних рівнів надійності (H(X) max=4.08 біт)

Рівень надійності, %	50	62	73	82	89	94	96
Негентропія, біт.	2,51	2,66	2,83	3,02	3,25	3,51	3,83
Ентропія, біт.	2,57	1,42	1,25	1,06	0,83	057	0,25

Маючи змогу розрахувати потрібний рівень негентропії для заданого рівня надійності завершення робіт, отримаємо можливість визначити обсяги управлінської роботи за етапами календарного плану робіт і окреслити окремі її періоди часу ентропії системі, що потребує додаткових управлінських зусиль. Маючи таку інформацію, суб'єкт управління заздалегідь має впродовж яких має можливість накопичити резерви і приготуватись до цих етапів.

Висновки. У результаті досліджень, які базувались на положеннях теорії інформації, встановлено, що раціональний рівень ОТН перебуває в діапазоні 75 %...85 %.

Точність визначення параметрів, за якими здійснюється управління, значно впливає на обсяги управлінської роботи, пов'язаної з опрацюванням інформації, що дозволяє встановити підвищеного у процесі реалізації будівельних проектів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Г. И. Повышение ОТН строительства линейно-протяженных сооружений методом прогнозирования отказов / Г. И. Абдуллаев, В. З. Величко, Т. Н. Солдатенко // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – №3(38). – С. 43-50.
2. Алесковский В. Б. Путь разработки технологи не вредящей природе / Алесковский В. Б. // Журнал прикладной химии. – 2002. – Т. 75, вып. 5. – С. 706-713.
3. Антанавичус К. А. Моделирование и оптимизация в управлении строительством / К. А. Антанавичус. – Москва : Стройиздат, 1979. – 168 с.
4. Венцель Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Венцель. – Изд. 4-е, стереотип. – Москва : Наука, 1969. – 576 с.
5. Голенко Д. И. Статистические методы сетевого планирования и управления / Д. И. Голенко. – Москва : Наука, 1968. – 400 с.
6. Гусаков А. А. Организационно-технологическая надежность строительного производства (в условиях автоматизированных систем проектирования) / А. А. Гусаков. – Москва : Стройиздат, 1974. – 252 с.
7. Иванов И. В. Метод выбора рационального комплекта машин для строительства линейно-протяженных объектов : автореф. дис. на соискание степени канд. техн. наук : спец. 05.23.08 «Технология и организация промышленного и гражданского строительства» / И. В. Иванов. – Днепропетровск, 1987. – 19 с.
8. Организационно-технологическая и экономическая надежность в строительстве / В. Р. Млодецкий, Р. Б. Тян, В. В. Попова, А. А. Мартыш. – Днепропетровск : Наука и образование, 2013. – 193 с.
9. Пеньковцева Л. И. Повышение надежности строительных потоков на основе эффективного использования трудовых процессов : автореф. дис. на соискание степени канд. техн. наук : спец. 05.23.08 «Технология и организация промышленного и гражданского строительства» / Л. И. Пеньковцева. – Казань, 1988. – 20 с.
10. Сетевые графики в планировании / И. М. Разумов, Л. Д. Белова, М. И. Ипатов, А. В. Проскуряков. – Москва : Высш. шк., 1981. – 168 с.
11. Томаев Б. М. Надежность строительного потока / Б. М. Томаев. – Москва : Стройиздат, 1983. – 128 с.
12. Bayar T. Better renewables risk management solutions emerge / Bayar T. // Renewable Energy World. – 2012. – 1 March. – Available at: http://www.renewableenergyworld.com/articles/print/volume-15/issue-1/solar-energy/better-risk-management-solutions-emerge.html
13. Engineering manual of automatic control for commercial buildings : SI edition. – USA : Honeywell, 1997. – 502 p. – Available at: http://www.manualslib.com/manual/513619/Honeywell-Automatic-Control-Si-Edition.html#manual
14. Połoński M. Rozkład czasu trwania czynnośi a termin zakòczenia przedsięwzięcia z niewzględnieniem elementòw analizy ryzyka / Mieczysław Połoński // Acta Scientiarum Polonorum. Architectura. – 2005. – Vol. 4, № 2. – S. 95-106. – Режим доступу: http://mieczyslaw_polonski.users.sggw.pl/Acta2005.pdf.

REFERENCES

1. Abdullaev G.I., Velichko V.Z. and Soldatenko T.N. *Povyishenie OTN stroitelstva lineyno-protyazhennyih sooruzheniy metodom prognozirovaniya otkazov* [Increasing of OTR of construction of linear-extended structures by the method of predicting failure]. *Inzhenerno-stroitelnyi zhurnal* [Civil Engineering Journal]. 2013, no. 3 (38), pp. 43-50 (in Russian).
2. Aleskovskiy V.B. *Put' razrabotki tehnologii ne vredyaschey prirode* [The way of elaboration of the technology without harming to the nature]. *Zhurnal prikladnoy himii* [Journal of Applied Chemistry]. 2002, vol. 75, iss. 5, pp. 706-713 (in Russian).
3. Antanavichus K.A. *Modelirovanie i optimizatsiya v upravlenii stroitelstvom* [Modeling and optimization in construction management]. Moskow: Stroyizdat, 1979, 168 p. (in Russian).
4. Ventsel E.S. *Teoriya veroyatnostey* [The theory of probability]. 4th edition. Moskow: Nauka, 1969, 576 p. (in Russian).
5. Golenko D.I. *Statisticheskie metody setevogo planirovaniya i upravleniya* [Statistical methods of network planning and management]. Moskow: Nauka, 1968, 400 p. (in Russian).
6. Gusakov A.A. *Organizatsionno-tehnologicheskaya nadezhnost' stroitelnogo proizvodstva (v usloviyah avtomatizirovannyih sistem proektirovaniya)* [Organizational and technological reliability of construction production (in condition of automated design systems)]. Moskow: Stroyizdat, 1974, 252 p. (in Russian).
7. Ivanov I.V. *Metod vybora ratsionalnogo komplekta mashin dlya stroitelstva lineyno-protyazhennyih ob'ektov. Avtoreferat Diss.* [Method of selecting of an efficient set of machines for the construction of a linearly extended objects. Author's abstract]. Dnepropetrovsk, 1987, 19 p. (in Russian).
8. Mlodestky V.R, Tyan R.B., Popova V.V. and Martysh A.A. *Organizatsionno-tehnologicheskaya i ekonomicheskaya nadezhnost v stroitelstve* [Organizational-technological and economic reliability in construction]. Dnepropetrovsk: Nauka i obrazovanie, 2013, 193 p. (in Russian).
9. Pen'kovtseva L.I. *Povyshenie nadezhnosti stroitelnykh potokov na osnove effektivnogo ispolzovaniya trudovykh proschessov. Avtoreferat Diss.* [Improving the reliability of construction flows through the effective use of labour processes. Author's abstract]. Kazan, 1988, 20 p. (in Russian).
10. Razumov I.M., Belova L.D., Ipatov M.I. and Proskuryakov A.V. *Setevyie grafiki v planirovanii* [Network diagrams in planning]. Moskow: Vysshaya shkola, 1981, 168 p. (in Russian).
11. Tamaev B.M. *Nadezhnost' stroitel'nogo potoka* [Reliability of construction flow]. Moskow: Stroyizdat, 1983, 128 p. (in Russian).
12. Bayar T. *Better renewables risk management solutions emerge Renewable Energy World*. 2012, 1 March. Available at: http://www.renewableenergyworld.com/articles/print/volume-15/issue-1/solar-energy/better-risk-management-solutions-emerge.html
13. *Engineering manual of automatic control for commercial buildings*. USA: Honeywell, 1997, 502 p. – Available at: http://www.manualslib.com/manual/513619/Honeywell-Automatic-Control-Si-Edition.html#manual
14. Połoński M. *Rozkład czasu trwania czynnośi a termin zakòczenia przedsięwzięcia z niewzględnieniem elementòw analizy ryzyka. Acta Scientiarum Polonorum. Architectura*. 2005, vol. 4, no. 2, pp. 95-106. Available at: http://mieczyslaw_polonski.users.sggw.pl/Acta2005.pdf.

Стаття рекомендована до друку 31.07.2015 р. Рецензент: д .т. н., проф. А. І. Білоконь

Надійшла до редколегії 06.07.2015 р. Прийнята до друку 16.07.2015 р.